

**JANINE MESQUITA GONÇALVES**

**ACÚMULO DE NUTRIENTES EM SOJA TRANSGÊNICA NO  
CERRADO GOIANO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Federal de Goiás, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Agronomia, área de concentração: Produção Vegetal.

Orientadora:

**Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Eli Regina Barboza de Souza**

Co-orientadora:

**Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Eliana Paula Fernandes**

Goiânia, GO - Brasil

2012

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
GPT/BC/UFG**

**G635a** **Gonçalves, Janine Mesquita.**  
**Acúmulo de nutrientes em soja transgênica no Cerrado  
Goiano [manuscrito] / Janine Mesquita Gonçalves. - 2012.**  
**xv, 62 f. : il., figs, tabs.**

**Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Eli Regina Barboza de Souza;**  
**Co-orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Eliana Paula Fernandes**  
**Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás,**  
**Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, 2012.**

**Bibliografia.**

**Inclui lista de figuras, abreviaturas, siglas e tabelas.**  
**Anexos.**

**1. Soja (glycine max L. Merr.) 2. Soja– nutrição de  
plantas.**

**I. Título.**

**CDU: 633.34**



### Termo de Ciência e de Autorização para Disponibilizar as Teses e Dissertações Eletrônicas (TEDE) na Biblioteca Digital da UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás–UFG a disponibilizar gratuitamente através da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações – BDTD/UFG, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

1. Identificação do material bibliográfico:  Dissertação     Tese

#### 2. Identificação da Tese ou Dissertação:

Autor(a):	Janine Mesquita Gonçalves		
CPF:	967998381-15	E-mail:	<a href="mailto:janine_mesquita@yahoo.com.br">janine_mesquita@yahoo.com.br</a>
Seu e-mail pode ser disponibilizado na página? <input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não			
Vínculo Empregatício do(a) Autor(a):	Técnico Administrativo – Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí		
Agência de fomento:		Sigla:	
País:	Brasil	UF:	
CNPJ:			
Título:	Acúmulo de nutrientes em soja transgênica no Cerrado Goiano.		
Palavras-chave:	soja RR, Glycine max, nutrição de plantas		
Título em outra língua:	Nutrient accumulation in transgenic soybean in the Cerrado of Goiás.		
Palavras-chave em outra língua:	soybean, Glycine max, plant nutrition		
Área de concentração:	Produção Vegetal		
Data defesa:	27/02/2012		
Programa de Pós-Graduação:	Agronomia		
Orientador(a):	Prof.ª Eli Regina Barboza de Souza		
CPF:		E-mail:	<a href="mailto:eliregina1@gmail.com">eliregina1@gmail.com</a>
Co-orientador(a):	Prof.ª Eliana Paula Fernandes		
CPF:		E-mail:	<a href="mailto:elianafernandesufg@gmail.com">elianafernandesufg@gmail.com</a>
Co-orientador(a):			
CPF:		E-mail:	

#### 3. Informações de acesso ao documento:

Liberação para disponibilização? <sup>1</sup>     total     parcial

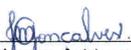
Em caso de disponibilização parcial, assinale as permissões:

Capítulos. Especifique: \_\_\_\_\_

Outras restrições: \_\_\_\_\_

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF não-criptográfico da tese ou dissertação.

O Sistema da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações garante aos autores, que os arquivos contendo eletronicamente as teses e ou dissertações, antes de sua disponibilização, receberão procedimentos de segurança, criptografia (para não permitir cópia e extração de conteúdo, permitindo apenas impressão fraca) usando o padrão do Acrobat.

  
Assinatura do(a) autor(a)

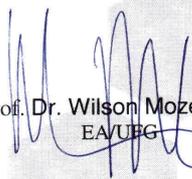
Data: 27/02/2012

<sup>1</sup> Em caso de restrição, esta poderá ser mantida por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Todo resumo e metadados ficarão sempre disponibilizados.

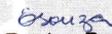
**JANINE MESQUITA GONÇALVES**

**TÍTULO: “Acúmulo de nutrientes em soja transgênica no cerrado goiano”.**

Dissertação DEFENDIDA em 27 de fevereiro de 2012, e APROVADA pela Banca Examinadora constituída pelos membros:

  
Prof. Dr. Wilson Mozena Leandro  
EA/UFG

  
Prof. Dr. Gilson Dourado da Silva  
IFGoiano – Urutaí-GO

  
Prof.ª Dr.ª Eli Regina Barboza de Souza  
Presidente/Orientadora - UFG/EA

**UFG**

Goiânia - Goiás  
Brasil

*“A opinião correta ocupa um lugar  
intermediário entre o entendimento e a  
ignorância.”*

*Sócrates*

*A Deus que tanto me ilumina e guia todos os dias  
À mamãe e a Nana que tanto me ajudaram com, carinho, amor e fé  
Ao meu pai e a Simone pelo auxílio e compreensão  
Às minhas avós, tios e primos pela companhia  
Aos meus amigos pelo companheirismo  
Dedico.*

## **AGRADECIMENTOS**

A toda a minha família que com carinho me apóiam nas minhas decisões. Em especial à minha mãe e irmã que estavam presentes em todos os momentos.

Aos colegas do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia Goiano pelo auxílio em todo o experimento e condução da pesquisa.

Ao professor Adriano Jakelaitis pela colaboração no planejamento e conferência das análises estatísticas.

Aos alunos Fernando, Paulo Vinícius, Maurílio, Felipe, pelos auxílios durante as coletas.

Aos estagiários Bernardo e Cássio pela dedicação em todas as etapas do processo.

À amiga Ana Paula Pelosi que me auxiliou na execução do experimento e foi companheira das viagens para as disciplinas.

Às professoras Eliana e Eli Regina pelo apoio e incentivo para condução do trabalho.

Ao professor Wilson Mozena Leandro pelas orientações no planejamento, condução e análises estatísticas do projeto que possibilitaram a conclusão deste mestrado.

Ao professor Gilson Dourado da Silva pelo incentivo que possibilitou mais uma fase de meu aprimoramento profissional.

Aos amigos e colegas de mestrado que tanto me incentivaram com a alegria e o companheirismo nas disciplinas e fora delas.

A todos os meus amigos, perto ou longe, pela colaboração em ouvir todas as minhas longas histórias, medos e dificuldades.

Agradeço.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	6
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	7
<b>RESUMO</b> .....	11
<b>ABSTRACT</b> .....	12
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	15
2.1 A CULTURA .....	15
2.2 EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS .....	17
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	26
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	30
4.1 PRODUÇÃO DE MASSA DE MATÉRIA SECA .....	30
4.2 NUTRIENTES .....	33
4.2.1 <b>Macronutrientes</b> .....	34
4.2.2 <b>Micronutrientes</b> .....	47
4.3 PRODUTIVIDADE .....	52
<b>5 CONCLUSÕES</b> .....	54
<b>6 REFERÊNCIAS</b> .....	55
<b>ANEXOS</b> .....	59

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b>	Resultados da análise de terra utilizada como parâmetro para cálculo de adubação da cultura da soja. Urutaí-GO, 2011. ....	25
<b>Tabela 2.</b>	Teste de F para folhas, caules, inflorescências e vagens, de plantas de soja nas cultivares convencionais e transgênicas nas épocas 20, 40, 60, 80 e 100 dias após o plantio. ....	29
<b>Tabela 3.</b>	Média da fitomassa de folhas, caules, inflorescências e vagens de cultivares de soja convencional e transgênica submetidas à análise de variância e teste de Tukey. Urutaí-GO, 2011. ....	30
<b>Tabela 4.</b>	Teste de F para os macronutrientes, N, P e K em plantas de soja nas cultivares nas épocas 20, 40, 60, 80 e 100 dias após o plantio. ....	36
<b>Tabela 5.</b>	Teste de tukey para as médias dos acúmulos totais dos macronutrientes, N, P e K de plantas de soja. Urutaí-GO, 2011. ....	36
<b>Tabela 6.</b>	Teste de F para os macronutrientes, Ca, Mg e S em plantas de soja nas cultivares nas épocas 20, 40, 60, 80 e 100 dias após o plantio. ....	37
<b>Tabela 7.</b>	Teste de tukey para as médias dos acúmulos totais dos macronutrientes, Ca, Mg e S de plantas de soja. Urutaí-GO, 2011. ....	37
<b>Tabela 8.</b>	Teste de F para os micronutrientes, Cu, Fe, Mn e Zn em plantas de soja nas cultivares nas épocas 20, 40, 60, 80 e 100 dias após o plantio. ....	38
<b>Tabela 9.</b>	Teste de tukey para as médias dos acúmulos totais dos micronutrientes, Cu, Fe, Mn e Zn de plantas de soja. Urutaí-GO, 2011. ....	38
<b>Tabela 10.</b>	Teste de F para produtividade de plantas de soja nas cultivares convencionais e transgênicas. ....	51

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Estádios fenológicos da soja. Adaptado de Iowa State University (1985).	15
<b>Figura 2.</b>	Disposição das parcelas de plantas de soja ( <i>Glycine max</i> ) nos blocos I, II, III e IV, na área experimental do Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí, cultivada no período de 13/11/2010 a 15/04/2011. ....	26
<b>Figura 3.</b>	Disposição das plantas do bloco I em relação às coletas. Urutaí-GO, 2011. ....	27
<b>Figura 4.</b>	Coleta de plantas inteiras e subdivisão destas em suas partes: caule, folhas, inflorescências e vagens. Urutaí-GO, 2011. ....	28
<b>Figura 5.</b>	Amostras sendo trituradas em moinho de facas tipo Willey sendo passadas em peneira de 20 mesh. Urutaí-GO, 2011. ....	28
<b>Figura 6.</b>	Fitomassa acumulada das cultivares convencionais e transgênicas nas épocas 20, 40, 60, 80 e 100 dias após o plantio. Urutaí-GO, 2011. ....	31
<b>Figura 7.</b>	Fitomassa média das cultivares de soja convencionais e transgênicas coletadas nas épocas 20, 40, 60 80 e 100 dias após o plantio. Urutaí-GO, 2011. ....	32
<b>Figura 8.</b>	Percentuais de nutrientes nas partes da soja aos 100 dias após o plantio. Urutaí-GO, 2011. ....	33
<b>Figura 9.</b>	Concentração de nitrogênio nas partes das plantas de soja nas épocas de coleta 20, 40, 60, 80 e 100 dias após o plantio. Urutaí-GO, 2011. ....	35
<b>Figura 10.</b>	Concentração de nitrogênio na planta inteira de soja convencional e transgênica nas épocas de coleta 20, 40, 60, 80 e 100 dias após o plantio. Urutaí-GO, 2011. ....	39
<b>Figura 11.</b>	Concentração de fósforo nas partes das plantas de soja nas épocas de coleta 20, 40, 60, 80 e 100 dias após o plantio. Urutaí-GO, 2011. ....	40
<b>Figura 12.</b>	Concentração de fósforo na planta inteira de soja convencional e transgênica nas épocas de coleta 20, 40, 60, 80 e 100 dias após o plantio. Urutaí-GO, 2011. ....	40
<b>Figura 13.</b>	Concentração de potássio nas partes das plantas de soja nas épocas de coleta 20, 40, 60, 80 e 100 dias após o plantio. Urutaí-GO, 2011. ....	41
<b>Figura 14.</b>	Concentração de potássio na planta inteira de soja convencional e transgênica nas épocas de coleta 20, 40, 60, 80 e 100 dias após o plantio. Urutaí-GO, 2011. ....	42
<b>Figura 15.</b>	Concentração de cálcio nas partes das plantas de soja nas épocas de coleta 20, 40, 60, 80 e 100 dias após o plantio. Urutaí-GO, 2011. ....	42

<b>Figura 16.</b> Concentração de cálcio na planta inteira de soja convencional e transgênica nas épocas de coleta 20, 40, 60, 80 e 100 dias após o plantio. Urutaí-GO, 2011. ....	43
<b>Figura 17.</b> Concentração de magnésio nas partes das plantas de soja nas épocas de coleta 20, 40, 60, 80 e 100 dias após o plantio. Urutaí-GO, 2011. ....	44
<b>Figura 18.</b> Concentração de magnésio na planta inteira de soja convencional e transgênica nas épocas de coleta 20, 40, 60, 80 e 100 dias após o plantio. Urutaí-GO, 2011. ....	44
<b>Figura 19.</b> Concentração de enxofre nas partes das plantas de soja nas épocas de coleta 20, 40, 60, 80 e 100 dias após o plantio. Urutaí-GO, 2011. ....	45
<b>Figura 20.</b> Concentração de enxofre na planta inteira de soja convencional e transgênica nas épocas de coleta 20, 40, 60, 80 e 100 dias após o plantio. Urutaí-GO, 2011. ....	45
<b>Figura 21.</b> Concentração de cobre nas partes das plantas de soja nas épocas de coleta 20, 40, 60, 80 e 100 dias após o plantio. Urutaí-GO, 2011. ....	46
<b>Figura 22.</b> Concentração de cobre na planta inteira de soja convencional e transgênica nas épocas de coleta 20, 40, 60, 80 e 100 dias após o plantio. Urutaí-GO, 2011. ....	47
<b>Figura 23.</b> Concentração de ferro nas partes das plantas de soja nas épocas de coleta 20, 40, 60, 80 e 100 dias após o plantio. Urutaí-GO, 2011. ....	47
<b>Figura 24.</b> Concentração de ferro na planta inteira de soja convencional e transgênica nas épocas de coleta 20, 40, 60, 80 e 100 dias após o plantio. Urutaí-GO, 2011. ....	48
<b>Figura 25.</b> Concentração de manganês nas partes das plantas de soja nas épocas de coleta 20, 40, 60, 80 e 100 dias após o plantio. Urutaí-GO, 2011. ....	49
<b>Figura 26.</b> Concentração de manganês na planta inteira de soja convencional e transgênica nas épocas de coleta 20, 40, 60, 80 e 100 dias após o plantio. Urutaí-GO, 2011. ....	49
<b>Figura 27.</b> Concentração de zinco nas partes das plantas de soja nas épocas de coleta 20, 40, 60, 80 e 100 dias após o plantio. Urutaí-GO, 2011. ....	50
<b>Figura 28.</b> Concentração de zinco na planta inteira de soja convencional e transgênica nas épocas de coleta 20, 40, 60, 80 e 100 dias após o plantio. Urutaí-GO, 2011. ....	50
<b>Figura 29.</b> Produtividade obtida por cultivar de soja convencional e transgênica. Urutaí-GO, 2011. ....	51

## RESUMO

GONÇALVES, J. M. **Acúmulo de nutrientes em soja transgênica no Cerrado Goiano**. 2012. 63 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Produção Vegetal) – Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2012.<sup>1</sup>

A cultura da soja é plantada e consumida em todo o mundo. A produção brasileira concentra-se principalmente na região Centro-Sul. Porém, poucos estudos sobre o acúmulo de nutrientes são realizados para melhoria da eficiência dos processos produtivos. Fala-se em melhores adubos e sofisticados defensivos, mas se a planta não responder bem a todos estes estímulos, não resultará em lucros para os produtores e mais alimentos para a população. O advento das cultivares transgênicas reduziram os custos de produção, porém o acúmulo de nutrientes nestas plantas é desconhecido. Para tanto, este estudo teve por objetivo avaliar o acúmulo de nutrientes em cultivares convencionais e transgênicas submetidas às mesmas condições. O experimento foi conduzido no Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí, no período de 12 de novembro de 2010 a 15 de abril de 2011. Foram coletadas plantas inteiras de soja aos 20, 40, 60, 80 e 100 dias após o plantio. As plantas foram levadas para o laboratório lavadas em água corrente e divididas em caules, folhas, inflorescências e vagens, passadas em água destilada, secas em estufa de circulação forçada de ar a 70 °C e trituradas em moinho tipo Willey. Foram analisados os nutrientes N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn e Zn. Os resultados foram submetidos à análise de variância, testes de médias e regressão. Concluiu-se que o maior acúmulo de fitomassa e conseqüentemente de nutrientes não garante altas produtividades na cultura da soja.

*Palavras-chave:* soja RR, *Glycine max*, nutrição de plantas.

---

<sup>1</sup>Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Eli Regina Barboza de Souza EA-UFG.  
Co-orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Eliana de Paula Fernandes EA-UFG.

## ABSTRACT

GONÇALVES, J. M. **Nutrient accumulation in transgenic soybean in the Cerrado of Goiás.** 2012. 63 f. Dissertation (Master in Agronomy: Crops)–Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2012.<sup>1</sup>

The soybean is grown and consumed throughout the world. Brazilian production is concentrated mainly in the Mid-South. However, few studies on the accumulation of nutrients are made for improving the efficiency of production processes. We talk about the best fertilizer and sophisticated defensive, but if the plant does not respond well to all these stimuli do not result in profits for producers and more food for the population. The advent of transgenic cultivars reduced production costs, but the accumulation of nutrients in these plants is unknown. Therefore, this study aimed to evaluate the accumulation of nutrients in conventional and transgenic cultivars subjected to the same conditions. The experiment was conducted at the Federal Institute Goiano - Urutaí Campus, from 12 November 2010 to 15 April 2011. We collected whole soybean plants at 20, 40, 60, 80 and 100 days after planting. The plants were taken to the laboratory washed in tap water and divided into stems, leaves, flowers and pods, passed in distilled water, dried in a forced air at 70 ° C and ground in Willey type mill. We analyzed the N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn and Zn. The results were subjected to analysis of variance, means and regression testing. It was concluded that the greatest accumulation of biomass and thus nutrient does not guarantee high yields in soybean.

*Key words:* RR soybean, *Glycine max*, plant nutrition.

---

<sup>1</sup> Adviser: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Eli Regina Barboza de Souza EA-UFG.  
Co-adviser: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Eliana de Paula Fernandes EA-UFG.

# 1 INTRODUÇÃO

No bioma Cerrado brasileiro concentra-se grande parte da diversidade nacional e por possuir solos com boas condições físicas para a mecanização e o relevo bastante plano fez com que este tenha sido alvo das recentes expansões de atividades agrícolas.

Após a marcha para o oeste que colonizou as chamadas fronteiras agrícolas brasileiras, como Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, culturas de abertura como o arroz e pastagens cederam lugar para outras com maior valor comercial mundial como a soja. Esta é consumida no Brasil em seus subprodutos como o óleo, “leite”, farelo (nutrição animal) e em pequena escala na forma de grãos torrados ou em substituição ao feijão na merenda escolar em algumas regiões.

Consumida em grande escala na China, principal cliente brasileiro desta commodity, tem grande parte da produção que segue pelo território nacional sobre transporte rodoviário (caminhões) até os portos, sendo enviada para outros continentes movimentando a economia mundial. Devido a esta grande importância, a cultura é estudada e a partir de descobertas científicas pode-se melhorar sua capacidade produtiva, levando o Brasil ao ranking de segundo maior produtor da cultura no mundo (USDA, 2010).

Na safra 2010/2011 o Brasil foi responsável por uma produção de 161.535,50 toneladas de soja em 49.646,50 ha. A região centro-sul foi responsável por grande parte da produção totalizando 140.922,90 toneladas de soja em 39.357,90 ha. Portanto, o desenvolvimento de pesquisas para melhor adaptação das cultivares às condições ambientais da região visando um aumento do rendimento é muito importante (Conab, 2011).

Tendo em vista a expansão anual das áreas de soja e a crescente demanda pela redução do desmatamento, são necessárias técnicas e tecnologias mais eficientes. Uma das maneiras é a utilização racional de fertilizantes, mantendo o equilíbrio da planta, do solo e evitando poluições ambientais. Outra opção são as alterações genéticas da fisiologia das plantas o que pode promover o aporte necessário de nutrientes com vistas a obtenção de altas produtividades.

Bons retornos são obtidos com investimento na fertilidade do solo. Porém, é importante ainda considerar que a capacidade produtiva dos solos não depende somente da fertilidade, mas também da comunidade microbiológica desses solos (Fragoso et al., 1999), principalmente para culturas dependentes de associações simbióticas como a soja. Para que sejam obtidos ganhos produtivos é necessário um bom acondicionamento do ecossistema em que se insere a cultura.

Em relação a alterações genéticas, a Lei 11.105 de 24 de março de 2005 estabeleceu as normas que regem a segurança e mecanismos de fiscalização de atividades que envolvam biossegurança. Desde a divulgação da transgenia pelo mundo há muita especulação acerca de problemas que estes organismos podem causar aos seres humanos e ao ecossistema. Contudo, estudos revelam que a utilização de transgênicos pode reduzir o impacto de utilização de agrotóxicos devido à redução na quantidade de aplicações (Brasil, 2007).

Estudos fisiológicos das plantas são necessários para um maior conhecimento acerca do desenvolvimento destes organismos. Porém, até o momento foram realizados estudos com interferência de produtos químicos e poucos acerca do desenvolvimento das plantas foram divulgados. Por exemplo, a inserção do gene RR sendo estudado quanto à produção de óleo apontou que as cultivares transgênicas tiveram maior produção de óleo que as convencionais quando submetidas às mesmas condições (Amorim, 2011).

Para tanto, estudos com cultivares transgênicas apontam que podem existir diferenças nutricionais entre estirpes convencionais e transgênicas. Quando se aplica glifosato existem estudos que mostram que não há diferença na absorção de manganês em relação à cultivar similar genética convencional (Andrade, 2010).

Tendo em vista o exposto, o presente estudo objetivou determinar se existem diferenças de acúmulo de nutrientes entre cultivares convencionais e transgênicas, submetendo-as às mesmas condições fitotécnicas e nutricionais avaliando também as produtividades ao final do ciclo.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

A fisiologia da produção de uma cultura é importante sob o ponto de vista econômico e científico. O hábito de crescimento das plantas ao longo do ciclo biológico é a maneira com que as plantas absorvem e aproveitam minerais essenciais ao crescimento e à produção, itens imprescindíveis à qualquer cultura de valor econômico (Braz et al., 2010).

Os vegetais retiram os nutrientes, com exceção do carbono, oxigênio e hidrogênio, principalmente do solo. Desta forma, o solo desempenha um papel importante no desenvolvimento das plantas e na concentração de nutrientes em seus tecidos, variáveis dependentes da fertilidade do solo (Silveira et al., 2010).

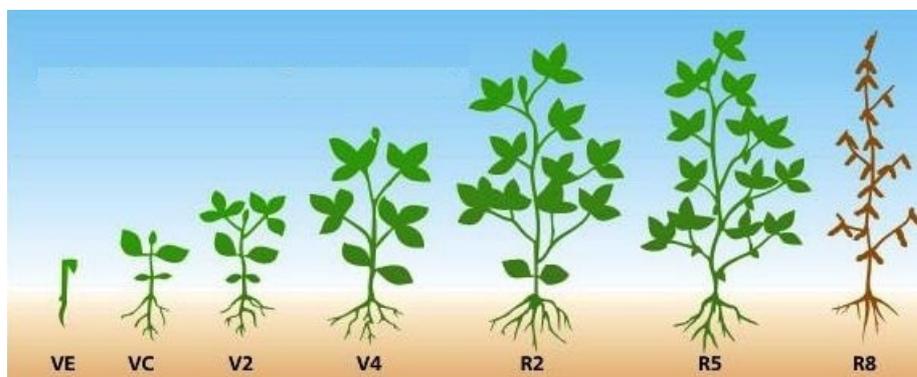
### **2.1 A CULTURA**

A soja foi trazida dos Estados Unidos para o Brasil no ano de 1882 entrando pelo nordeste brasileiro e utilizada inicialmente como planta forrageira. Após estudos climáticos no Instituto Agronômico de Campinas levaram-se cultivares para a região sul onde foi desenvolvida a cultura para grãos. Adaptações no período juvenil, desenvolvido nas primeiras cultivares em 1970, possibilitou o cultivo no Cerrado (Embrapa, 2002; Oliveira Júnior et al., 2010).

As plantas anuais normalmente experimentam os estádios: germinação da semente, estágio de plântula, juvenilidade e maturidade que compreende duas sub fases: reprodutiva e senescência. Em todo o processo de desenvolvimento, o vegetal apresenta limites entre os estádios que não são claramente determinados e o tempo varia com as espécies e condições microclimáticas (Benincasa, 2002).

O desenvolvimento da cultura é observado ao longo de seu ciclo e suas fases foram determinadas por Fehr & Caviness (1977) dividindo em estádios vegetativos e reprodutivos (Figura 1). Nos estádios vegetativos até o estágio V5, uma folha é emitida

a cada cinco dias e, após esse período até o início da granação das vagens que ocorre no estágio R5, a emissão de folhas passa a ser no intervalo de três dias (Como a planta...,1997).



**Figura 1.** Estádios fenológicos da soja. Adaptado de Iowa State University (1985).

A capacidade de absorção de nutrientes varia de acordo com o ambiente e o estágio de desenvolvimento do vegetal. Fatores endógenos como a cinética enzimática de transporte que pode ocorrer em nível transcricional e pós transcricional, além de fatores exógenos como a temperatura, a umidade, a aeração, o pH, as interações iônicas e simbióticas com outros organismos do solo, disponibilidade de água, ataque por pragas e doenças, competição com plantas daninhas são fatores que podem afetar o crescimento e utilização de nutrientes pelas plantas (Kerbaui, 2008; Raji, 2011).

Durante o desenvolvimento vegetativo a planta emite uma quantidade enésima de folhas possuindo vários estádios. Contudo, o período reprodutivo é bem definido na cultura da soja sendo composto por oito estádios que vão da floração à colheita. Climaticamente são necessárias temperaturas entre 20 °C e 30 °C, 650 mm a 700 mm de exigência hídrica e adapta-se de acordo com o fornecimento de luz em regiões determinadas pelo zoneamento climático sendo plantas de dias curtos (Farias et al., 2007).

O zoneamento climático, através de estudos de valor de cultivo e uso utilizados pelos melhoristas, define as cultivares mais indicadas para cada região. Cultivares melhoradas são portadoras de genes capazes de expressar alta produtividade, ampla adaptação, boa resistência ou tolerância a fatores bióticos ou abióticos adversos (Embrapa, 2002).

Fatores como a compactação do solo e níveis nutricionais podem influenciar na absorção de nutrientes. Silva & Rosolem (2001) verificando a compactação em relação ao acúmulo de macronutrientes concluiu que o adensamento não causou alteração na produção de matéria seca da parte aérea, porém reduziu o acúmulo de K, Ca e Mg.

Genótipos resistentes ou tolerantes são obtidos por cruzamentos ou engenharia genética. A partir destes processos foram obtidas cultivares utilizadas para plantio, entre convencionais e transgênicas com altas produtividades e boa adaptação às intempéries. Entre estas se exemplifica a soja Roundup Ready® conhecida como soja RR resistente ao herbicida glifosato.

O glifosato é um ácido fraco que transportado para o interior da célula através da membrana celular por um carreador fosfato, liga-se à enzima ácido 5-enolpiruvilshikimato-3-fosfato sintase (EPSPs), inibindo-a. A fitotoxicidade não resulta da falta de aminoácidos mas à desregulação do fluxo de carbono na planta e acúmulo de compostos intermediários tóxicos, o shikimato ou shikimato-3-fosfato. O produto move-se com os açúcares nas plantas em crescimento (Roman et al., 2007).

A soja RR foi obtida por introdução do gene *CP4 EPSPS* proveniente da estirpe C4 da bactéria do solo *Agrobacterium tumefaciens* identificada a partir da seleção de microorganismos decompositores do glifosato. O gene codifica a enzima 5-enolpiruvilshiquimato-3-fosfato sintase (EPSPS) que participa da reação de síntese de aminoácidos aromáticos (fenilalanina, tirosina e triptofano). O princípio da tolerância consiste na criação de uma rota metabólica alternativa, capaz de metabolizar o glifosato dentro da planta e com isso esta não sucumbir sob ação do herbicida (Amorim, 2011).

Poucos estudos sobre a fisiologia das plantas transgênicas foram divulgados. Porém, é comprovado que injúrias (como redução nos níveis de clorofila e no crescimento da planta) podem ser causadas pela degradação do glifosato. O produto reduz a concentração de cobre e manganês no tecido vegetal promovendo uma baixa sanidade da planta que para defesa necessita de uma quantidade suficiente de lignina, que têm sua síntese dependente da participação dos cofatores (Cu e Mn) (Albrecht & Ávila, 2010).

## 2.2 EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS

A absorção de nutrientes pela planta pode ser expressa como composta de três fases: movimento do íon para a vizinhança da raiz, entrada na raiz e translocação da raiz

até a parte aérea da planta. Isso quer dizer que nutrientes e água no solo devem alcançar a superfície da raiz para estarem disponíveis para a absorção, para tanto há necessidade de água disponível (Meurer, 2006).

Para que o nutriente seja utilizado pelas plantas ele deve encontrar-se disponível. O teor disponível de um nutriente depende das formas químicas em que este se encontra no solo, capacidade de absorção da cultura, do desenvolvimento do sistema radicular, do tempo de crescimento, das condições climáticas e disponibilidade dos outros nutrientes (Raij, 2011).

Para que a planta de soja se desenvolva bem, nas condições ambientais de Cerrado, é necessário que se eleve a saturação de bases a 50% em sequeiro e 60% em irrigados visando uma melhor disponibilidade de nutrientes (Sousa & Lobato, 2004). A elevação da saturação, aliada a um atendimento das necessidades da cultura, promovem seu bom desenvolvimento e resposta em produtividade.

Os nutrientes absorvidos pela cultura são transportados e metabolizados para formação de suas estruturas. A soja apresenta no início uma taxa de acúmulo de matéria seca bastante reduzida, que é acompanhada pela pequena absorção de nutrientes. No estágio seguinte (30-60 dias), caracteriza-se a primeira inflexão, com grande taxa ascendente de absorção e acúmulo. A fase seguinte compreende o enchimento de grãos e estando a uma fase para completar o ciclo, a taxa de todos os parâmetros apresenta sensível queda sendo dependentes do genótipo (Arantes & Souza, 1993).

O aumento na disponibilidade de nutrientes acarreta aumento na respiração, devido ao maior consumo de ATP para o transporte de íons resultando na chamada “respiração salina”. Com isso, o crescimento é maior quando a disponibilidade de nutrientes é adequada (Marengo & Lopes, 2009).

Os principais elementos nutrientes são os macronutrientes compreendidos pelo nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio, que são utilizados em grandes quantidades ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) para suprir as necessidades da planta, e os micronutrientes que são elementos-traço compreendidos pelo cobre, ferro, manganês, zinco, cobalto, molibdênio, boro e cloro, necessários em pequenas quantidades ( $\text{g ha}^{-1}$ ), porém todos essenciais e insubstituíveis (Larcher, 2006).

A necessidade de N pode ser inferida por meio do conteúdo do nutriente presente na cultura, exportado e na estimativa de produção. Porém, a capacidade do solo em fornecê-lo é complexa, pois a maior parte está ligada à fração orgânica, dependente de microorganismos e controladas por fatores climáticos (Cantarella & Montezano, 2010).

O nitrogênio (N) disponível no solo encontra-se, principalmente, na forma  $\text{NO}_3^-$ . A camada arável pode ter um teor entre  $2 \text{ mg kg}^{-1}$  e  $60 \text{ mg kg}^{-1}$ . Este teor varia com a estação climática, já que o  $\text{NO}_3^-$  é muito solúvel na água, de modo que as águas da chuva e de irrigação podem arrastar o nutriente para o subsolo (Raij, 1991).

O N, uma vez absorvido da solução ou fixado do ar, incorpora-se na planta na forma de aminoácidos. À medida que aumenta o fornecimento, as proteínas sintetizadas a partir dos aminoácidos promovem o crescimento das folhas, aumentando a superfície fotossintética (Dechen & Nachtigall, 2007).

É um nutriente necessário para síntese de clorofila e está envolvido no processo da fotossíntese, já que faz parte da molécula da clorofila. Esta situação reduz a utilização da luz como fonte de energia, fazendo com que a planta perca habilidades como, por exemplo, na absorção de nutrientes. Responsável ainda pelo incremento no conteúdo de proteínas (Arantes & Souza, 1993; Novais et al., 2007).

O avanço tecnológico propiciou a descoberta de espécies de bactérias nitrificantes mais adaptadas à inoculação de soja, desenvolvendo-se o mercado de fabricação de inoculantes. A bactéria que inocula eficientemente a soja é o *Bradyrhizobium japonicum*, principalmente, nas estirpes 29W e 587 (Reis et al., 2006).

Este microorganismo é capaz de associar-se simbioticamente às raízes da planta e utilizar o nitrogênio atmosférico. O processo de infecção ocorre entre o quarto e o sexto dia após a germinação. Aos 12 dias já pode ser detectada a atividade da enzima nitrogenase (responsável pela transformação do nitrogênio em amônia) atingindo seu ponto máximo no estágio de floração plena, declinando a partir do enchimento dos grãos (Vargas et al., 1993).

Fatores como contaminantes de solo podem influenciar na fixação biológica do nitrogênio. Castilhos et al. (2001) avaliando doses crescentes de cromo sobre a produção de matéria seca, absorção de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio em soja constataram que o acúmulo de massa seca foi negativamente afetado e que em altas concentrações pode reduzir a eficiência de nódulos.

O período crítico para a nutrição nitrogenada é o que antecede o florescimento. O número de legumes retidos pelas plantas é condicionado pelas suas condições de nutrição nitrogenada. A temperatura influencia a nutrição nitrogenada. Altas doses de N aplicadas ao solo a uma temperatura de  $15^\circ\text{C}$  reduziram a formação de legumes e a fertilização dos óvulos. A  $23^\circ\text{C}$  não houve esse efeito (Verneti, 1983).

Nas plantas, cerca de 85% do nitrogênio está na forma protéica, 10% como ácidos maléicos e 5% como amino solúveis (Mengel & Kirkby, 1982). Muitas culturas são produtoras de proteínas, como a soja, que são armazenadas nas sementes (Arantes & Souza, 1993).

Gomes (1986) determinando a porcentagem de proteína e produtividade em relação à aplicação de adubos nitrogenados constatou que não há aumento na produção de proteína na soja, sendo que esta tem escassa relação com as quantidades de nitrogênio usado.

Sfredo & Oliveira (2010) afirmam que como a soja necessita de 80 kg de N para produzir 1000 kg de grãos de soja, para a obtenção de altas produtividades a fixação de N deve ser máxima, para tanto o suprimento de molibdênio e cobalto tem de ser realizado.

Com todos os parâmetros corretos, a planta pode produzir 18,8 t de matéria seca de soja  $\text{ha}^{-1}$  a exigência em nitrogênio foi de 502 kg  $\text{ha}^{-1}$ . Para uma produtividade média de 3.093 kg de grãos  $\text{ha}^{-1}$  foram exportados 182 kg de nitrogênio  $\text{ha}^{-1}$  (Malavolta, 1980).

No solo o fósforo (P) ocorre em sua maior parte como ânion monovalente  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  e em menor proporção como  $\text{HPO}_4^{2-}$ . Atua participando dos processos da fotossíntese, respiração, armazenamento e transferência de energia, divisão e crescimento celular, dentre outros. Promove a rápida formação e crescimento das raízes (Novais et al., 2007).

Além disso, é responsável pela formação de compostos armazenadores de alta energia, como o ATP (Trifosfato de Adenosina), derivados do inositol (fitinas), fosfolipídeos, ácidos nucleicos e outros ésteres, variando de 15% a 80% nestes compostos. Nestas formas deve ser mineralizado antes de ser absorvido pelas plantas. O P inorgânico encontra-se sob variadas formas, as quais dependem do pH (Arantes & Souza, 1993; Novais et al., 2007).

Devido à sua baixa mobilidade no solo, a aplicação do nutriente deve ser controlada através de análise do solo para planejamento da disposição do adubo. A aplicação pode ser realizada no sulco em disponibilidade abaixo da adequada e pode ser utilizado na superfície do terreno em solos com teores altos ou adequados. O manejo é dependente da utilização de calcário (correção do pH) e do gesso (Sousa et al., 2010)

No que se refere à absorção pela soja, 70% a 100% do P das plantas são absorvidos nos primeiros estágios de crescimento, podendo ser provenientes do fertilizante que é absorvido até o fim de seu ciclo, embora a maior parte o seja de dois a

três meses após a aplicação (Verneti, 1983). Porém outros estudos demonstram que cerca de 70% do P total acumulado pela soja ao longo de seu ciclo é absorvido entre os estádios de formação de vagens até o enchimento dos grãos (Yamada, 2000).

Ao se trabalhar com doses crescentes de fósforo pode-se aumentar o teor foliar e a produtividade em soja. Para obtenção de uma produtividade adequada, a quantidade acumulada de P fica em torno de 20 kg ha<sup>-1</sup> (Lana et al., 2007). Uma produção aproximada de 18 t ha<sup>-1</sup> de matéria seca da parte aérea de soja foram exigidos, em média, 48 kg de P ha<sup>-1</sup> e para uma produtividade média de 3.093 kg ha<sup>-1</sup> foram exportados 16 kg de P ha<sup>-1</sup> pelos grãos (Malavolta, 1980).

O potássio (K) é absorvido da solução do solo na forma iônica (K<sup>+</sup>), sendo responsável pela abertura e fechamento estomático. É vital para a fotossíntese e respiração da planta, conseqüentemente pelo crescimento celular (Dechen & Nachtigall, 2007). É o segundo nutriente mais absorvido e mais translocado pela soja, só sendo superado pelo N. Influi no balanço nutricional por ter estreita ligação com a absorção de Ca e Mg (Verneti, 1983).

Atua sobre a formação de carboidratos e amido, metabolismo do nitrogênio e síntese de proteínas, neutralizador de ácidos orgânicos, ativador enzimático e controle osmótico (Malavolta, 1980).

Foloni & Rosolem (2008), trabalhando com produtividade e acúmulos de potássio em soja constataram que os picos de acúmulo do nutriente ocorreram entre os 50 dias e 75 dias após a emergência, independentemente do modo de aplicação e das doses de adubo utilizadas.

Quantitativamente o potássio é o segundo nutriente exigido pela soja. Seus teores variam de 6 g kg<sup>-1</sup> a 50 g kg<sup>-1</sup> de matéria seca nas plantas. Para uma produção média de 18 toneladas de matéria seca da parte aérea ha<sup>-1</sup>, a cultura extraiu 343 kg de potássio ha<sup>-1</sup> e exportam 58 kg ha<sup>-1</sup> pelos grãos (Arantes & Souza, 1993).

O cálcio (Ca) é absorvido pelas plantas na forma do cátion Ca<sup>+2</sup> e transportado de forma ascendente por fluxo de massa. Em seguida é translocado para as folhas torna-se imóvel pela formação de compostos com fosfatos, pectatos e oxalatos. Devido a isso sua redistribuição através do floema de tecidos velhos é dificultada sendo de baixa solubilidade. Essencial para o crescimento meristemático e funcionamento apropriado dos ápices radiculares, atua como modelador da ação de hormônios, regulando a germinação, crescimento e senescência. Influi diretamente no rendimento das culturas,

ao melhorar as condições das raízes, estimula a atividade microbiana, auxilia na disponibilidade de Mo e é requerido em grandes quantidades pelas bactérias fixadoras de N<sub>2</sub>. Os teores variam de 5 g kg<sup>-1</sup> a 80 g kg<sup>-1</sup> de matéria seca (Arantes & Souza, 1993; Novais et al., 2007).

O magnésio (Mg) é absorvido pelas plantas na forma Mg<sup>2+</sup>. Por suas características, a absorção pode ser fortemente afetada pela disponibilidade de K<sup>+</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, e Mn<sup>2+</sup>. Difunde-se livremente na suspensão celular, bem como associado a componentes carregados negativamente como proteínas e nucleotídeos. É um ativador de reações enzimáticas, tem papel estrutural como componente da molécula da clorofila e possui capacidade de interagir com os grupos fosforil e de formar complexos de diferentes estabilidades (Marschner, 1986). Sua presença influencia o movimento de carboidratos das folhas para outras partes e estimula a captação e transporte de fósforo na planta. Os teores do nutriente variam de 1 g kg<sup>-1</sup> a 10 g kg<sup>-1</sup> de matéria seca (Novais et al., 2007).

Uma cultura de soja bem desenvolvida necessita, em média, de 72 kg de magnésio ha<sup>-1</sup>, sendo que uma pequena parte dessa quantidade, cerca de 7 kg ha<sup>-1</sup>, é retida pelos grãos, que representam 9,7% do total (Arantes & Souza, 1993).

O enxofre (S) é absorvido na forma inorgânica como SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, sendo reduzido e incorporado a compostos orgânicos. Retorna ao solo na forma orgânica sendo mineralizado no solo por microorganismos e incorporado a aminoácidos que farão parte de proteínas e coenzimas. Pode ser incorporado à estrutura orgânica sem a redução, tal como os sulfolipídeos ou polissacarídeos. É importante para a produção de aminoácidos, proteínas, clorofila, vitaminas e hormônios da planta (Arantes & Souza, 1993; Novais et al., 2007).

Em condições de deficiência de enxofre, a inibição da síntese de proteína está inversamente correlacionada com o acúmulo de N-orgânico solúvel e de nitrato (Marschner, 1986). Vitti et al. (2007) aplicando diferentes dosagens de S foliar obteve aumento nos teores do nutriente e de N nas folhas, além da formação de mais proteína total solúvel nestas, independentemente da dose e da natureza química.

A mineralização da matéria orgânica do solo controla o fornecimento de enxofre para os vegetais, mas o SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> pode se acumular no solo, especialmente nos horizontes subsuperficiais. A adsorção do nutriente é dificultada pela aplicação do calcário e de adubos fosfatados que o deslocam para a solução do solo (Cantarella & Montezano, 2010).

Entre os macronutrientes, o enxofre é o menos exigido pela cultura da soja, ao redor de  $35 \text{ kg ha}^{-1}$ , enquanto a quantidade retirada pelos grãos é de  $10 \text{ kg ha}^{-1}$ , em cultura com produtividade média de  $3.093 \text{ kg ha}^{-1}$ . A taxa de exportação do elemento através do produto é de 29% em relação à necessidade da cultura (Malavolta, 1980). Os teores variam de  $1 \text{ g kg}^{-1}$  a  $5 \text{ g kg}^{-1}$  de matéria seca (Novais et al., 2007).

Os micronutrientes estão distribuídos entre as rochas ígneas e sedimentares. Os processos de intemperismo por meio de ações biológicas, químicas e físicas agindo sobre as rochas movimentam elementos químicos promovendo perdas e concentrações diferenciadas destes nutrientes nos solos. Para tanto, a avaliação da necessidade de aplicação destes visando o equilíbrio nas plantas é determinado através de análises dos solos e plantas (Raij, 1991; Moraes et al., 2010).

O cobre (Cu) está no solo na forma de cátion divalente, fortemente ligado aos colóides organominerais. Sua disponibilidade é alterada pela mobilidade, disponibilidade na solução do solo e variação da acidez do solo. É um nutriente que se concentra nos cloroplastos sendo ativador de diversas enzimas. Há suposições de que seja necessário à fixação simbiótica do nitrogênio atmosférico, podendo estar envolvido na síntese de leg-hemoglobina (Arantes & Souza, 1993).

Para uma produtividade de  $3.093 \text{ kg}$  de grãos  $\text{ha}^{-1}$  foram exportados  $45 \text{ g}$  do nutriente, correspondendo a aproximadamente metade da exigência total da cultura (Malavolta, 1980).

O ferro (Fe) é absorvido pelas raízes das plantas como cátion divalente ou como quelado, sendo irrelevante a absorção da forma trivalente devido à baixa solubilidade deste último a um pH normal dos solos. Este apresenta baixa mobilidade entre os diferentes órgãos da planta. Dentre suas principais funções tem-se a formação de complexos estruturais e à transferência de elétrons (ativador enzimático). Nas leguminosas participa da fixação simbiótica do nitrogênio atmosférico, fazendo parte da enzima nitrogenase (Arantes & Souza, 1993).

Uma cultura bem desenvolvida e no estágio de máximo acúmulo de matéria seca da parte aérea, exige  $4,6 \text{ kg}$  de ferro  $\text{ha}^{-1}$ . Desta quantidade,  $677 \text{ g}$  estão contidas em  $3.093 \text{ kg}$  de grãos  $\text{ha}^{-1}$  (Malavolta, 1980).

O manganês (Mn) encontra-se na solução do solo na forma bivalente ( $\text{Mn}^{2+}$ ) e a facilmente redutível ( $\text{Mn}^{3+}$ ), ambas denominadas ativas. Dependente das oscilações de pH, a redução na absorção ocorre pela baixa solubilidade, além de promover uma maior

atividade microbiana que complexa o manganês, tornando-o menos disponível. Participa do metabolismo do oxigênio na fotossíntese, em processos de oxidação, nas reações de descarboxilação e hidrólise, além da síntese de proteínas. Existe correlação positiva entre o teor foliar de manganês e a produtividade, e negativa em relação ao teor de proteína no grão (Arantes & Souza, 1993).

Alguns autores afirmam que ocorre redução na absorção de Mn devido à inserção do gene de transgenia. Porém, Andrade (2010), trabalhando com as cultivares MG/BR46 Conquista e Valiosa RR obteve que os teores foliares não diferem na transgênica em relação à convencional. Já os teores nos caules apresentam aumento significativo quando as plantas são submetidas à aplicação de glifosato. Em relação ao teor na matéria seca houve redução quando há intervenção do herbicida.

A cultura da soja bem conduzida absorve aproximadamente 806 g de Mn ha<sup>-1</sup>. A redistribuição desse nutriente da parte vegetativa para a reprodutiva é baixa, pois se observa que somente 88 g foram exportados nos 3.093 kg de grãos produzidos por hectare (Malavolta, 1980).

O zinco (Zn) é um nutriente absorvido pela planta como Zn<sup>2+</sup>, porém podendo apresentar-se também na forma ZnOH<sup>+</sup>. Sua solubilização é inversamente proporcional à elevação do pH. Moderadamente móvel na planta, um acúmulo desse nutriente nos tecidos das raízes ocorre quando suprido em grande quantidade. Não possui função estrutural participando como ativador de diversas enzimas, entre elas, as desidrogenases, aldolases, isomerasas, transfosforilases e polimerases de DNA e RNA e nas sínteses de proteínas. O AIA (ácido indol acético), um hormônio de crescimento vegetal, necessita do Zn, pois seu precursor, o triptofano, requer a síntese deste nutriente. Em folhas maduras e mais velhas, o Zn torna-se praticamente imóvel, não ocorrendo sua redistribuição para os tecidos em crescimento e de maior exigência funcional (Arantes & Souza, 1993).

Para um adequado desenvolvimento da parte aérea a planta necessita de 350 g de Zn ha<sup>-1</sup>, sendo que a fração exportada nos 3.093 kg de grãos por ha foi de 92 g ha<sup>-1</sup> (Malavolta, 1980).

Baseando-se na extração da cultura da soja pode-se quantificar a adubação e a reposição nutricional do solo em função da eficiência do fertilizante, para manutenção da fertilidade e garantia do potencial produtivo da cultura. Enfim, para produzir 3000 kg ha<sup>-1</sup> de soja sem depreciar a fertilidade do solo, seria necessário repor, por hectare a

cada safra, 150 kg de N, 30 kg de  $P_2O_5$ , 9 kg de cálcio, 6 kg de Mg e 16 kg de S, segundo Oliveira Júnior et al. (2010).

A planta apresenta maior capacidade de acumular íons quando jovens, pela maior eficiência de suas células meristemáticas jovens em relação às mais idosas serem mais maduras. Células jovens sintetizam ativamente compostos protéicos, incorporam cátions, enquanto ânions são transformados em outros compostos. Contrariamente, células maduras transportam íons com mais dificuldade reduzindo sua absorção iônica e sintetizam menor quantidade de proteína (Marenco & Lopes, 2009).

Após a absorção e alocação em suas funções os nutrientes são armazenados. Sob condições favoráveis, qualquer tecido, em qualquer órgão, armazena material que poderá ser utilizado em condições de deficiência. Durante a senescência e desenvolvimento de outros órgãos as reservas são mobilizadas, hidrolizadas e re-translocadas para tecidos e órgãos em desenvolvimento (Benincasa, 2002).

Se as plantas forem submetidas à deficiência mineral são limitadas em seu crescimento e com isso possuem desenvolvimento anormal. Se na fase principal de crescimento a absorção de minerais diminui em relação à produção de matéria seca, então a concentração de minerais no tecido vegetal também decresce. Para o metabolismo o importante é a concentração de nutrientes e não a quantidade, o que por vezes pode provocar sintomas de deficiência (Larcher, 2006).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no município de Urutaí (GO) nas coordenadas 48° 11' 35" W, 17° 28' 41" S e 800 metros de altitude, no Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí, no período de 12 de novembro de 2010 a 15 de abril de 2011.

Os tratamentos foram onze cultivares de soja foram utilizadas entre convencionais e transgênicas. As convencionais foram a BRSGO 7560, BRS Conquista, BRSGO 8360, BRSGO 7960, BRSGO 8660 e Emgopa 313. As transgênicas foram a BRSGO 7760 RR, BRS 7860 RR, BRS 8160 RR, BRS Valiosa RR e Emgopa 313 RR. As cultivares possuem ciclo variado sendo precoces, semiprecoces, médias e tardias. As épocas de coleta foram aos 20, 40, 60, 80, 100 dias após o plantio (DAP).

Utilizou-se o delineamento em parcelas subdivididas no tempo sendo as parcelas as cultivares e as subparcelas o tempo, em quatro repetições.

A área anteriormente foi cultivada com milho e preparada com uma aração e duas gradagens. Após nivelamento, a área foi demarcada com espaçamento entre linhas de 0,45 metros, em quatro blocos, com distribuição aleatória das cultivares dentro destes por sorteio. A área total do experimento foi de 792 metros quadrados (Figura 2).

Para adubação utilizou-se parâmetros de necessidade da cultura segundo Sousa & Lobato (2004) baseando-se no resultado da análise do solo (Tabela 1). Foram aplicados 5,46 kg de cloreto de potássio e 15,4 kg de superfosfato simples para suprimento de 40 kg de K<sub>2</sub>O e 35 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, respectivamente, por hectare. O cálculo do adubo foi realizado tendo em vista sua aplicação na linha de plantio.

**Tabela 1.** Resultados da análise de terra utilizada como parâmetro para cálculo de adubação da cultura da soja. Urutaí-GO,2011.

Ca	Mg	Al	H+Al	K	P	Mat. Org.	S	Na	Co	Zn	B	Cu	Fe	Mn	Mo	CTC	Sat. Bases	pH	Textura		
																			Argila	Areia	Silte
cmolc.dm <sup>-3</sup>			mg.dm <sup>-3</sup>			%			g.kg <sup>-1</sup>												
2,70	0,40	0,00	2,60	0,30	53,00	12,00	5,60	3,00	0,03	5,60	0,12	1,80	47,30	27,00	0,07	6,01	56,79	5,70	350,00	100,00	550,00

As sementes foram pesadas de acordo com a recomendação da quantidade de sementes por metro. Para o tratamento de sementes utilizou-se 200 mL de Cruiser® por 100 kg de semente e 300 mL de Vitavax Thiran® por 100 kg de semente, segundo recomendação do fabricante.

No dia do plantio as sementes foram inoculadas com inoculante turfoso Masterfix® soja que é composto pelas estirpes SEMIA 5019 (*Bradyrhizobium elkani*) e SEMIA 5079 (*Bradyrhizobium japonicum*) contendo  $5 \times 10^9$  células viáveis por grama de produto. Aplicou-se uma dosagem de 0,4 kg de inoculante para 50 kg de semente com solução açucarada para fixação do produto na semente. Juntamente com a inoculação utilizou-se cloreto de cobalto e molibdato de sódio para suprimento de cobalto e molibdênio, respectivamente.

I	II	III	IV	
2	3	5	6	55 m
7	4	8	10	
8	1	9	7	
9	11	7	4	
3	9	6	8	
5	7	1	5	
10	5	10	1	
4	10	2	9	
1	9	4	11	
11	2	11	3	
6	6	3	2	
32 linhas				

1	BRS GO 7560	Precoce
2	BRS Conquista	Médio
3	BRS GO 8360	Semi-precoce
4	BRS GO 7960	Médio
5	BRS GO 8660	Precoce
6	EMGOPA 313	Precoce
7	BRS GO 7760 RR	Precoce
8	BRS 7860 RR	Precoce
9	BRS 8160 RR	Semi-precoce
10	BRS Valiosa	Médio
11	EMGOPA 313 RR	Tardia

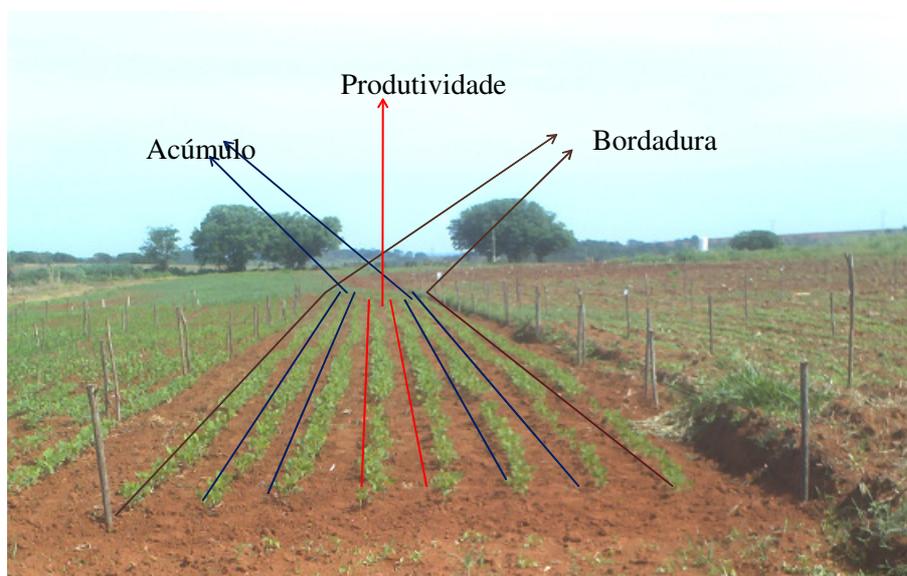
**Figura 2.** Disposição das parcelas de plantas de soja (*Glycine Max*) nos blocos I, II, III e IV, na área experimental do Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí, cultivada no período de 13/11/2010 a 15/04/2011.

O plantio foi realizado no dia 13/11/2010 e as coletas de plantas inteiras foram realizadas nos dias 03/12/2010 (20 DAP), 23/12/2010 (40 DAP), 12/01/2011 (60 DAP), 01/02/2011 (80 DAP) e 21/02/2011 (100 DAP). As produtividades foram colhidas de acordo com o ciclo das cultivares, sendo realizadas as colheitas das cultivares de ciclo

precoce e semi-precoce dia 17/03/2011, as cultivares de ciclo médio dia 25/03/2011 e as cultivares de ciclo tardio dia 15/04/2011 (Figura 2).

Em relação à coleta de plantas inteiras (Figura 3), coletaram-se cinco plantas sem raízes e que foram levadas para o laboratório para preparação. As plantas foram lavadas em água corrente para retirada de resíduos. Em seguida foram divididas em suas partes: folhas, caules, inflorescências e vagens, segundo constavam em cada época e submersas em água destilada por um minuto (Figura 4). As partes foram colocadas em sacos de papel e secas em estufa de circulação forçada de ar a 70 °C até o peso constante.

Após 48 horas foram determinadas as massas, com auxílio de balança semi-analítica, e as amostras foram trituradas em moinho de facas tipo Willey com peneira de 20 mesh (Figura 5). Preparadas, as amostras foram submetidas à análise dos teores de N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn e Zn, no Laboratório Terra Análises Agropecuárias segundo metodologia de Malavolta et al. (1997).



**Figura 3.** Disposição das plantas do bloco I em relação às coletas. Urutaí-GO, 2011.

Na colheita determinou-se o estande final de plantas de acordo com o ciclo da cultura. Coletaram-se todas as plantas nas duas linhas centrais (desprezando-se 0,5 metros de cada lado, totalizando duas linhas de quatro metros), trilhou-se para separação dos grãos e determinou-se a massa. Uma alíquota de cada parcela foi retirada para determinação da umidade e os dados foram corrigidos para umidade padrão a 14%.



**Figura 4.** Coleta de plantas inteiras e subdivisão destas em suas partes: caule, folhas, inflorescências e vagens. Urutaí-GO, 2011.



**Figura 5.** Amostras sendo trituradas em moinho de facas tipo Willey sendo passadas em peneira de 20 mesh. Urutaí-GO, 2011.

A obtenção dos valores de acúmulo de nutrientes na massa de matéria seca foram obtidos com o cálculo de equivalência por hectare. Para tanto, converteu-se a massa de matéria seca em quilos por hectare e multiplicou-se este valor pelo obtido com a análise química de cada parte do vegetal (macronutrientes em  $\text{kg ha}^{-1}$  e micronutrientes em  $\text{g ha}^{-1}$ ).

Os dados convertidos foram submetidos à análise de variância. Quando significativos realizou-se o teste de Tukey à 5% de probabilidade e determinação da regressão dos dados (Pimentel-Gomes, 2002).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 PRODUÇÃO DE MASSA DE MATÉRIA SECA

Os resultados da análise de fitomassa de folhas, caules, inflorescências (Inflor), vagens e acumulado (Total) encontram-se na Tabela 2. Pode-se observar que não houve diferenças significativas entre a matéria seca de caule e total entre as cultivares. Porém as épocas de coleta e a interação são significativas.

**Tabela 2.** Teste de F para folhas, caules, inflorescências e vagens, de plantas de soja nas cultivares convencionais e transgênicas nas épocas 20, 40, 60, 80 e 100 dias após o plantio.

FV	Folha	Caule	Inflor	Vagens	Total
Cultivares	2,479 *	1,496 ns	3,929 **	10,312 **	1,097 ns
Bloco	4,188 *	7,099 **	1,914 ns	4,603 **	6,237 **
Época	193,457 **	142,697 **	20,662 **	310,673 **	252,192 **
Cultivares x Época	5,803 **	1,860 **	3,361 **	5,243 **	1,553 *
CV %	34,52	50,63	206,66	65,33	40,40

A Tabela 3 apresenta o teste de Tukey para as fitomassas das partes da planta de soja e época de coleta. Observa-se que a cultivar 313 apresenta maior produção de folhas e inflorescências contrastando com a cultivar 7560 que obteve menor produção. No caso da inflorescência a cultivar Valiosa também apresentou maiores desempenho produtivo. Na produção de vagens as cultivares 7760 RR, 7860 RR e 8160 RR foram as que demonstraram maiores valores.

Em relação às épocas de coleta, a produção de folhas apresentou diferenças significativas entre si. Porém para caules, inflorescências e vagens a época não influencia o início do ciclo, sendo responsável por diferenças somente a partir dos 60

dias após o plantio. Observa-se que o acúmulo total de fitomassa apresenta diferenças significativas entre os períodos de coleta que se devem ao crescimento e desenvolvimento do vegetal.

O valor total para a massa de matéria seca da planta de soja aos 100 dias após o plantio é de 9111,50 kg ha<sup>-1</sup> e aproxima do dado obtido por Lazarini et al. (2000) que é de 8515 kg ha<sup>-1</sup> encontrados para soja IAC 15. Os autores ressaltam ainda que após o estágio R6 grande parte do acúmulo total da planta é devido ao aumento de matéria seca dos grãos o que também foi verificado por Caires & Fonseca (2000) e Pedrinho Júnior et al.(2004).

**Tabela 3.** Média da fitomassa seca de folhas, caules, inflorescências e vagens de cultivares de soja convencional e transgênica submetidas à análise de variância e teste de Tukey. Urutaí-GO, 2011.

Tratamento	Fitomassa (kg ha <sup>-1</sup> )									
	Cultivares	Folhas		Caules		Inflor		Vagens		Total
7560	975,24	b	1001,08	a	0,11	b	1217,39	ab	3193,82	a
Conquista	1527,19	ab	1090,08	a	2,48	ab	675,83	abc	3295,58	a
8360	1596,72	ab	1093,09	a	2,50	ab	1137,25	ab	3829,57	a
7960	1349,94	ab	1035,50	a	1,61	ab	1080,72	ab	3468,16	a
8660	1329,61	ab	1072,92	a	2,62	ab	609,93	bc	3015,09	a
313	2309,95	a	1906,84	a	9,82	a	299,42	c	4526,03	a
7760 RR	1297,97	ab	1368,37	a	1,63	ab	1285,62	a	3953,59	a
7860 RR	1447,63	ab	1146,34	a	5,64	ab	1238,78	a	3838,39	a
8160 RR	2060,33	ab	1608,48	a	3,09	ab	1230,07	a	4901,96	a
Valiosa	1700,66	ab	1271,15	a	9,72	a	735,89	abc	3717,42	a
313 RR	1676,43	ab	1486,12	a	10,27	a	162,53	c	3335,36	a
Época										
20	74,05	e	18,58	d	0,00	b	0,00	c	92,63	e
40	721,83	d	290,23	d	0,00	b	0,00	c	1012,24	d
60	1908,87	c	1260,80	c	8,53	b	22,50	c	3200,70	c
80	2369,56	b	2027,81	b	13,97	a	842,03	b	5253,37	b
100	2776,45	a	2802,56	a	0,00	a	3532,48	a	9111,50	a
CV %	34,52		50,63		206,66		65,33		40,40	

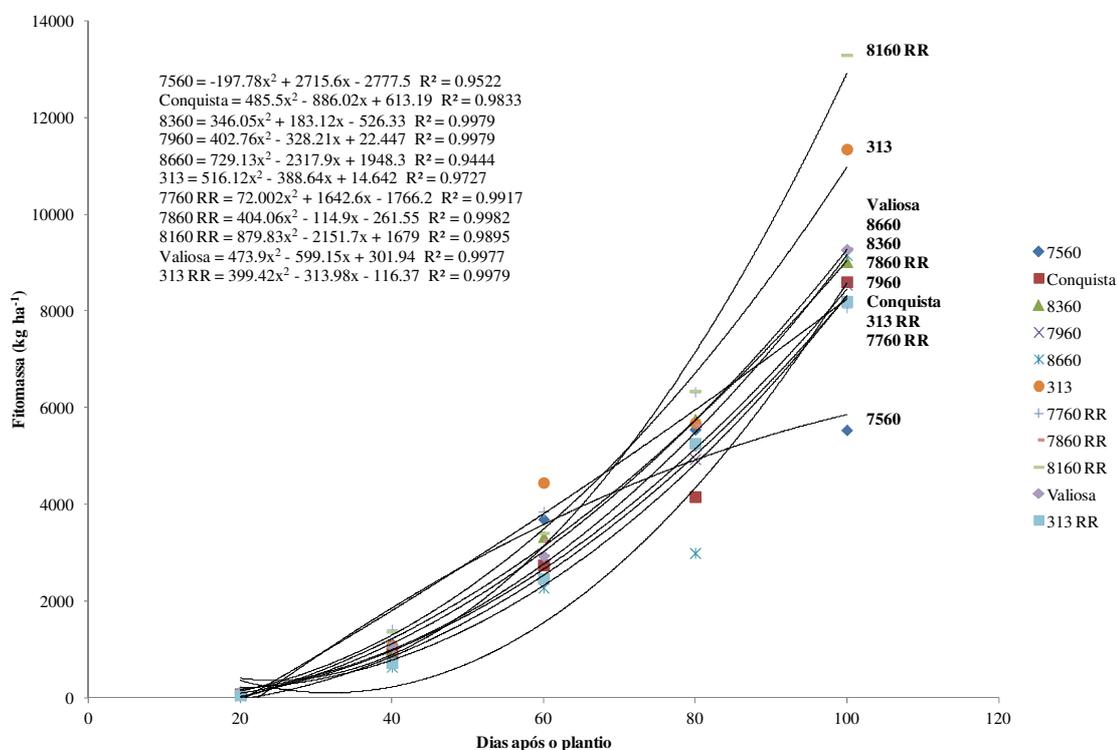
As médias seguidas de letras iguais não diferem pelo teste de tukey ao nível de significância de 0,05.

Os acúmulos de fitomassa por época, por cultivar e parte da planta estão dispostos nas Figuras 6 e 7. Observa-se que para as cultivares convencionais o maior

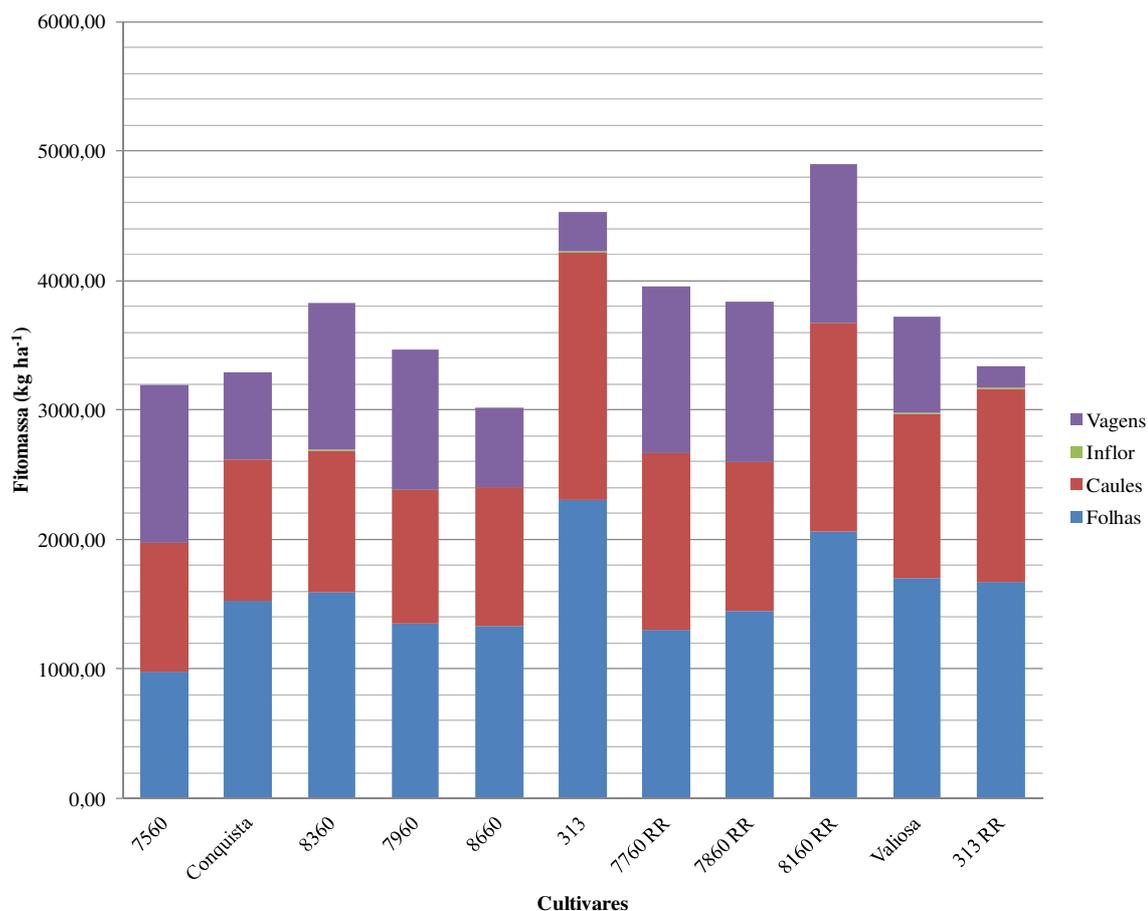
acúmulo de fitomassa ocorre na cultivar 313 que apresenta o maior acúmulo nas folhas e nos caules. Já para as cultivares transgênicas, o maior índice é determinado pela cultivar 8160 RR que apresenta maior acúmulo nas vagens.

Os dados obtidos para fitomassa total são inferiores aos encontrados por Padovan et al. (2002) que trabalharam com as cultivares Taquari, Mandi, Campo Grande, Surubi, Celeste e Lambari avaliadas aos 80 dias após a emergência. Somente as cultivares 313 e 8160 RR apresentaram valores próximos ao da cultivar Surubi. Um fator importante a ser considerado na comparação é que os dados foram obtidos pelos autores em condições de Mata Atlântica o que pode ter interferido no desenvolvimento da cultura.

A cultivar 313 pela análise têm uma grande capacidade de acúmulo de matéria seca, mas com uma baixa remobilização desta para a produção de vagens. O fato da cultivar produzir muitas folhas pode, em períodos de intensas chuvas, apresentar maiores incidência de doenças o que poderia reduzir a produtividade. Contudo, a cultivar 8160 RR foi mais eficiente em produção, tendo em vista que mesmo acumulando menor quantidade de fitomassa promove melhores retornos em produção de vagens.



**Figura 6.** Fitomassa acumulada das cultivares convencionais e transgênicas nas épocas 20, 40, 60, 80 e 100 dias após o plantio. Urutá-GO, 2011.



**Figura 7.** Fitomassa média das cultivares de soja convencionais e transgênicas coletadas nas épocas 20, 40, 60 80 e 100 dias após o plantio. Urutaí-GO, 2011.

## 4.2 NUTRIENTES

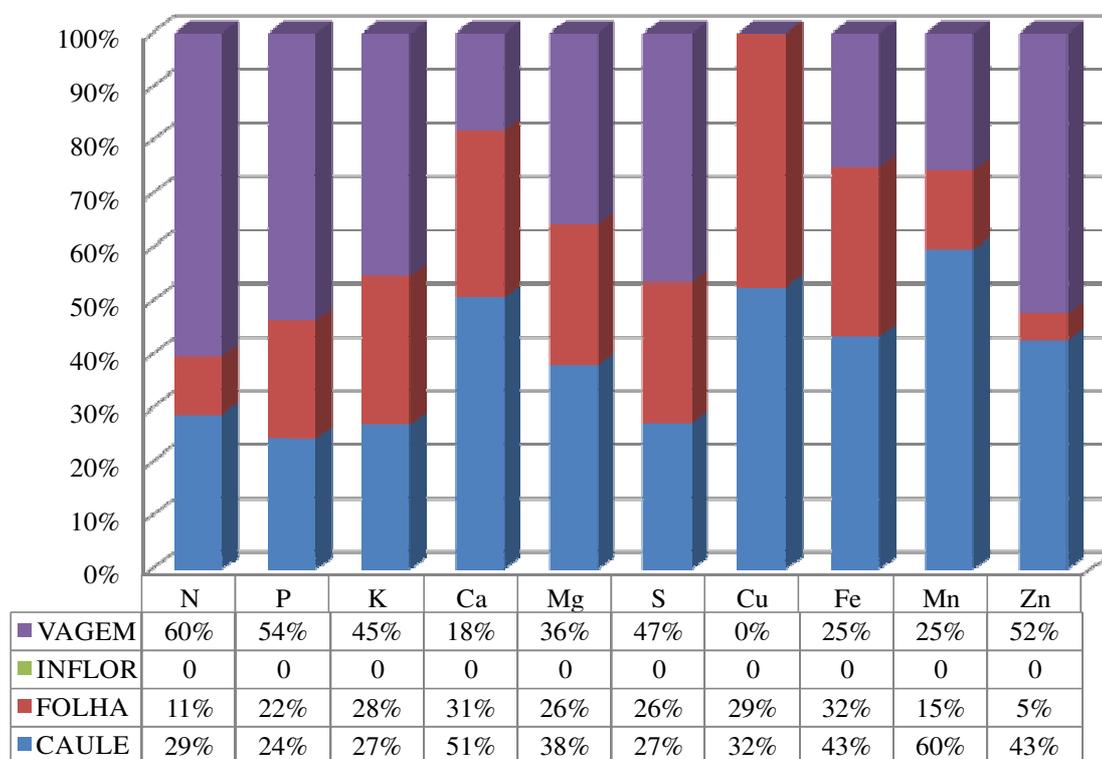
Na Figura 8 observa-se os valores percentuais nas partes da planta inteira aos 100 dias após o plantio, para cada nutriente acumulado. Pode-se inferir que a sequência de acúmulo de nutrientes nas vagens é N>P>Zn>S>K>Cu>Mg>Fe=Mn>Ca. Para a formação de folhas há diferenciação sendo que a sequência passa a ser Fe>Ca>Cu>K>Mg=S>P>Mn>N>Zn. Já na formação de caules a demanda é Mn>Ca>Fe=Zn>Mg>Cu>N>K=S>P.

Como o gráfico foi feito com os dados da última coleta para que se pudesse verificar a fase final de formação das vagens, pode-se observar que os nutrientes mais móveis e retranslocáveis foram mais encontrados nas vagens. Formadores de estrutura e pouco móveis no floema, como o cálcio, são encontrados em menores quantidades.

O contrário do obtido por Pedrinho Júnior et al. (2004) trabalhando com soja em ambiente protegido, encontraram que o maior acúmulo de nutrientes na soja é verificado

para P, Mg e S. Dados obtidos por Caires & Fonseca (2000) trabalhando com soja em sistema de plantio direto demonstraram que para extração de nutrientes da parte aérea pela planta a soja responde à seguinte sequência  $N > K > Ca > P \geq Mg > S$ .

Os valores relativos (em %) encontrados na Figura 8 como representam somente os 100 DAP apresentaram-se diferentes da sequência obtida por Caires & Fonseca (2000) que demonstrou absorção e não teores de acúmulo. Tendo em vista estas exigências e observando as funções dos nutrientes nas plantas, os micronutrientes que funcionam em sua maioria como cofatores enzimáticos demonstram ser muito importantes, principalmente na fase final do ciclo.



**Figura 8.** Percentuais de nutrientes nas partes da soja aos 100 dias após o plantio. Urutaí-GO, 2011.

#### 4.2.1 MACRONUTRIENTES

A análise de variância e o teste de médias para os macro e micronutrientes encontram-se nas Tabelas 4, 6 e 8. Observa-se que houve diferença no acúmulo total de nutrientes somente para o Ca e Mn entre as cultivares. Entre as demais não há diferenças no acúmulo total, no entanto, quando se observam as partes da planta há

diferenças de acúmulo nas entre as partes analisadas. Analisando-se ainda os outros fatores observa-se que para as épocas e a interação entre as cultivares nas épocas apresentaram diferenças significativas (ao nível de 0,01 de significância no teste de F) para todos os nutrientes analisados.

O acúmulo diferenciado entre as partes da planta caracterizam que ao longo do ciclo pode haver diferenças na absorção e remobilização dos nutrientes dentro das plantas entre as cultivares.

Em relação ao acúmulo de nutrientes nas cultivares observa-se pelo teste de Tukey (Tabelas 5, 7 e 9) que para as folhas a cultivar 313 é mais eficiente na absorção de N, P, K, Ca, S e Fe, sendo que para o Mg é a 8160 RR e a Valiosa, para Mn e Zn é a 8160 RR. Os caules não apresentaram diferenças em relação às cultivares. Para inflorescências as cultivares 313 RR e 313 acumulam mais N, a 313 RR mais K, P, Ca, Mg, S, Fe e Zn, e a 8160 RR em acumular Mn e Cu. Nas vagens o acúmulo é variado para os nutrientes entre as cultivares.

Analisando-se os teores totais das cultivares observa-se que os dados diferenciam-se dos encontrados por Padovan et al. (2002) que trabalhando com seis cultivares encontrou valores maiores que os encontrados nas Tabelas 5 e 7 para P, Ca e Mg que pode ser explicado pelos baixos teores destes nutrientes nos solos de Cerrado em comparação aos da Mata Atlântica.

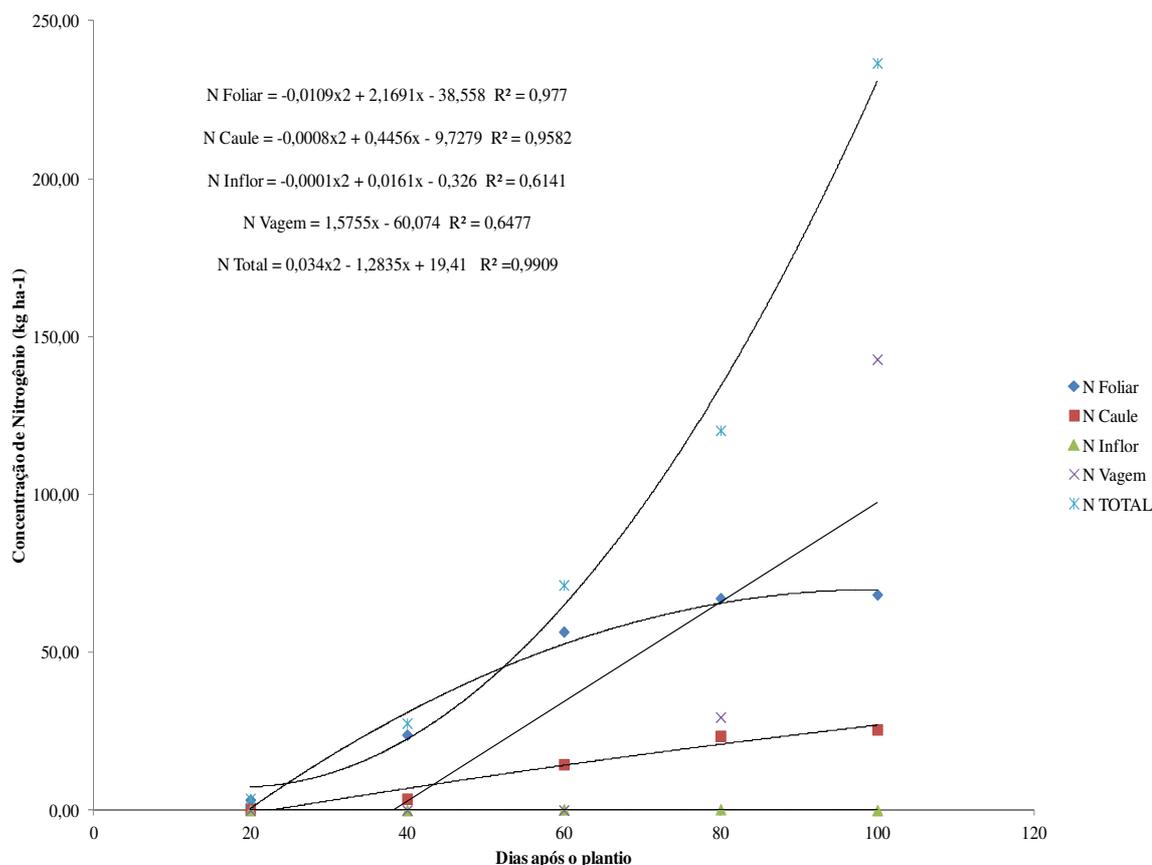
O teste demonstra que as diferentes cultivares devem ser tratadas individualmente em relação à sua necessidade de nutrientes. No entanto, avaliando-se no total, a necessidade de nutrientes apesar de maior em algumas cultivares é praticamente homogênea.

Os níveis de macronutrientes e micronutrientes demonstram ainda que a soja tem acúmulo progressivo entre as épocas até os 100 dias após o plantio, tendo comportamento invertido somente nas inflorências que após a fecundação são expelidas reduzindo seu volume. Somente o teor de Zn acumulado no caule que apresenta redução na partir dos 60 dias após o plantio.

Para tanto, há diferenças significativas entre as cultivares após os 60 DAP em relação ao acúmulo total, corroborando com os autores Pedrinho Júnior et al. (2004). Porém, em relação às partes da planta, observa-se que diferenciam-se em relação aos nutrientes. Tendo em vista estas diferenças foram realizados ajustes polinomiais para cada nutriente em relação à época de coleta e cultivares.

Observando-se as cultivares em relação à transgenia verifica-se que apresentam comportamento diverso em relação ao acúmulo nas partes da planta. Por exemplo, as cultivares Conquista e Valiosa não diferem em relação ao acúmulo da maioria dos nutrientes, porém quando se analisa o comportamento das cultivares 313 e 313 RR há diferenças entre o acúmulo de nutrientes entre as partes da planta.

Para a concentração de nitrogênio (Figura 9) diferenciam-se nas partes da planta em todas as épocas. No caule há um acúmulo contínuo ao longo de todo o período analisado. Entretanto, quando se observa o comportamento da curva de folhas, o acúmulo é progressivo até os 80 dias após o plantio onde ocorre uma inversão no acúmulo, devido à mobilidade do N que passa então a ser revertido para a produção de vagens. Quanto ao comportamento das cultivares observa-se que a cultivar 8160 RR é a que apresenta os maiores índices e a 7560 é a que apresenta menores índices acumulados aos 100 dias após o plantio (Figura 10).



**Figura 9.** Concentração de nitrogênio nas partes das plantas de soja nas épocas de coleta 20, 40, 60, 80 e 100 dias após o plantio. Urutaí-GO, 2011.

**Tabela 4.** Teste de F para os macronutrientes, N, P e K em plantas de soja nas cultivares nas épocas 20, 40, 60, 80 e 100 dias após o plantio.

FV	N					P					K				
	Folha	Caule	Inflor	Vagem	Total	Folha	Caule	Inflor	Vagem	Total	Folha	Caule	Inflor	Vagem	Total
<b>Cultivares</b>	2,16 *	1,83 *	3,80 **	10,05 **	<b>14,04 ns</b>	3,51 **	0,55 ns	3,41 **	10,36 **	<b>16,35 ns</b>	1,94 *	1,14 ns	3,46 **	8,71 **	<b>0,75 ns</b>
<b>Bloco</b>	4,33 *	5,82 **	0,79 ns	4,21 *	<b>57,21 **</b>	4,28 *	7,73 **	0,90 ns	4,42 *	<b>63,67 **</b>	4,69 **	6,95 **	0,85 ns	4,43 *	<b>63,60 **</b>
<b>Época</b>	166,39 **	89,73 **	18,74 **	316,06 **	<b>273,57 **</b>	205,94 **	156,03 **	17,23 **	303,78 **	<b>284,96 **</b>	169,39 **	126,45 **	14,41 **	300,24 **	<b>231,69 **</b>
<b>Cult x Época</b>	5,86 **	3,11 **	5,72 **	5,47 **	<b>19,53 **</b>	7,63 **	1,86 **	5,35 **	5,38 **	<b>17,07 *</b>	6,01 **	1,95 **	5,18 **	4,53 **	<b>14,38 ns</b>
<b>CV %</b>	33,93	58,72	209,90	67,04	<b>40,30</b>	32,36	47,7	218,90	67,36	<b>40,32</b>	33,75	48,22	239,42	66,01	<b>38,25</b>

**Tabela 5.** Teste de tukey para as médias dos acúmulos totais dos macronutrientes, N, P e K de plantas de soja. Urutaí-GO, 2011.

Tratamento	Teor de macronutrientes (kg ha <sup>-1</sup> )														
	N					P					K				
	Folha	Caule	Inflor	Vagem	Total	Folha	Caule	Inflor	Vagem	Total	Folha	Caule	Inflor	Vagem	Total
<b>7560</b>	26,05 b	9,93 a	0,00 b	43,41 abc	<b>79,38 a</b>	2,79 c	3,07 a	0,00 b	5,63 a	<b>11,49 a</b>	23,06 b	18,69 a	0,00 b	23,52 ab	<b>65,27 a</b>
<b>Conquista</b>	42,56 ab	10,44 a	0,05 ab	25,85 bcd	<b>78,91 a</b>	4,36 abc	2,86 a	0,01 ab	2,75 bcd	<b>9,98 a</b>	28,93 ab	22,26 a	0,05 b	15,06 ab	<b>66,30 a</b>
<b>8360</b>	48,07 ab	11,32 a	0,05 ab	46,11 abc	<b>105,56 a</b>	4,23 abc	3,33 a	0,01 ab	4,20 ab	<b>11,76 a</b>	34,27 ab	22,98 a	0,05 b	24,86 ab	<b>82,16 a</b>
<b>7960</b>	42,17 ab	11,34 a	0,01 b	41,71 abc	<b>95,23 a</b>	3,43 bc	3,03 a	0,00 b	4,75 ab	<b>11,21 a</b>	30,73 ab	23,02 a	0,01 b	22,77 ab	<b>76,53 a</b>
<b>8660</b>	36,91 ab	9,61 a	0,07 ab	24,27 cd	<b>70,85 a</b>	3,33 bc	2,93 a	0,01 ab	2,69 bcd	<b>8,96 a</b>	28,15 ab	23,23 a	0,04 b	16,71 abc	<b>68,14 a</b>
<b>313</b>	59,45 a	19,10 a	0,26 a	10,48 d	<b>89,28 a</b>	6,69 a	4,11 a	0,04 ab	1,32 cd	<b>12,16 a</b>	48,29 a	36,19 a	0,24 ab	7,67 c	<b>92,39 a</b>
<b>7760 RR</b>	35,58 ab	13,08 a	0,04 ab	49,63 ab	<b>98,34 a</b>	3,67 bc	3,57 a	0,01 ab	5,68 a	<b>12,93 a</b>	28,49 ab	26,18 a	0,04 b	29,92 a	<b>84,63 a</b>
<b>7860 RR</b>	36,52 ab	10,75 a	0,10 ab	48,58 abc	<b>95,95 a</b>	3,98 abc	2,86 a	0,02 ab	5,55 a	<b>12,41 a</b>	28,53 ab	20,09 a	0,12 ab	26,74 ab	<b>75,48 a</b>
<b>8160 RR</b>	56,90 ab	16,56 a	0,08 ab	51,47 a	<b>125,01 a</b>	5,77 ab	3,75 a	0,02 ab	5,41 ab	<b>14,96 a</b>	39,36 ab	28,53 a	0,09 ab	27,28 ab	<b>95,26 a</b>
<b>Valiosa</b>	47,67 ab	16,33 a	0,10 ab	30,62 abcd	<b>94,72 a</b>	4,46 abc	2,95 a	0,02 ab	3,39 abc	<b>10,82 a</b>	33,86 ab	24,92 a	0,10 ab	16,85 abc	<b>75,73 a</b>
<b>313 RR</b>	50,15 ab	20,23 a	0,27 a	6,86 d	<b>77,51 a</b>	3,68 bc	3,22 a	0,05 a	0,64 d	<b>7,59 a</b>	36,91 ab	31,33 a	0,32 a	3,96 c	<b>72,52 a</b>
<b>Época</b>															
<b>20</b>	3,29 d	0,39 c	0,00 b	0,00 c	<b>3,68 e</b>	0,19 d	0,04 c	0,00 b	0,00 c	<b>0,23 d</b>	2,00 d	0,49 d	0,00 b	0,00 c	<b>2,50 e</b>
<b>40</b>	23,89 c	3,65 c	0,00 b	0,00 c	<b>27,53 d</b>	2,04 c	0,58 c	0,00 b	0,00 c	<b>2,62 d</b>	18,33 c	6,97 d	0,00 b	0,00 c	<b>25,29 d</b>
<b>60</b>	56,50 b	14,56 b	0,23 a	0,00 c	<b>71,29 c</b>	5,57 b	3,41 b	0,04 a	0,00 c	<b>9,02 c</b>	43,85 b	30,84 c	0,24 a	0,00 c	<b>74,93 c</b>
<b>80</b>	67,12 a	23,48 a	0,24 a	29,45 b	<b>120,29 b</b>	6,20 b	5,79 a	0,04 a	3,49 b	<b>15,52 b</b>	53,21 a	40,26 b	0,25 a	19,93 b	<b>113,66 b</b>
<b>100</b>	68,31 a	25,51 a	0,00 b	142,82 a	<b>236,64 a</b>	7,07 a	6,41 a	0,00 b	15,60 a	<b>29,09 a</b>	46,51 b	47,53 a	0,00 b	77,94 a	<b>171,99 a</b>
<b>CV %</b>	33,93	58,72	209,90	67,04	<b>40,3</b>	32,36	47,70	218,90	67,36	<b>40,32</b>	33,75	48,22	239,42	66,01	<b>38,3</b>

As médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente ao nível de 0,01.

**Tabela 6.** Teste de F para os macronutrientes, Ca, Mg e S em plantas de soja nas cultivares nas épocas 20, 40, 60, 80 e 100 dias após o plantio.

FV	Ca					Mg					S				
	Folha	Caule	Inflor	Vagem	Total	Folha	Caule	Inflor	Vagem	Total	Folha	Caule	Inflor	Vagem	Total
<b>Cultivares</b>	2,79 *	4,53 **	3,91 **	4,93 **	<b>20,06 *</b>	3,17 **	1,02 ns	3,07 **	8,39 **	<b>10,43 ns</b>	3,31 **	0,95 ns	3,27 **	10,93 **	<b>0,87 ns</b>
<b>Bloco</b>	3,61 *	7,03 **	0,83 ns	4,77 **	<b>51,61 **</b>	3,42 *	7,50 **	0,68 ns	4,46 *	<b>57,36 **</b>	3,88 *	7,75 **	0,87 ns	4,59 **	<b>66,15 **</b>
<b>Época</b>	224,17 **	174,25 **	15,31 **	281,66 **	<b>259,30 **</b>	196,28 **	147,20 **	17,48 **	298,36 **	<b>239,91 **</b>	199,02 **	144,83 **	18,95 **	302,29 **	<b>273,07 **</b>
<b>Cult x Época</b>	7,10 **	7,02 **	5,69 **	3,37 **	<b>39,56 **</b>	7,57 **	2,86 **	5,13 **	4,08 **	<b>2,33 **</b>	9,27 **	1,97 **	5,65 **	5,89 **	<b>11,53 ns</b>
<b>CV %</b>	39,61	57,31	233,72	63,96	<b>42,67</b>	39,23	49,59	218,19	65,45	<b>41,41</b>	36,38	48,23	209,26	68,45	<b>42,08</b>

**Tabela 7.** Teste de tukey para as médias dos acúmulos totais dos macronutrientes, Ca, Mg e S de plantas de soja. Urutá-GO, 2011.

Tratamento	Teor de macronutrientes (kg ha <sup>-1</sup> )														
	Ca					Mg					S				
Cultivares	Folha	Caule	Inflor	Vagem	Total	Folha	Caule	Inflor	Vagem	Total	Folha	Caule	Inflor	Vagem	Total
<b>7560</b>	13,71 b	7,72 b	0,00 c	7,63 a	<b>29,06 b</b>	3,77 b	4,01 a	0,00 b	4,74 ab	<b>12,53 a</b>	1,23 b	2,23 a	0,00 b	2,54 ab	<b>6,00 a</b>
<b>Conquista</b>	37,94 a	8,53 b	0,02 bc	5,01 abc	<b>51,50 ab</b>	8,61 ab	5,58 a	0,01 ab	2,51 bcd	<b>16,70 a</b>	2,01 ab	1,92 a	0,00 abc	1,33 bcd	<b>5,25 a</b>
<b>8360</b>	29,83 ab	12,09 b	0,02 bc	5,73 abc	<b>47,67 ab</b>	6,88 ab	7,10 a	0,01 ab	3,37 abc	<b>17,35 a</b>	2,07 ab	1,44 a	0,00 abc	2,25 abc	<b>5,76 a</b>
<b>7960</b>	23,44 ab	9,06 b	0,01 c	6,48 abc	<b>38,99 ab</b>	5,08 ab	4,37 a	0,00 b	3,85 ab	<b>13,30 a</b>	1,54 b	1,63 a	0,00 b	2,18 abc	<b>5,35 a</b>
<b>8660</b>	24,32 ab	13,93 b	0,02 bc	5,42 abc	<b>43,70 ab</b>	5,84 ab	4,17 a	0,01 ab	2,89 abcd	<b>12,91 a</b>	1,83 ab	1,92 a	0,00 abc	1,39 abcd	<b>5,14 a</b>
<b>313</b>	36,26 a	25,71 a	0,11 ab	3,14 bc	<b>65,21 a</b>	8,07 ab	5,50 a	0,03 ab	1,05 cd	<b>14,64 a</b>	3,17 a	2,63 a	0,02 ab	0,51 d	<b>6,33 a</b>
<b>7760 RR</b>	23,59 ab	15,90 ab	0,02 bc	7,24 ab	<b>46,74 ab</b>	6,09 ab	5,62 a	0,01 ab	4,94 a	<b>16,65 a</b>	1,40 b	2,20 a	0,00 abc	2,61 a	<b>6,21 a</b>
<b>7860 RR</b>	26,42 ab	13,72 b	0,05 abc	7,11 ab	<b>47,29 ab</b>	6,50 ab	6,15 a	0,02 ab	4,56 ab	<b>17,23 a</b>	1,87 ab	1,95 a	0,01 abc	2,54 ab	<b>6,36 a</b>
<b>8160 RR</b>	32,26 ab	16,74 ab	0,03 abc	6,32 abc	<b>55,35 ab</b>	10,32 a	5,53 a	0,01 ab	3,96 ab	<b>19,82 a</b>	2,67 ab	2,56 a	0,01 abc	2,32 abc	<b>7,56 a</b>
<b>Valiosa</b>	33,43 ab	16,21 ab	0,04 abc	8,90 a	<b>58,57 ab</b>	9,12 a	4,67 a	0,02 ab	3,93 ab	<b>17,74 a</b>	2,35 ab	1,93 a	0,01 abc	1,21 cd	<b>5,49 a</b>
<b>313 RR</b>	25,82 ab	12,25 b	0,12 a	2,76 c	<b>40,95 ab</b>	6,35 ab	6,39 a	0,04 a	0,91 d	<b>13,68 a</b>	2,23 ab	2,18 a	0,02 a	0,26 d	<b>4,68 a</b>
<b>Época</b>															
<b>20</b>	0,86 d	0,25 d	0,00 b	0,00 c	<b>1,11 d</b>	0,18 d	0,11 c	0,00 b	0,00 c	<b>0,29 d</b>	0,10 d	0,03 c	0,00 b	0,00 c	<b>0,13 d</b>
<b>40</b>	6,82 d	1,84 d	0,00 b	0,00 c	<b>8,66 d</b>	1,87 c	1,00 c	0,00 b	0,00 c	<b>2,87 d</b>	1,02 c	0,43 c	0,00 b	0,00 c	<b>1,45 d</b>
<b>60</b>	30,45 c	8,59 c	0,09 a	0,00 c	<b>39,12 c</b>	9,15 b	5,25 b	0,04 a	0,00 c	<b>14,44 c</b>	2,23 b	2,23 b	0,02 a	0,00 c	<b>4,48 c</b>
<b>80</b>	39,15 b	20,10 b	0,10 a	7,65 bc	<b>67,00 b</b>	9,63 b	10,76 a	0,03 a	3,55 b	<b>23,97 b</b>	2,60 b	3,53 a	0,01 a	1,50 b	<b>7,64 b</b>
<b>100</b>	62,28 a	38,25 a	0,00 b	22,23 a	<b>122,76 a</b>	13,99 a	9,74 a	0,00 b	13,13 a	<b>36,86 a</b>	4,22 a	4,04 a	0,00 b	7,19 a	<b>15,46 a</b>
<b>CV %</b>	39,61	57,31	233,72	63,96	<b>42,7</b>	39,23	49,59	218,19	65,45	<b>41,41</b>	36,38	48,23	209,26	68,45	<b>42,08</b>

As médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente ao nível de 0,01.

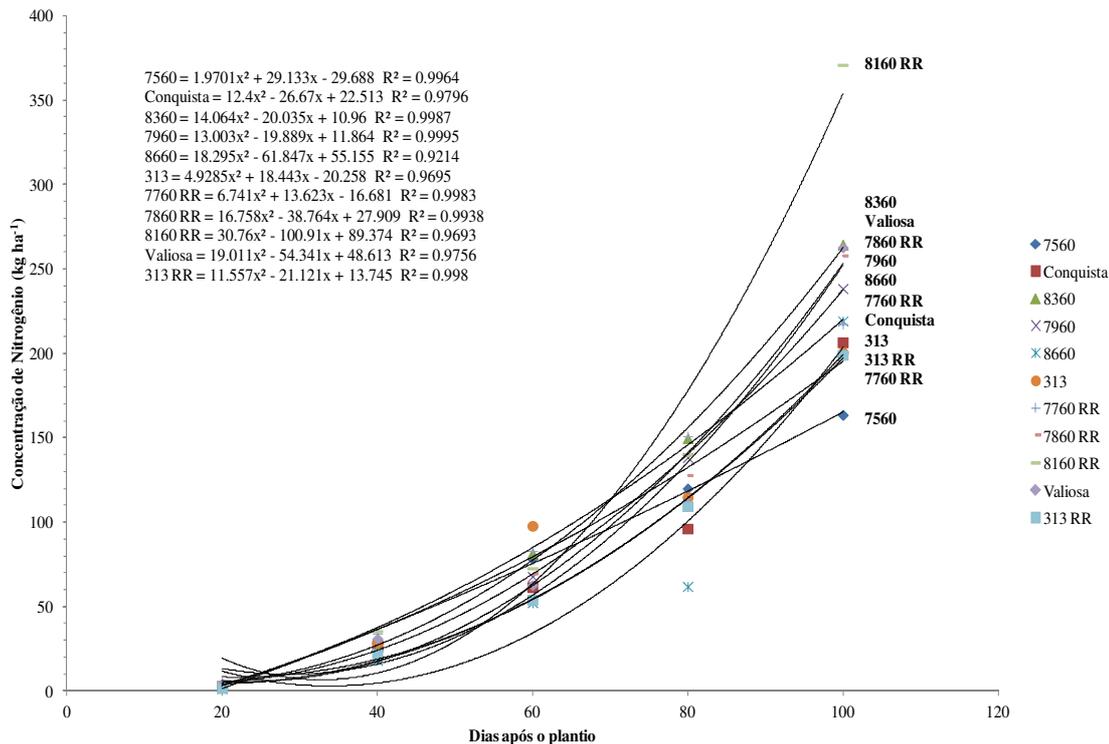
**Tabela 8.** Teste de F para os micronutrientes, Cu, Fe, Mn e Zn em plantas de soja nas cultivares nas épocas 20, 40, 60, 80 e 100 dias após o plantio.

FV	Cu					Fe					Mn					Zn																								
	Folha	Caulé	Inflorescência	Vagem	Total	Folha	Caulé	Inflorescência	Vagem	Total	Folha	Caulé	Inflorescência	Vagem	Total	Folha	Caulé	Inflorescência	Vagem	Total																				
Cultivares	2,17	*	0,98	ns	16,17	**	8,82	**	<b>0,66</b>	ns	3,98	**	2,03	*	2,69	*	4,25	**	<b>17,60</b>	ns	4,14	**	3,09	**	17,05	**	8,59	**	<b>28,02</b>	*	3,07	**	3,94	**	3,71	**	5,37	**	<b>17,71</b>	ns
Bloco	5,61	**	8,95	**	0,40	ns	4,43	*	<b>74,31</b>	**	4,58	**	8,14	**	0,73	ns	5,47	**	<b>63,89</b>	**	3,13	*	6,49	**	0,75	ns	4,23	*	<b>42,56</b>	*	4,16	*	6,65	**	0,55	ns	6,25	**	<b>55,03</b>	**
Época	77,71	**	102,56	**	51,45	**	293,53	**	<b>166,72</b>	**	200,36	**	161,02	**	27,95	**	261,83	**	<b>240,34</b>	**	201,85	**	143,55	**	30,72	**	254,15	**	<b>237,22</b>	**	172,13	**	120,17	**	21,50	**	272,82	**	<b>246,46</b>	**
Cult x Época	6,34	**	4,30	**	19,29	**	5,11	**	<b>2,60</b>	**	9,28	**	3,77	**	5,14	**	2,67	**	<b>29,74</b>	**	8,14	**	4,36	**	19,92	**	4,85	**	<b>46,41</b>	**	9,88	**	10,24	**	6,17	**	2,49	**	<b>29,92</b>	**
CV %	39,21		41,85		173,32		66,29		<b>35,78</b>		33,63		50,74		185,36		71,92		<b>38,94</b>		39,68		47,84		198,36		68,53		<b>40,53</b>		35,44		43,25		200,91		68,89		<b>39,31</b>	

**Tabela 9.** Teste de tukey para as médias dos acúmulos totais dos micronutrientes, Cu, Fe, Mn e Zn de plantas de soja. Urutaí-GO, 2011.

Tratamento	Teor de micronutrientes (g ha <sup>-1</sup> )																																							
	Cu					Fe					Mn					Zn																								
	Folha	Caulé	Inflorescência	Vagem	Total	Folha	Caulé	Inflorescência	Vagem	Total	Folha	Caulé	Inflorescência	Vagem	Total	Folha	Caulé	Inflorescência	Vagem	Total																				
<b>7560</b>	3,66	a	2,91	a	0,00	b	2,76	a	<b>9,33</b>	a	253,69	c	294,38	ab	0,00	b	157,18	ab	<b>705,24</b>	a	39,48	b	16,80	b	0,00	b	32,23	a	<b>88,52</b>	b	<b>30,669</b>	b	5,64	ab	0,00	b	37,16	a	<b>73,47</b>	a
<b>Conquista</b>	4,59	a	3,52	a	0,00	b	1,94	abc	<b>10,06</b>	a	438,25	abc	267,43	ab	0,72	ab	90,02	bc	<b>796,42</b>	a	113,42	ab	19,77	b	0,08	b	12,56	bcd	<b>145,83</b>	ab	<b>60,392</b>	ab	5,63	ab	0,08	ab	20,67	ab	<b>86,78</b>	a
<b>8360</b>	4,78	a	3,94	a	0,02	b	2,27	ab	<b>11,01</b>	a	593,45	ab	343,55	ab	0,83	ab	156,36	ab	<b>1094,19</b>	a	78,36	abc	23,03	ab	0,10	b	23,92	abc	<b>125,41</b>	ab	<b>55,151</b>	ab	7,68	abc	0,10	ab	27,86	ab	<b>90,80</b>	a
<b>7960</b>	5,48	a	2,49	a	0,00	b	2,34	ab	<b>10,31</b>	a	401,25	abc	193,54	ab	0,28	ab	149,93	abc	<b>744,99</b>	a	78,26	abc	18,49	b	0,02	b	22,54	abc	<b>119,31</b>	ab	<b>37,872</b>	b	6,10	ab	0,02	b	32,44	a	<b>76,44</b>	a
<b>8660</b>	3,70	a	3,09	a	0,01	b	1,25	bcd	<b>8,06</b>	a	471,54	abc	346,36	ab	0,48	ab	141,78	abc	<b>960,15</b>	a	105,25	abc	17,72	b	0,10	b	26,38	ab	<b>149,45</b>	ab	<b>44,775</b>	ab	6,83	ab	0,07	b	20,50	ab	<b>72,16</b>	a
<b>313</b>	6,69	a	4,28	a	0,02	b	0,60	cd	<b>11,59</b>	a	713,86	a	499,21	a	1,94	ab	52,62	c	<b>1267,62</b>	a	122,64	ab	34,22	ab	0,42	b	9,05	cd	<b>166,33</b>	ab	<b>47,615</b>	ab	11,53	ab	0,37	ab	9,91	b	<b>69,44</b>	a
<b>7760 RR</b>	4,37	a	3,50	a	0,00	b	2,56	ab	<b>10,43</b>	a	327,27	bc	271,74	ab	0,60	ab	144,34	abc	<b>743,95</b>	a	73,06	bc	23,94	ab	0,06	b	28,54	ab	<b>125,59</b>	ab	<b>35,288</b>	b	7,62	abc	0,09	ab	32,74	a	<b>75,73</b>	a
<b>7860 RR</b>	3,05	a	2,91	a	0,03	b	2,48	ab	<b>8,48</b>	a	396,31	abc	281,61	ab	1,78	ab	205,97	a	<b>885,67</b>	a	96,43	abc	20,13	b	0,17	b	33,53	a	<b>150,26</b>	ab	<b>47,444</b>	ab	4,57	b	0,19	ab	34,66	a	<b>86,87</b>	a
<b>8160 RR</b>	5,30	a	3,76	a	0,15	a	2,46	ab	<b>11,67</b>	a	612,34	ab	307,82	ab	1,31	ab	166,47	ab	<b>1087,93</b>	a	145,67	a	42,22	a	2,47	a	31,13	a	<b>221,48</b>	a	<b>76,835</b>	a	13,99	a	0,15	ab	34,11	a	<b>125,09</b>	a
<b>Valiosa</b>	4,05	a	2,73	a	0,03	b	2,21	ab	<b>9,03</b>	a	564,77	abc	353,19	ab	1,41	ab	127,02	abc	<b>1046,39</b>	a	118,80	ab	22,75	ab	0,21	b	17,89	abcd	<b>159,64</b>	ab	<b>52,192</b>	ab	6,17	ab	0,41	ab	19,47	ab	<b>78,24</b>	a
<b>313 RR</b>	6,06	a	2,99	a	0,02	b	0,32	d	<b>9,39</b>	a	437,99	abc	307,02	ab	2,45	a	108,51	abc	<b>855,96</b>	a	73,03	bc	25,45	ab	0,58	b	4,95	d	<b>104,02</b>	b	<b>41,331</b>	ab	8,46	abc	0,50	a	20,58	ab	<b>70,88</b>	a
Época																																								
<b>20</b>	0,62	c	0,26	d	0,00	b	0,00	c	<b>0,88</b>	e	21,05	d	5,76	d	0,00	c	0,00	c	<b>26,80</b>	e	2,64	e	0,39	d	0,00	c	3,04	d	<b>2,2174</b>	d	0,56	d	0,00	b	0,00	c	<b>2,78</b>	e		
<b>40</b>	4,73	b	2,13	c	0,00	b	0,00	c	<b>6,86</b>	d	349,25	c	56,41	d	0,00	c	0,00	c	<b>405,67</b>	d	25,97	d	4,97	d	0,00	c	30,93	d	<b>24,769</b>	c	3,23	c	0,00	b	0,00	c	<b>28,00</b>	d		
<b>60</b>	5,03	b	4,37	b	0,12	a	0,00	c	<b>9,51</b>	c	513,66	b	253,31	c	3,52	c	0,00	c	<b>770,49</b>	c	106,15	c	29,30	c	1,46	a	136,92	c	<b>64,206</b>	b	12,97	a	0,53	a	0,00	c	<b>77,70</b>	c		
<b>80</b>	6,91	a	4,06	b	0,02	b	2,01	b	<b>13,00</b>	b	523,15	b	561,32	b	1,84	b	129,44	bc	<b>1215,75</b>	b	143,75	b	36,71	b	0,45	b	26,60	b	<b>207,52</b>	b	<b>64,174</b>	b	11,87	a	0,37	a	27,39	b	<b>103,81</b>	b
<b>100</b>	6,24	a	5,61	a	0,00	b	7,62	a	<b>19,46</b>	a	961,39	a	698,59	a	0,00	a	552,46	a	<b>2212,43</b>	a	196,22	a	48,85	a	0,00	c	83,72	a	<b>328,79</b>	a	<b>85,345</b>	a	9,65	b	0,00	b	104,47	a	<b>199,46</b>	a
CV %	39,21		41,85		173,32		66,29		<b>35,78</b>		33,63		50,74		185,36		71,92		<b>38,94</b>		39,68		47,84		198,36		68,53		<b>40,53</b>		35,44		43,25		200,91		68,89		<b>39,31</b>	

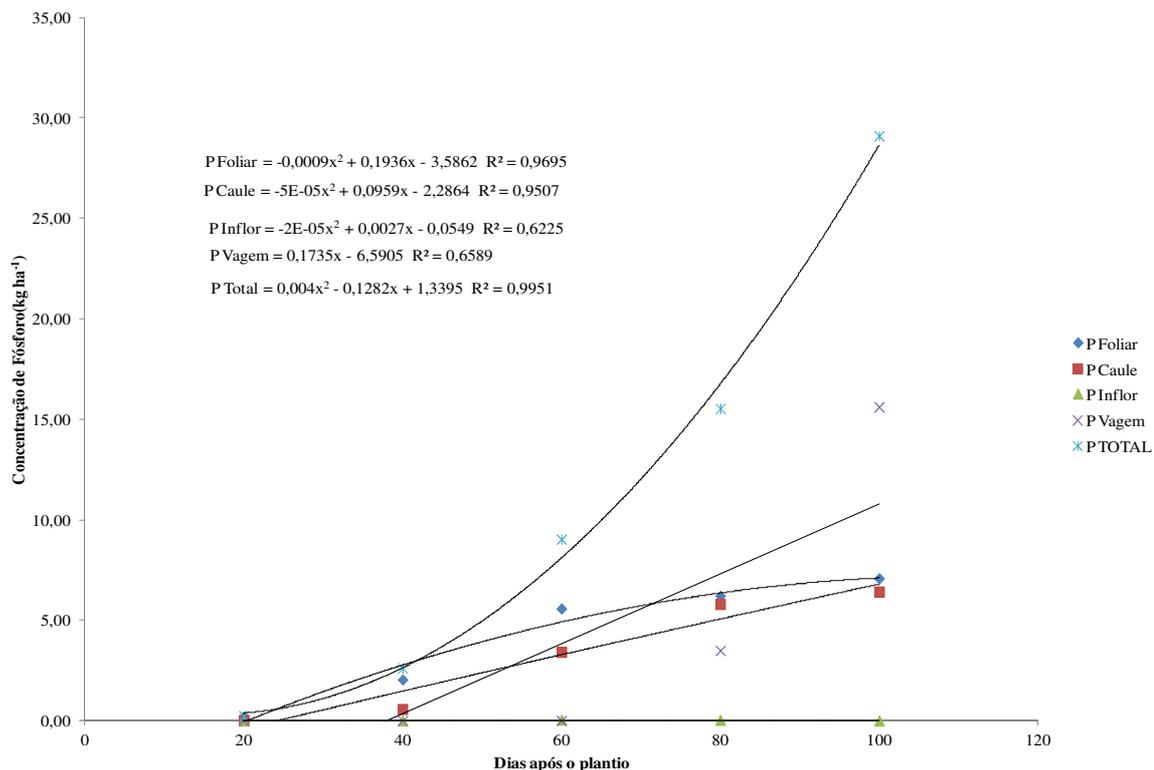
As médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente ao nível de 0,01.



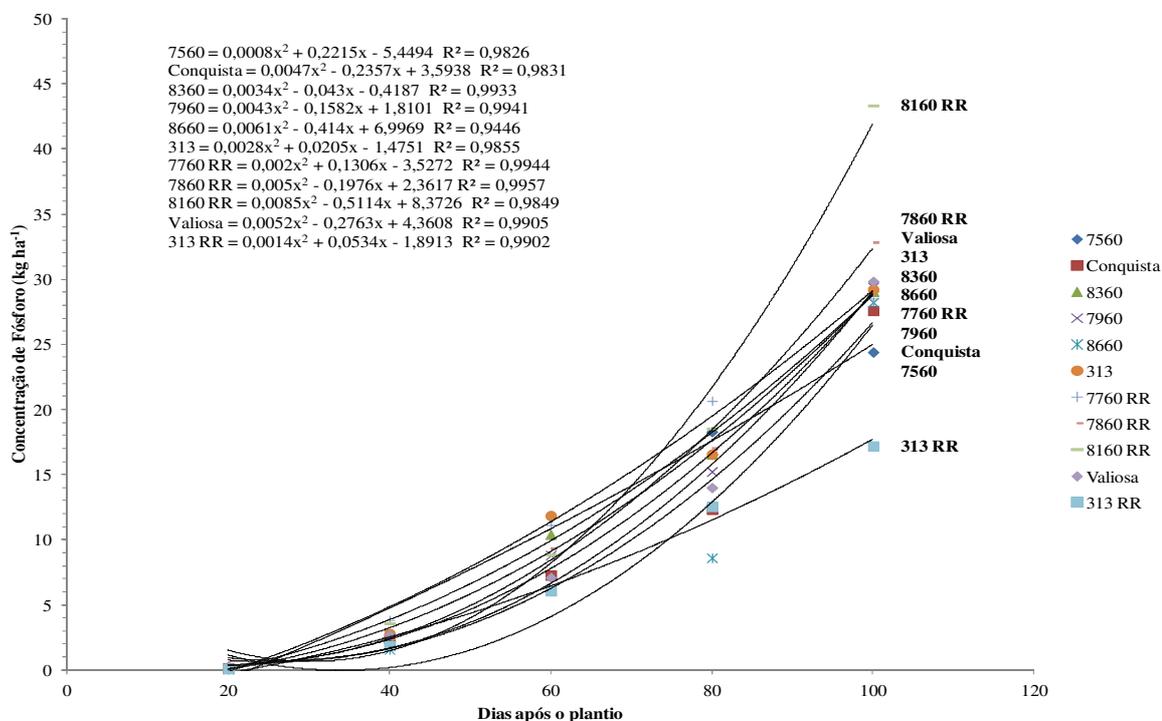
**Figura 10.** Concentração de nitrogênio na planta inteira de soja convencional e transgênica nas épocas de coleta 20, 40, 60, 80 e 100 dias após o plantio. Urutaí-GO, 2011.

Para os teores de P (Figura 11) nota-se que no início do desenvolvimento vegetativo o acúmulo nas folhas e caules é nulo. Porém, ao desenvolver-se o ciclo, a folha passa a acumular P e segue continuamente até os 100 dias após o plantio. Este acúmulo se dá devido, principalmente, à necessidade do nutriente em processos energéticos. Pode-se inferir ainda que a curva progressiva de acúmulo de vagens demonstra que após os 60 dias a planta reverte o metabolismo para a produção e necessita assim de altos níveis de P.

Sendo o P um nutriente de baixa mobilidade no solo e disponibilizado em muitos dias após sua aplicação no solo, o que justifica a necessidade de adubação de plantio para a cultura da soja e manutenção dos níveis adequados do nutriente no solo. Estes níveis devem suprir a necessidade da planta que apresenta acúmulo máximo de 14,96 kg ha<sup>-1</sup> na massa de matéria seca de soja, devendo-se levar em consideração ainda os índices produtivos. Em relação às cultivares observa-se que a cultivar mais eficiente no acúmulo de fósforo é a 8160 RR e a que apresenta menor acúmulo é a 313 RR (Figura 12).



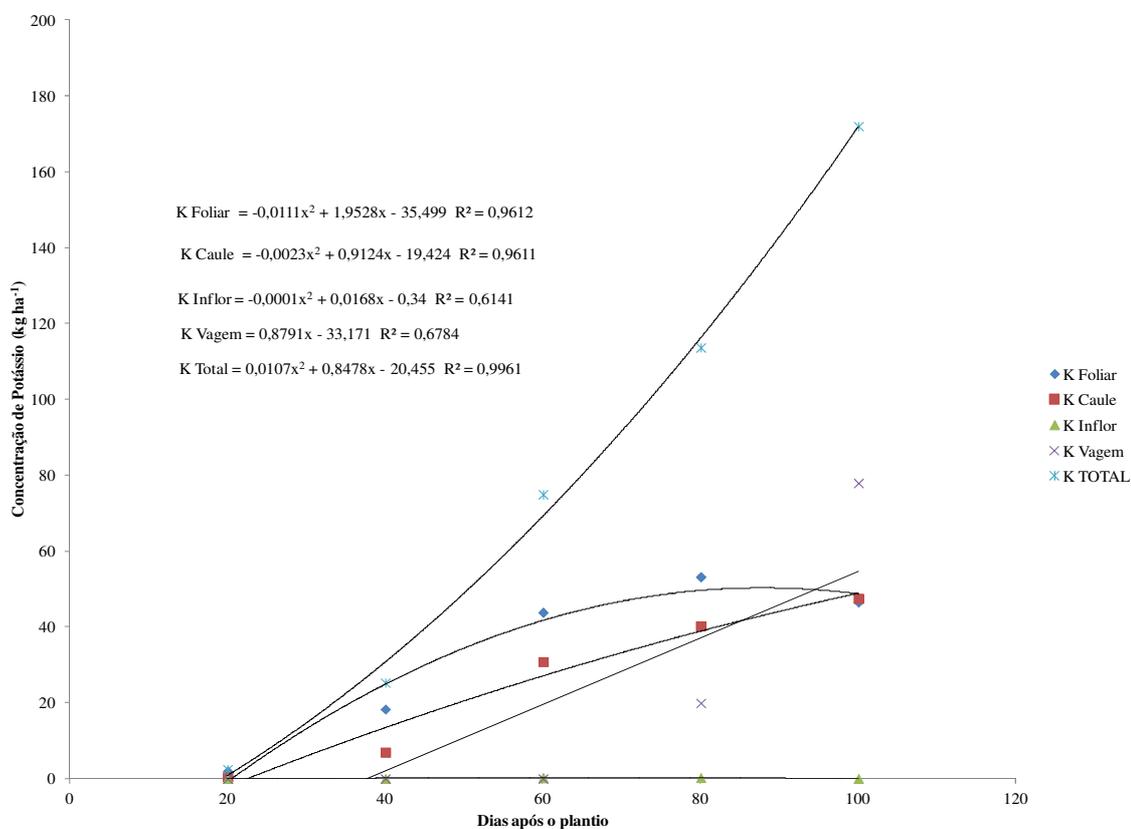
**Figura 11.** Concentração de fósforo nas partes das plantas de soja nas épocas de coleta 20, 40, 60, 80 e 100 dias após o plantio. Urutaí-GO, 2011.



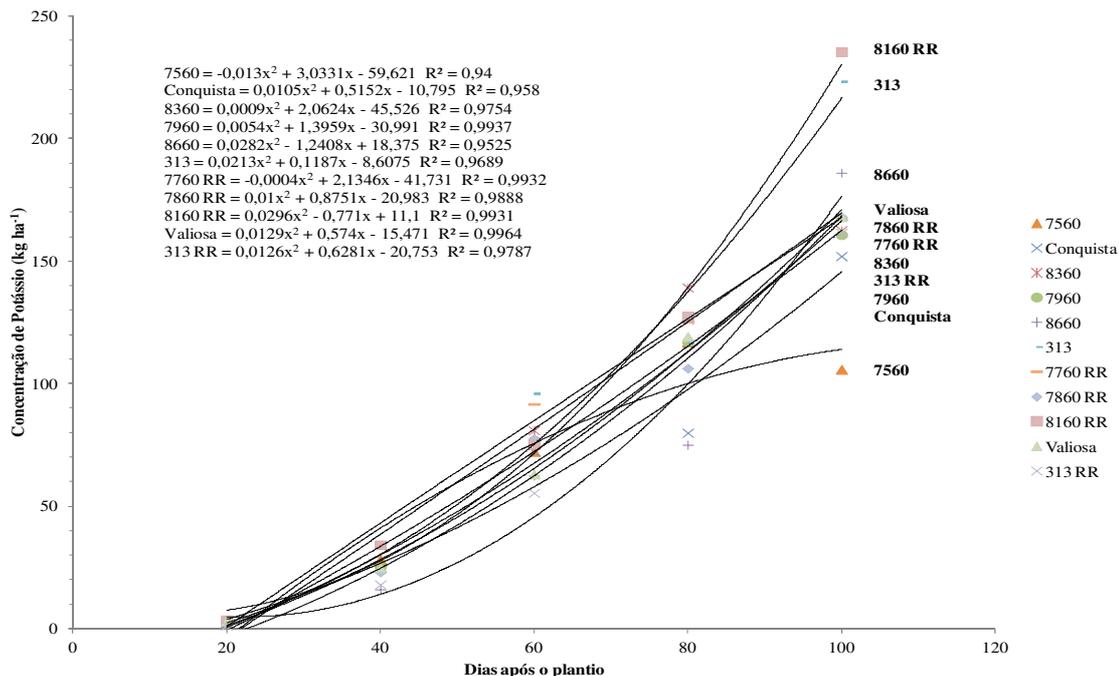
**Figura 12.** Concentração de fósforo na planta inteira de soja convencional e transgênica nas épocas de coleta 20, 40, 60, 80 e 100 dias após o plantio. Urutaí-GO, 2011.

O K é um nutriente facilmente perdido no solo por vários processos e não faz parte de compostos estruturais da planta, porém muito necessário ao longo de seu ciclo (Kerbauy, 2008). Observando a Figura 13 verifica-se que inicialmente o acúmulo é baixo para em todas as partes da planta. O acúmulo é progressivo para caules e folhas com ponto máximo aos 80 dias para folhas e 100 dias após o plantio para caules. Funcionando como cofator enzimático e regulador osmótico, apresenta remobilização do nutriente para a produção. Em relação às cultivares, o maior acúmulo de K é demonstrado pela cultivar 8160 RR em detrimento a cultivar 7560 (Figura 14).

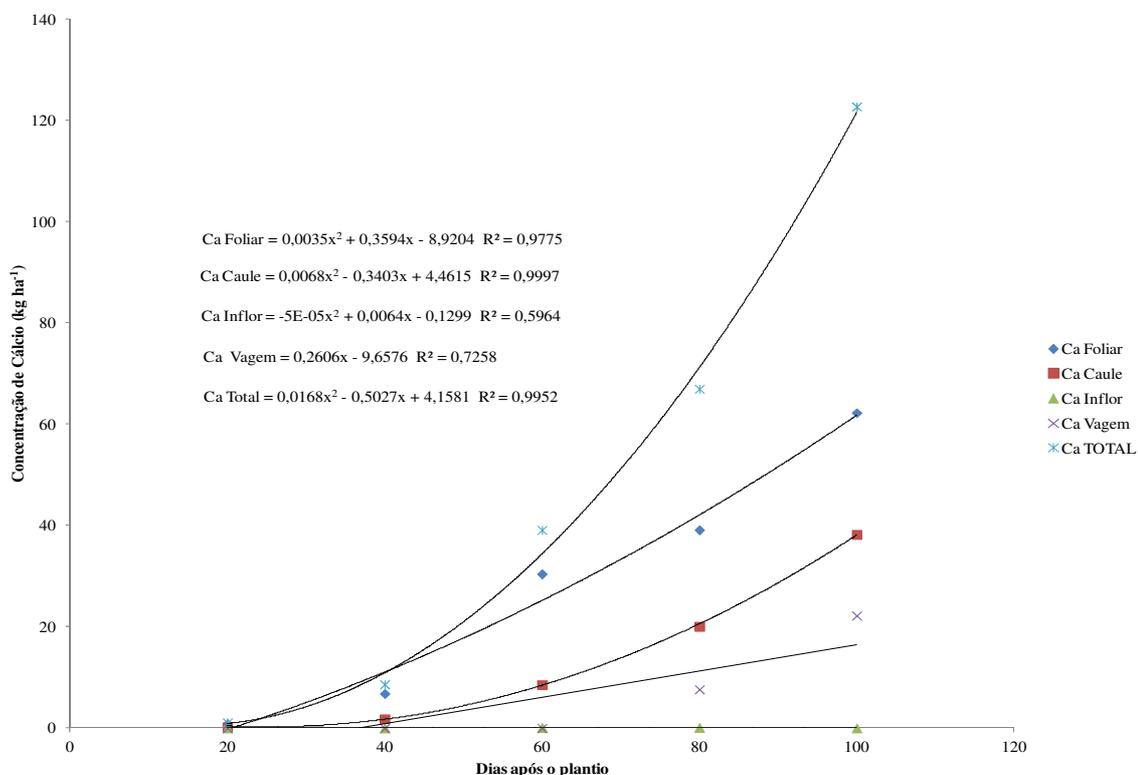
O cálcio é um importante componente estrutural sendo, muito necessário ao longo de todo o ciclo para formação da planta (Kerbauy, 2008). Na Figura 15 infere-se que inicialmente que o acúmulo é baixo, seguindo progressivamente em todas as partes da planta por todo o ciclo. Em detrimento ao N, P e K, o teor nas vagens é menor que os teores nas folhas e nos caules. Avaliando-se o desempenho de acúmulo das cultivares, observa-se que a cultivar 313 apresenta maior acúmulo do Ca e a 7560 é a que apresenta menor índice (Figura 16).



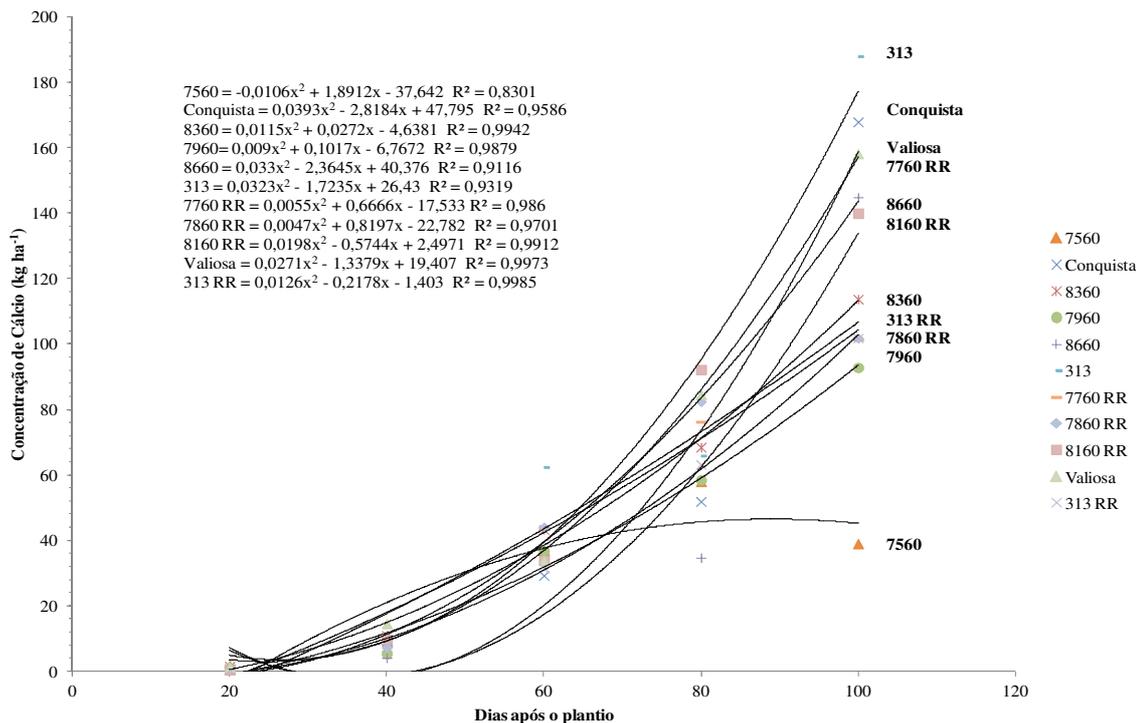
**Figura 13.** Concentração de potássio nas partes das plantas de soja nas épocas de coleta 20, 40, 60, 80 e 100 dias após o plantio. Urutaí-GO, 2011.



**Figura 14.** Concentração de potássio na planta inteira de soja convencional e transgênica nas épocas de coleta 20, 40, 60, 80 e 100 dias após o plantio. Urutaí-GO, 2011.



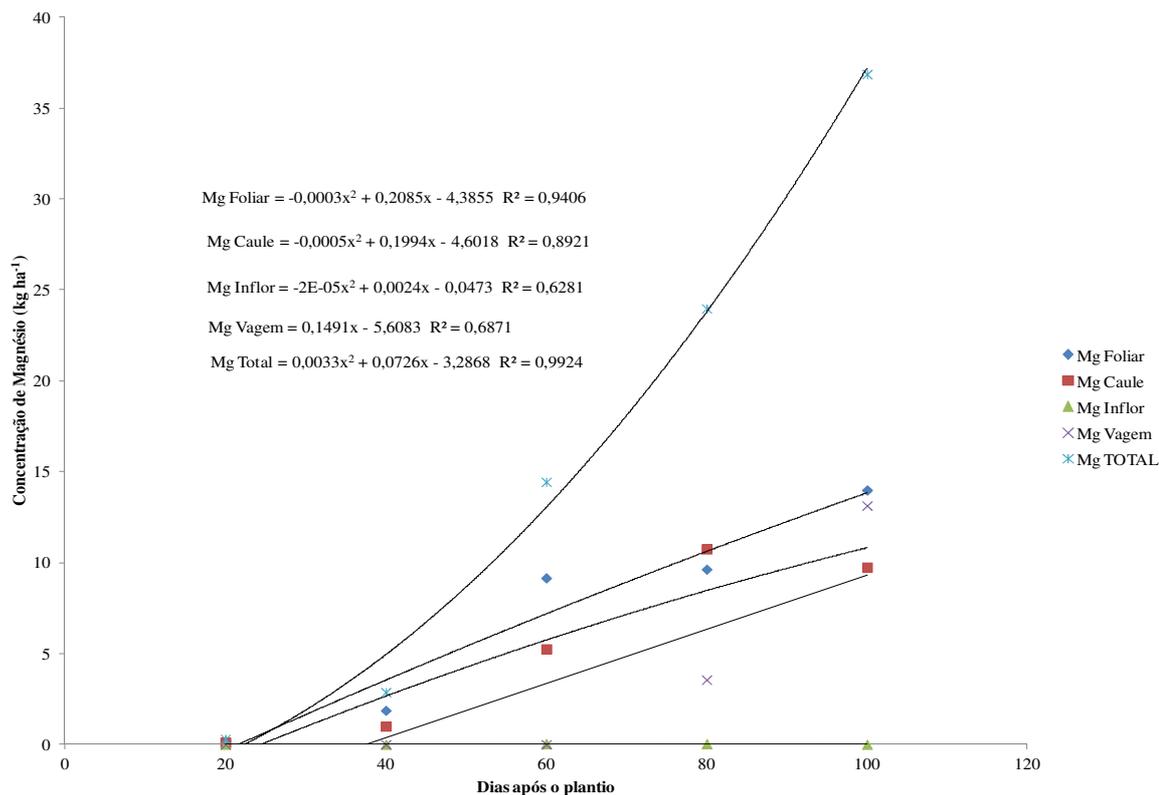
**Figura 15.** Concentração de cálcio nas partes das plantas de soja nas épocas de coleta 20, 40, 60, 80 e 100 dias após o plantio. Urutaí-GO, 2011.



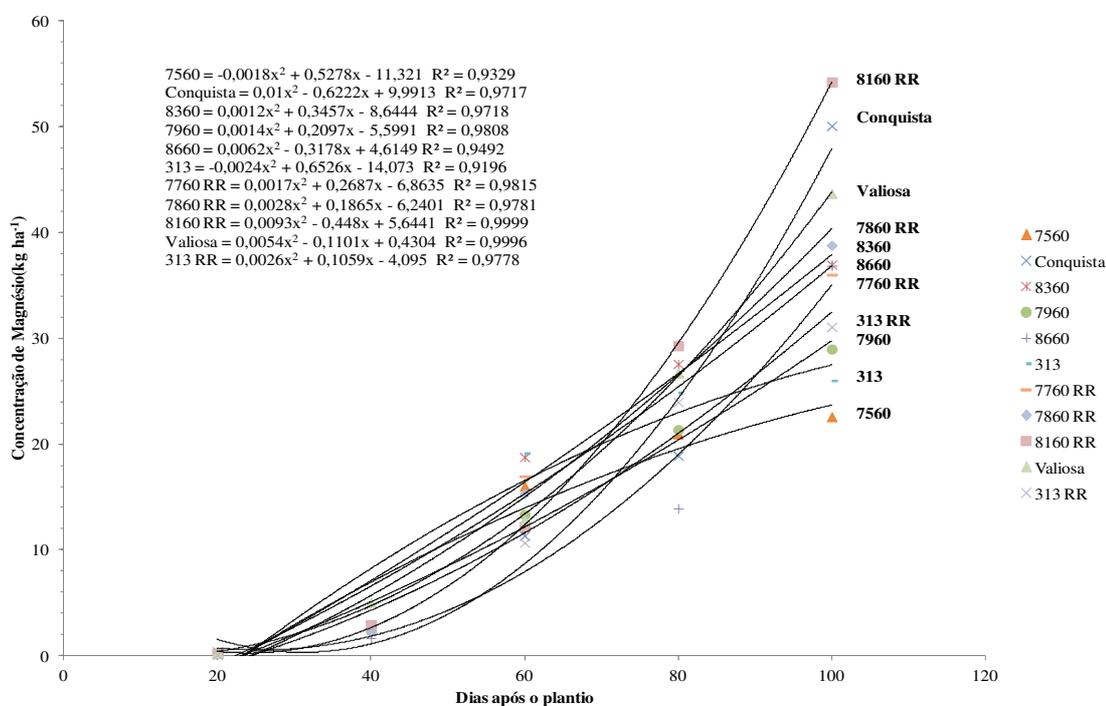
**Figura 16.** Concentração de cálcio na planta inteira de soja convencional e transgênica nas épocas de coleta 20, 40, 60, 80 e 100 dias após o plantio. Urutaí-GO, 2011.

O magnésio é o composto central da molécula de clorofila sendo então responsável por todo o aporte nutricional e energético da planta (Kerbaui, 2008). Avaliando-se a Figura 17, observa-se que os índices de acúmulo de magnésio no início são baixos sendo que para na formação de folhas o ponto máximo de acúmulo ocorre ao final do ciclo mesmo apresentando comportamento oscilante. Já para o caule, o acúmulo é progressivo chegando ao ponto máximo aos 80 dias após o plantio. Infere-se ainda que o teor de acúmulo nas folhas e vagens é semelhante aos 100 dias após o plantio. Em relação ao comportamento das cultivares observa-se que os maiores teores de magnésio são encontrados na cultivar 8160 RR e os menores na cultivar 7560 (Figura 18).

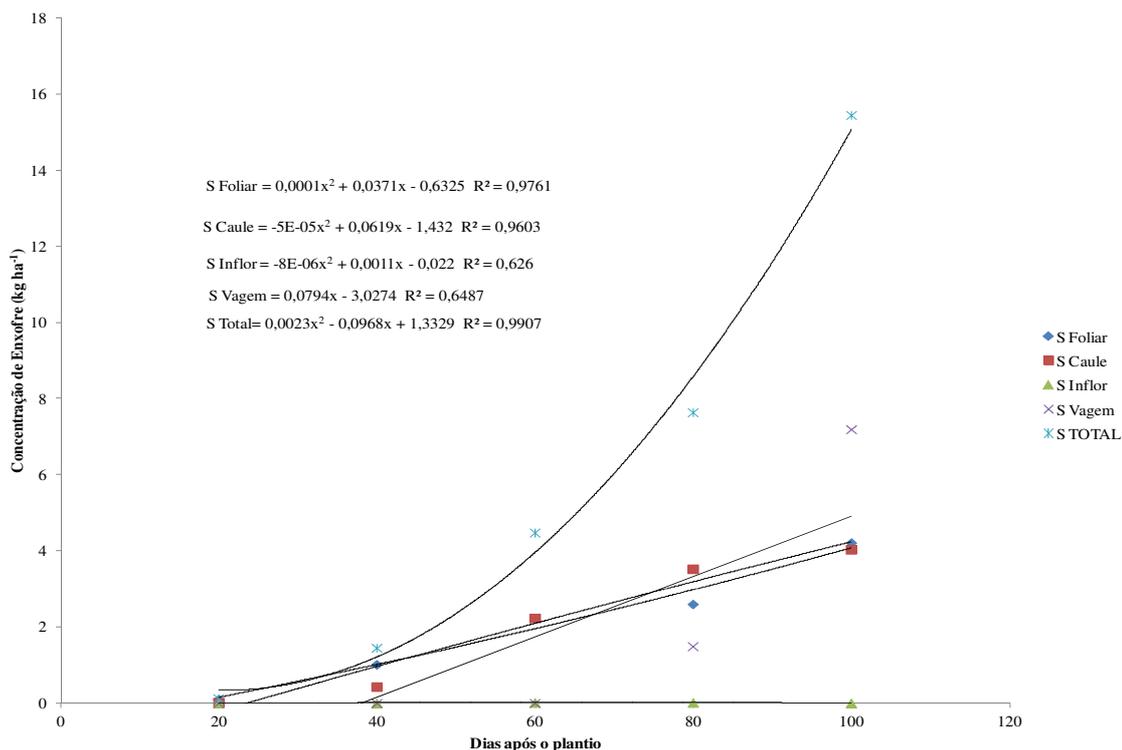
O enxofre é necessário para o bom desenvolvimento da planta por participar da cadeia transportadora de elétrons além de fazer parte de diversas proteínas (Kerbaui, 2008). Na Figura 19 os dados coletados demonstraram que inicialmente o acúmulo nas folhas e caules é baixo, sendo progressivo com acúmulo máximo aos 100 dias após o plantio em ambos. Em relação ao comportamento das cultivares observa-se que a cultivar 8160 RR é a que apresenta maior acúmulo de S e a cultivar Conquista a que apresenta menor índice (Figura 20).



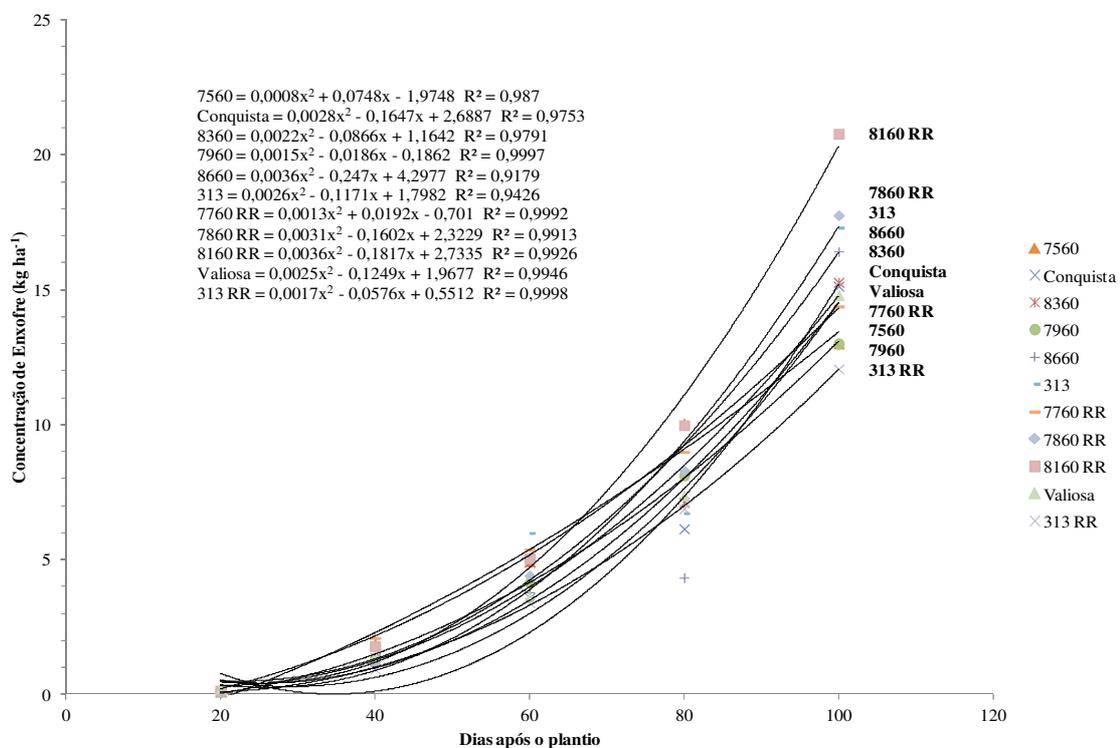
**Figura 17.** Concentração de magnésio nas partes das plantas de soja nas épocas de coleta 20, 40, 60, 80 e 100 dias após o plantio. Urutai-GO, 2011.



**Figura 18.** Concentração de magnésio na planta inteira de soja convencional e transgênica nas épocas de coleta 20, 40, 60, 80 e 100 dias após o plantio. Urutai-GO, 2011.



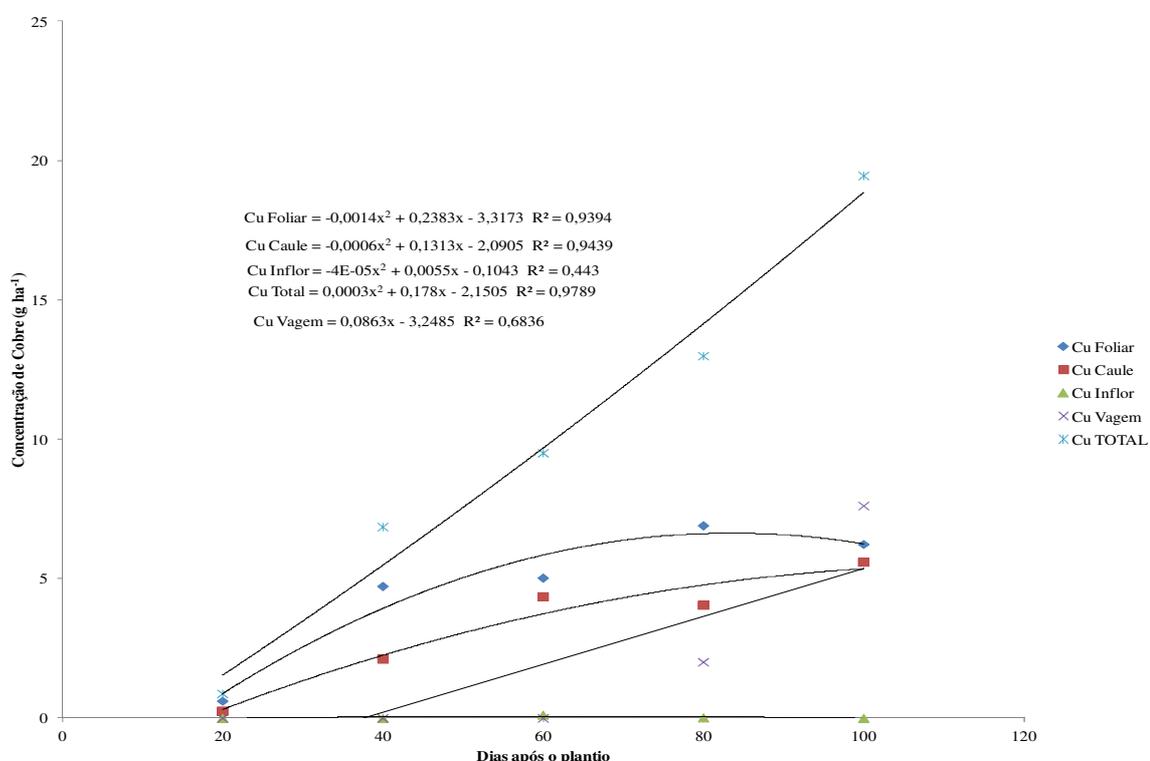
**Figura 19.** Concentração de enxofre nas partes das plantas de soja nas épocas de coleta 20, 40, 60, 80 e 100 dias após o plantio. Urutaí-GO, 2011.



**Figura 20.** Concentração de enxofre na planta inteira de soja convencional e transgênica nas épocas de coleta 20, 40, 60, 80 e 100 dias após o plantio. Urutaí-GO, 2011.

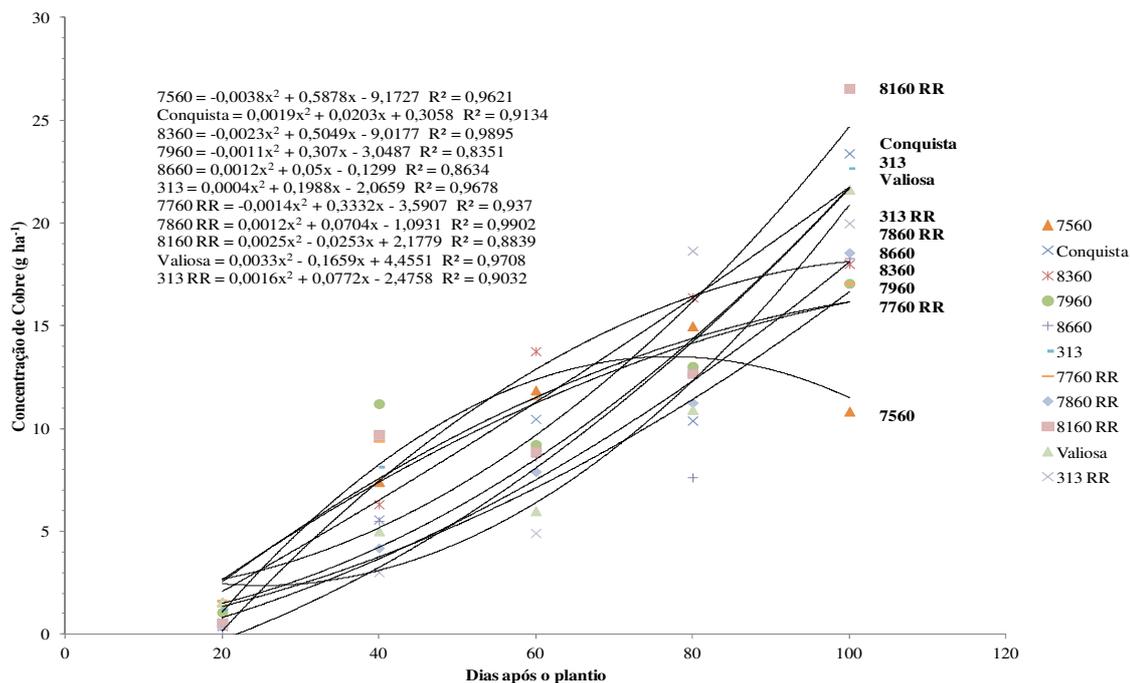
## 4.2.2 MICRONUTRIENTES

O cobre é um cofator enzimático necessário ao desenvolvimento da planta (Kerbaudy, 2008). Na Figura 21 observa-se que o acúmulo máximo de cobre nas folhas ocorre aos 80 dias após o plantio, sendo que é oscilante o acúmulo nos caules sendo o máximo aos 100 dias. Avaliando-se o comportamento das cultivares observa-se que a cultivar 8160 é a que apresenta maior acúmulo de cobre em detrimento a 7560 (Figura 22).

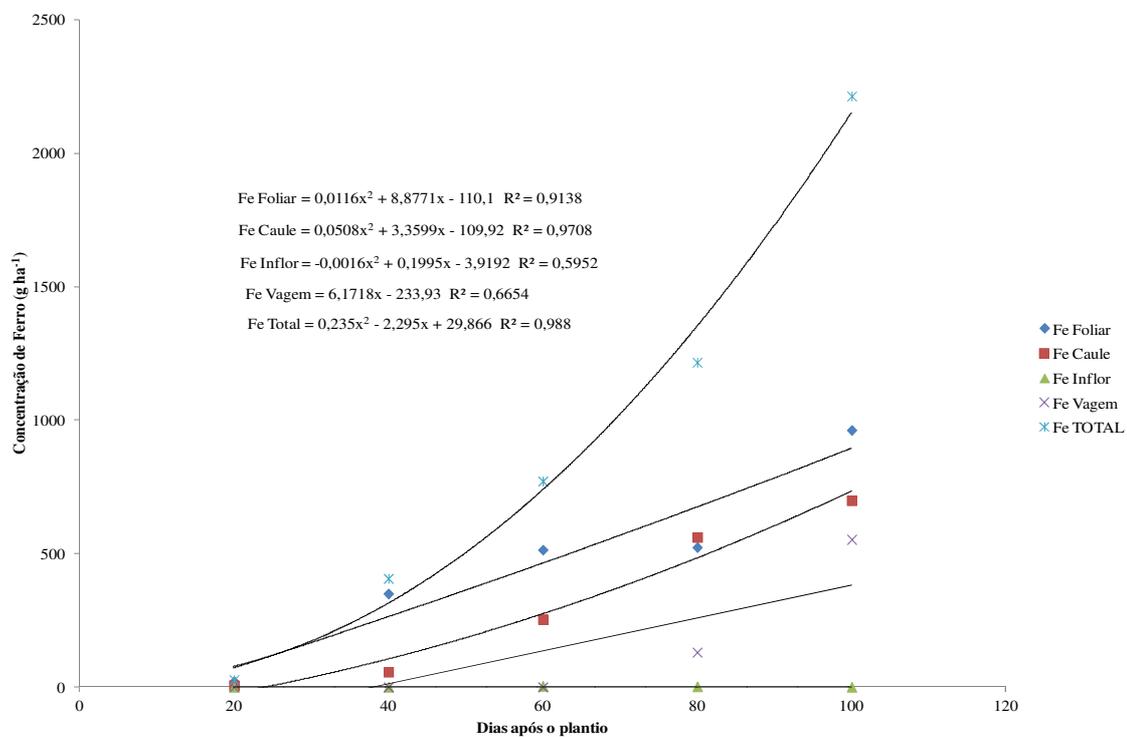


**Figura 21.** Concentração de cobre nas partes das plantas de soja nas épocas de coleta 20, 40, 60, 80 e 100 dias após o plantio. Urutaí-GO, 2011.

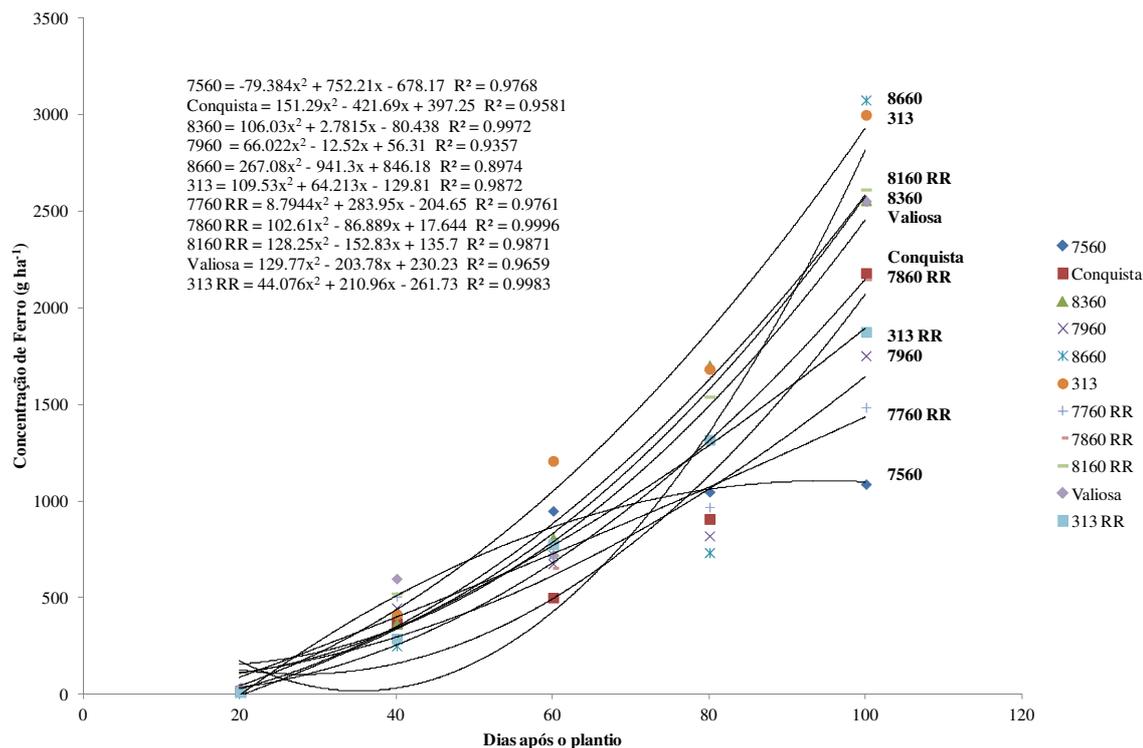
O ferro juntamente com o enxofre formam os centros de captação de elétrons na cadeia transportadora que é responsável pela formação de energia na planta (Kerbaudy, 2008). Na Figura 23 observa-se que há um acúmulo progressivo de ferro nas folhas e nos caules, sendo que o máximo em ambos ocorre aos 100 dias após o plantio. O menor acúmulo ocorre nas vagens indicando que existe baixa exportação do nutriente. Analisando o comportamento das cultivares, observa-se que o maior acúmulo de ferro é na cultivar 8660 e o menor na cultivar 7560 (Figura 24).



**Figura 22.** Concentração de cobre na planta inteira de soja convencional e transgênica nas épocas de coleta 20, 40, 60, 80 e 100 dias após o plantio. Urutaí-GO, 2011.



**Figura 23.** Concentração de ferro nas partes das plantas de soja nas épocas de coleta 20, 40, 60, 80 e 100 dias após o plantio. Urutaí-GO, 2011.

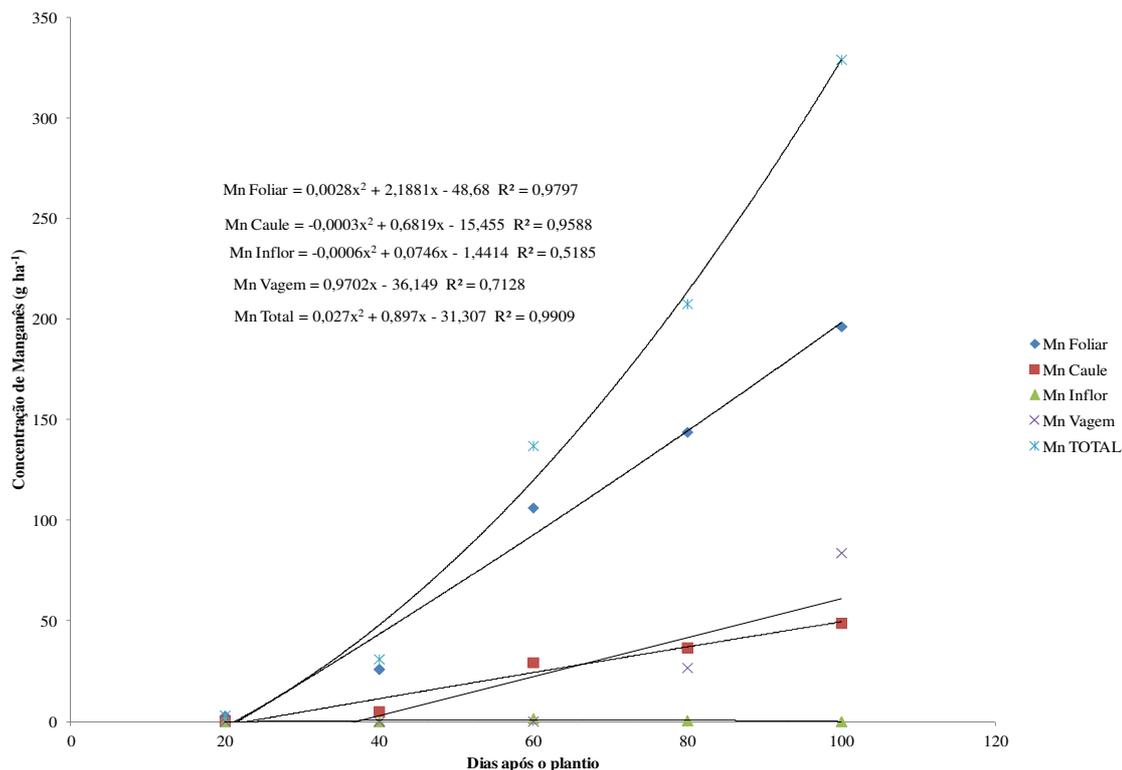


**Figura 24.** Concentração de ferro na planta inteira de soja convencional e transgênica nas épocas de coleta 20, 40, 60, 80 e 100 dias após o plantio. Urutaí-GO, 2011.

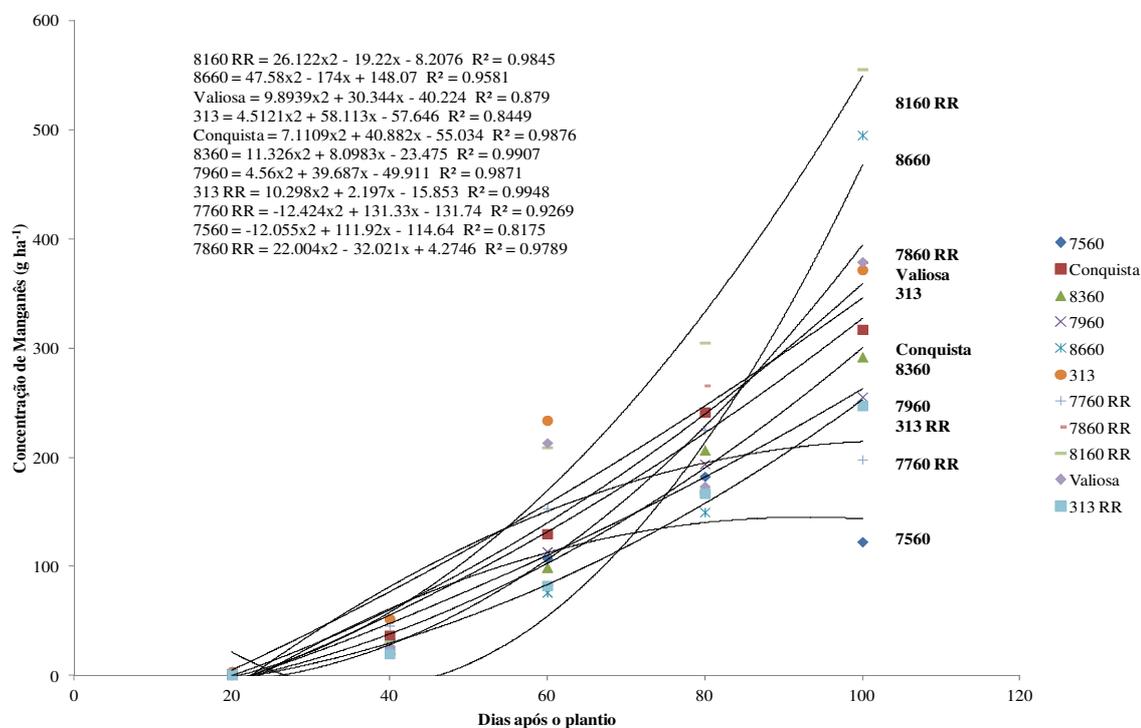
O manganês é um importante constituinte do fotossistema II a partir do qual também participa da formação energética das plantas (Kerbaui, 2008). Na Figura 25 observa-se que o acúmulo inicial é baixo, porém aumenta progressivamente em folhas e caules. O máximo acúmulo ocorre nas folhas em detrimento às outras partes. Um fator que pode explicar este acúmulo refere-se à sua função no processo fotossintético que se apresenta mais expressivamente nas folhas.

Pode-se observar ainda que os pontos máximos de acúmulo acontecem aos 100 dias após o plantio. Em relação ao desempenho de acúmulo pelas cultivares, a que apresenta maior acúmulo de Mn é a 8160 RR e a que apresenta menor acúmulo é a 7560 (Figura 26).

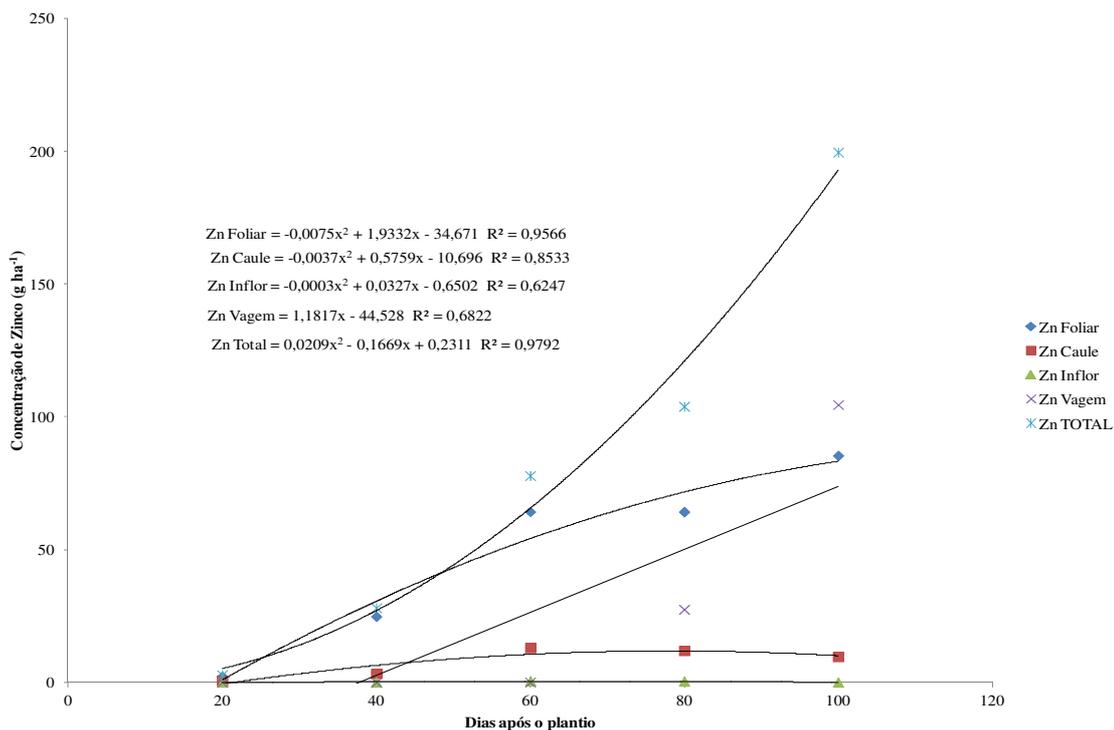
O zinco é precursor do triptofano um aminoácido responsável pela formação de hormônios reguladores do crescimento vegetal (Kerbaui, 2008). Observando-se a (Figura 27) infere-se que o acúmulo foliar é progressivo e máximo aos 100 dias após o plantio. Porém, o acúmulo no caule apresenta comportamento hiperbólico com acúmulo máximo aos 40 dias após o plantio. Em relação às cultivares, o maior acúmulo de Zn ocorre na 8160 RR e o menor na 7560 (Figura 28).



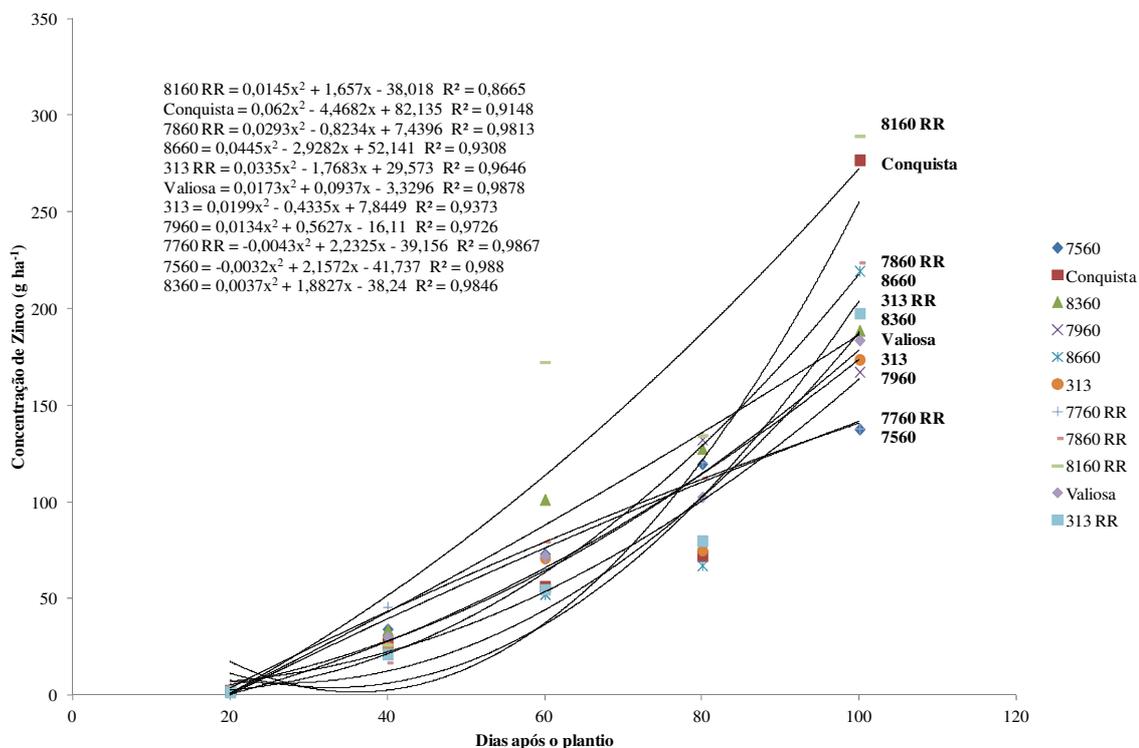
**Figura 25.** Concentração de manganês nas partes das plantas de soja nas épocas de coleta 20, 40, 60, 80 e 100 dias após o plantio. Urutaí-GO, 2011.



**Figura 26.** Concentração de manganês na planta inteira de soja convencional e transgênica nas épocas de coleta 20, 40, 60, 80 e 100 dias após o plantio. Urutaí-GO, 2011.



**Figura 27.** Concentração de zinco nas partes das plantas de soja nas épocas de coleta 20, 40, 60, 80 e 100 dias após o plantio. Urutaí-GO, 2011.



**Figura 28.** Concentração de zinco na planta inteira de soja convencional e transgênica nas épocas de coleta 20, 40, 60, 80 e 100 dias após o plantio. Urutaí-GO, 2011.

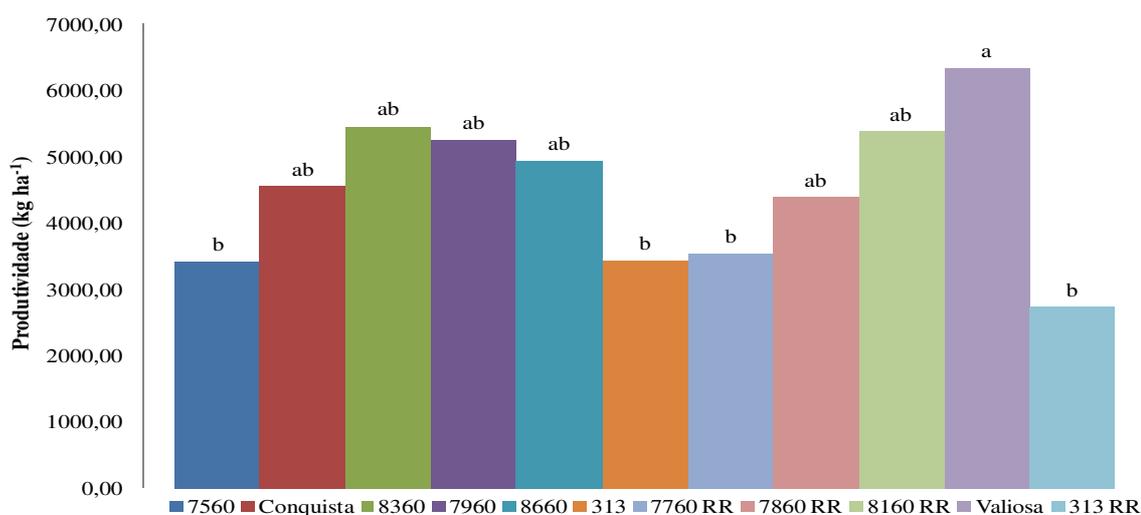
### 4.3 PRODUTIVIDADE

Na Tabela 10 encontra-se o teste de F para as variáveis cultivares e blocos em que o resultado demonstra que somente houve diferenças significativas entre as cultivares. Infere-se a partir disso que as cultivares apresentaram o mesmo comportamento produtivo independente da locação das parcelas.

**Tabela 10.** Teste de F para produtividade de plantas de soja nas cultivares convencionais e transgênicas.

Fonte de Variação	Produtividade	
Bloco	1,536	ns
Cultivares	3,968	**
CV %	24,75	

A maior produtividade ocorreu na cultivar Valiosa (Figura 29). Em relação a este ponto ressalta-se que a cultivar 8160 RR é a que apresenta maior absorção de todos os nutrientes, porém não demonstrando maior retorno produtivo, o que leva a sugerir que sua eficiência em utilizar seu aporte a favor da produção é baixa. Esta cultivar pode ter absorvido mais nutrientes por apresentar um sistema radicular bem desenvolvido, o que não foi avaliado nas condições do experimento.



**Figura 29.** Produtividade obtida por cultivar de soja convencional e transgênica. Urutaí-GO, 2011.

Por outro lado, sete das onze cultivares utilizadas apresentaram produtividades médias semelhantes, porém muito superiores às encontradas por Padovan et al. (2002). Isto pode ser explicado pelo desempenho das cultivares utilizadas pelos experimentos e condições de desenvolvimento das plantas que afetaram seu desempenho produtivo.

Ao se avaliar comparativamente as cultivares similares geneticamente com alteração somente do gene RR, constata-se que estatisticamente não há diferenças produtivas entre elas quando submetidas às mesmas condições, sem aplicação de glifosato. Acredita-se que pode haver diferenças quando da utilização do produto, mas são necessários estudos mais aprofundados sobre o tema.

## **5 CONCLUSÕES**

- A cultivar 8160 RR apresenta melhor desempenho em acúmulo de fitomassa e absorção de N, P, K, Mg, S, Cu, Mn e Zn. A cultivar 7560 é a que possui menor acúmulo de fitomassa e dos nutrientes N, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn.

- O maior acúmulo de fitomassa seca e conseqüentemente de nutrientes não garante altas produtividades na cultura da soja. Porém, pode promover uma maior ciclagem dos nutrientes tornando-os disponíveis para culturas posteriores.

- Dentre as cultivares convencionais as melhores foram a 8360 e 7960, e nas transgênicas a 8160 RR e Valiosa.

- A metodologia utilizada não possibilitou discriminar grandes diferenças necessitando-se de estudos mais aprofundados para formular conclusões contundentes acerca do desenvolvimento das cultivares convencionais e transgênicas.

## 6 REFERÊNCIAS

ALBRECHT, L. P.; ÁVILA, M. R. Manejo de glyphosate em soja RR e a qualidade das sementes. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.20, n.1, p.45-54, 2010.

AMORIM, F. A. **Efeito do gene CP4 EPSPS na produtividade de óleo em populações de soja**. 2011. 198f. Tese (Doutorado) Escola Superior “Luiz de Queiroz” (ESALQ). – Piracicaba, 2011.

ANDRADE, G. J. M. de. **Absorção e acúmulo de manganês em soja RR sob efeito do glyphosate**. 2010. 57f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Faculdade de Ciências Agrônomicas da Universidade Estadual Paulista (UNESP). – Botucatu, 2010.

ARANTES, N. E.; SOUZA, P. I. de M de. **Cultura da soja nos cerrados**. Piracicaba, POTAFOS, 1993. 535p.

BENINCASA, M. M. P. **Fisiologia vegetal**. Jaboticabal: Funep, 2002. 169p.

BRAZ, A. J. B. P.; KLIEMANN, H. J.; SILVEIRA, P. M. da. Produtividade de palhada de plantas de cobertura. In: SILVEIRA, P. M. da; STONE, L. F. (Ed.) **Plantas de cobertura dos solos do Cerrado**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2010. 218p.

BRASIL. **Instrução Normativa** nº 11, de 15 de maio de 2007. Estabelecer o Regulamento Técnico da Soja, definindo o seu padrão oficial de classificação, com os requisitos de identidade e qualidade intrínseca e extrínseca, a amostragem e a marcação ou rotulagem. Diário Oficial da União [da República Federativa do Brasil], Brasília, DF, Seção 1, 16 mai. 2007.

CAIRES, E. F.; FONSECA, A. F. da. Absorção de nutrientes pela soja cultivada no sistema plantio direto em função da calagem na superfície. **Bragantia**, Campinas, v.59, n.2, p. 213-220, 2000.

CANTARELLA, H.; MONTEZANO, Z. F. Nitrogênio e enxofre. In: PROCHNOW, L.I.; CASARIN, V.; STIPP, S.R. (Ed.) **Boas práticas para uso eficiente de fertilizantes: nutrientes**. v.2. Piracicaba: IPNI – Brasil, 2010. 362p.

CASTILHOS, D. D.; GUADAGNIN, C. A.; SILVA, M. D. da; LEITZKE, V. W.; FERREIRA, L. H.; NUNES, M. C. Acúmulo de cromo e seus efeitos na fixação biológica de nitrogênio e absorção de nutrientes em soja. **Revista Brasileira de Agrocência**, Pelotas, v.7, n.2, p. 121-124, mai-ago, 2001.

COMO a planta de soja se desenvolve. Piracicaba: POTAFÓS, 1997. 21p. (POTAFÓS, **Arquivo do agrônomo**, 11).

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira: grãos, décimo primeiro levantamento, agosto 2011. Companhia Nacional de Abastecimento. Brasília: **Conab**, 2011. 41p.

DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. Elementos requeridos à nutrição de plantas. In: NOVAIS, R. F. ALVAREZ, V. V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.) **Fertilidade do solo**. Viçosa: SBCS, 2007. 1017p.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, **Tecnologias de Produção de Soja - Paraná – 2003**, Londrina: Embrapa Soja, 2002. 195p.

FARIAS, J. R. B; NEPOMUCENO, A. L.; NEUMAIER, N. (Circular Técnica 48) **Ecofisiologia da Soja**. Londrina, Embrapa, 2007. 9p.

FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E. **Stages of soybean development**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1977. 11p.

FOLONI, J. S. S.; ROSOLEM, C. A. Produtividade e acúmulo de potássio na soja em função da antecipação da adubação potássica no sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, p. 1549-1561, 2008.

FRAGOSO, C.; LAVELLE, P.; BLANCHART, E.; SENAPATI, B.; JIMENEZ, J.; MARTINEZ, M.; DECAËNS, T. & TONDOH, J. Earthworm communities of tropical agroecosystems: origin, structure and influence of management practices. In: Lavelle, P., Brussaard L. & Hendrix P., eds. **Earthworm management in tropical agroecosystems**. CABI International, Wallingford, UK, 1999. p.27-56

GOMES, P. **A soja**. 6. ed. São Paulo: Nobel, 1986. 150p.

KERBAUY, G.B. **Fisiologia vegetal**. 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. 452p.

LANA, R. M. Q.; BUCK, G. B.; LANA, M. Q.; PEREIRA, R. P. Doses multifosfato magnesiano aplicados a lanço em pré-semeadura, sob sistema plantio direto – cultura da soja. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.6, p. 1654-1660, 2007.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RiMa, 2006. 550p.

LAZARINI, E.; SÁ, M. E. de.; FERREIRA, R. C.; Acúmulo de matéria seca em plantas de soja e qualidade fisiológica das sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.22, n.1, p. 153-162, 2000.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo, Editora Agronômica Ceres, 1980. 251p.

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

MARENCO, R. A.; LOPES, N. F. **Fisiologia vegetal**: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral. Viçosa: Editora UFV, 2009. 486p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition in higher plants**. London, Academic Press, 1986. 674p.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. 3.ed. Bern, International Potash Institute, 1982. 655p.

MEURER, E. J. **Fundamentos de química do solo**. Porto Alegre: Genesis, 2006. 285p.

MORAES, M. F.; ABREU JUNIOR, C. H.; LAVRES JUNIOR, J. Micronutrientes. In: PROCHNOW, L.I.; CASARIN, V.; STIPP, S.R. (Ed.) **Boas práticas para uso eficiente de fertilizantes**: nutrientes. v.2. Piracicaba: IPNI – Brasil, 2010. 362p.

NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do Solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. 1017p.

OLIVEIRA JÚNIOR, A. de; CASTRO, C. de; KLEPKER, D.; OLIVEIRA, F. A. de. Soja. In: PROCHNOW, L. I.; CASARIN, V.; STIPP, S. R. (Ed.) **Boas práticas para uso eficiente de fertilizantes**: culturas. v.3. Piracicaba: IPNI – Brasil, 2010. 467p.

PADOVAN, M. P.; ALMEIDA, D. L. de.; GUERRA, J. G. M.; RIBEIRO, R. de L. D.; NDIAYE, A. Avaliação de cultivares de soja, sob manejo orgânico, para fins de adubação verde e produção de grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.12, p. 1705-1710, 2002.

PEDRINHO JÚNIOR, A. F. F.; BIANCO, S.; PITELLI, R. A. Acúmulo de massa seca e macronutrientes por plantas de *Glycine max* e *Richardia brasiliensis*. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 22, n. 1, p. 53-61, 2004.

PIMENTEL-GOMES, F. **Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais**: exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos. Piracicaba: FEALQ, 2002.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. Piracicaba: Internacional Plant Nutrition Institute, 2011. 420p.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. São Paulo, Ceres, 1991. 343p.

REIS, V. M.; OLIVEIRA, A. L. M.; BALDANI, V. L. D.; OLIVARES, F. L.; BALDANI, J. I. Fixação Biológica de Nitrogênio. In: FERNANDES, M. S. (Ed.) **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa, MG: SBCS, 2006. 432p.

RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; THOMPSON, H. E.; BENSON, G. O. (Special Report 53) **How a soybean plant develops**. Iowa State University of Science and Technology. Cooperative Extension Service. Ames. Iowa. 1985. 20 p.

ROMAN, E. S.; BECKIE, H.; VARGAS, L.; HALL, L.; RIZZARDI, M. A.; WOLF, T. M. **Como funcionam os herbicidas: da biologia à aplicação**. Passo Fundo: Gráfica Editora Berthier, 2007. 160p.

SFREDO, G. J.; OLIVEIRA, M. C. N. de. **Soja: molibdênio e cobalto**. Londrina: Embrapa Soja, 2010. 36p.

SILVA, R. H. da; ROSOLEM, C. A. Influência da cultura anterior e da compactação do solo na absorção de macronutrientes em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n. 10, p. 1269-1275, out. 2001.

SILVEIRA, P. M. da; BRAZ, A. J. B. P.; KLIEMANN, H. J.; ZIMMERMANN, F. J. P. Acumulação de nutrientes em folhas de plantas de cobertura. In: SILVEIRA, P.M. da; STONE, L. F. (Ed.) **Plantas de cobertura dos solos do Cerrado**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2010. 218p.

SOUSA, D. M. G. de.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 416p.

SOUSA, D. M. G. de.; REIN, T. A.; GOEDERT, W. J.; LOBATO, E.; NUNES, R. de S. Fósforo. In: PROCHNOW, L. I.; CASARIN, V.; STIPP, S.R. **Boas práticas para uso eficiente de fertilizantes: nutrientes**. v.2. Piracicaba: IPNI – Brasil, 2010. 362p.

USDA. Oilseeds: World Markets and Trade, julho/2010. United States Department of Agriculture. Washington: **USDA**, 2010. 33p.

VARGAS, M. A. T.; MENDES, A.R; SUHET, A. R.; PERES, J. R. R. Fixação Biológica do Nitrogênio. In: ARANTES, N. E.; SOUZA, P. I. de M. (Ed.) **Cultura da Soja nos Cerrados**. Piracicaba: Potafós, 1993. 535p.

VERNETTI, F. J. **SOJA**. Campinas, Fundação Cargill, 1983. 990p.

VITTI, G. C.; FAVARIN, J. L.; GALLO, L.A; PIEDADE, S. M. de S.; FARIA, M. R. M. de; CICARONE, F. Assimilação foliar de enxofre elementar pela soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.2, p.225-229, fev. 2007.

YAMADA, T. Nutrição e adubação para soja de alta produtividade no Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE ROTAÇÃO SOJA/MILHO NO PLANTIO DIRETO, 2000, Piracicaba. **Anais**. Piracicaba, Potafós, 2000. 71p. CD-ROM.

## **ANEXOS**

**Anexo A.** Teste de Tukey para médias de acúmulo de N em folhas, caules, inflorescências e vagens de soja. Urutaí-GO, 2011.

Cultivar	N Folha					N Caule					N Inflor					N Vagem																								
	20	40	60	80	100	20	40	60	80	100	20	40	60	80	100	20	40	60	80	100																				
7560	3,49	a	25,62	a	61,58	a	39,55	a	0,00	e	0,48	a	4,64	a	17,12	a	18,03	a	9,36	e	0,00	a	0,00	a	0,00	b	0,00	b	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	62,63	a	154,40	bcd
Conquista	2,77	a	23,13	a	47,83	a	64,64	a	74,41	abc	0,36	a	3,33	a	13,59	a	18,16	a	16,76	de	0,00	a	0,00	a	0,27	ab	0,00	b	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	13,63	ab	115,64	d
8360	3,82	a	24,26	a	66,24	a	78,35	a	67,70	abc	0,37	a	3,04	a	15,27	a	23,54	a	14,40	de	0,00	a	0,00	a	0,24	ab	0,00	b	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	48,04	ab	182,53	abc
7960	3,15	a	23,79	a	52,80	a	83,25	a	47,86	bcd	0,33	a	3,69	a	15,19	a	20,91	a	16,57	de	0,00	a	0,00	a	0,05	ab	0,00	b	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	34,37	ab	174,15	abc
8660	1,44	a	16,09	a	40,65	a	40,45	a	85,92	ab	0,15	a	2,46	a	11,85	a	15,88	a	17,68	cde	0,00	a	0,00	a	0,08	ab	0,25	b	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	5,57	b	115,79	d
313	3,34	a	24,97	a	76,20	a	82,46	a	110,27	a	0,43	a	3,87	a	21,70	a	30,72	a	38,78	abc	0,00	a	0,00	a	0,16	ab	1,12	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,74	b	51,68	e
7760 RR	4,94	a	29,09	a	63,49	a	61,81	a	18,59	de	0,62	a	5,23	a	19,51	a	22,72	a	17,34	de	0,00	a	0,00	a	0,22	ab	0,00	b	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	66,54	a	181,60	abc
7860 RR	2,83	a	17,12	a	56,52	a	65,63	a	40,49	cde	0,33	a	3,32	a	12,81	a	20,24	a	17,07	de	0,00	a	0,00	a	0,50	a	0,00	b	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	42,21	ab	200,68	ab
8160 RR	4,61	a	31,00	a	59,00	a	78,82	a	111,07	a	0,49	a	4,71	a	13,52	a	30,37	a	33,69	bcd	0,00	a	0,00	a	0,41	ab	0,00	b	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	31,02	ab	226,35	a
Valiosa	4,09	a	27,75	a	52,56	a	66,97	a	86,96	ab	0,52	a	3,49	a	9,90	a	25,61	a	42,11	ab	0,00	a	0,00	a	0,50	a	0,00	b	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	19,24	ab	133,89	cd
313 RR	1,71	a	19,96	a	44,59	a	76,32	a	108,16	a	0,21	a	2,31	a	9,71	a	32,06	a	56,86	a	0,00	a	0,00	a	0,07	ab	1,27	a	0,00	b	34,31	e								

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente ao nível de significância de 0,01.

**Anexo B.** Teste de Tukey para médias de acúmulo de P em folhas, caules, inflorescências e vagens de soja. Urutaí-GO, 2011.

Cultivar	P Folha					P Caule					P Inflor					P Vagem																								
	20	40	60	80	100	20	40	60	80	100	20	40	60	80	100	20	40	60	80	100																				
7560	0,17	a	1,96	a	6,16	ab	5,65	ab	0,00	e	0,04	a	0,64	a	5,71	a	4,59	a	4,37	bc	0,00	a	0,00	a	0,00	b	0,00	b	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	8,08	a	20,07	abc
Conquista	0,13	a	1,98	a	4,78	ab	5,84	ab	9,06	bc	0,03	a	0,46	a	2,49	a	4,62	a	6,70	abc	0,00	a	0,00	a	0,04	ab	0,00	b	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	1,90	bc	11,86	de
8360	0,21	a	1,86	a	6,41	ab	5,39	ab	7,29	cd	0,03	a	0,56	a	3,99	a	5,88	a	6,17	abc	0,00	a	0,00	a	0,04	ab	0,00	b	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	5,34	abc	15,65	bcd
7960	0,18	a	1,77	a	4,93	ab	6,30	ab	3,99	de	0,03	a	0,53	a	3,91	a	4,88	a	5,80	abc	0,00	a	0,00	a	0,01	ab	0,00	b	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	4,09	abc	19,65	abc
8660	0,08	a	1,29	a	3,79	b	4,19	b	7,27	cd	0,01	a	0,32	a	2,37	a	3,71	a	8,25	ab	0,00	a	0,00	a	0,02	ab	0,03	b	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,71	b	12,74	d
313	0,20	a	2,18	a	7,88	a	9,16	a	14,03	a	0,04	a	0,65	a	3,98	a	7,17	a	8,73	a	0,00	a	0,00	a	0,02	ab	0,17	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,09	b	6,50	ef
7760 RR	0,31	a	2,91	a	6,57	ab	6,87	ab	1,67	e	0,07	a	0,96	a	4,55	a	6,82	a	5,45	abc	0,00	a	0,00	a	0,04	ab	0,00	b	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	7,00	ab	21,42	ab
7860 RR	0,18	a	1,98	a	5,46	ab	6,32	ab	5,97	cd	0,04	a	0,50	a	3,84	a	6,07	a	3,84	c	0,00	a	0,00	a	0,09	a	0,00	b	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	4,69	abc	23,08	a
8160 RR	0,30	a	2,91	a	6,10	ab	7,59	ab	11,96	ab	0,04	a	0,71	a	2,70	a	7,09	a	8,23	ab	0,00	a	0,00	a	0,08	a	0,00	b	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	3,90	abc	23,16	a
Valiosa	0,27	a	2,16	a	5,07	ab	5,46	ab	9,36	bc	0,05	a	0,58	a	1,98	a	5,98	a	6,18	abc	0,00	a	0,00	a	0,08	a	0,00	b	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	2,60	abc	14,32	cd
313 RR	0,10	a	1,47	a	4,16	ab	5,45	ab	7,21	cd	0,02	a	0,42	a	1,94	a	6,91	a	6,82	abc	0,00	a	0,00	a	0,01	ab	0,22	a	0,00	b	3,19	f								

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente ao nível de significância de 0,01.

**Anexo C.** Teste de Tukey para médias de acúmulo de K em folhas, caules, inflorescências e vagens de soja. Urutaí-GO, 2011.

Cultivar	K Folha					K Caule					K Inflor					K Vagem																								
	20	40	60	80	100	20	40	60	80	100	20	40	60	80	100	20	40	60	80	100																				
7560	2,23	a	19,89	a	42,70	a	50,47	a	0,00	f	0,55	a	8,27	a	29,68	a	26,23	a	28,70	c	0,00	a	0,00	a	0,00	b	0,00	b	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	40,40	a	77,20	c
Conquista	1,69	a	18,51	a	42,09	a	38,37	a	44,00	bcde	0,39	a	6,57	a	29,90	a	30,38	a	44,05	bc	0,00	a	0,00	a	0,27	ab	0,00	b	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	11,23	ab	64,05	cd
8360	2,41	a	18,84	a	47,86	a	62,68	a	39,58	bcde	0,49	a	6,09	a	32,89	a	39,23	a	36,20	bc	0,00	a	0,00	a	0,23	ab	0,00	b	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	37,36	a	86,92	abc
7960	1,94	a	17,94	a	46,46	a	52,20	a	35,10	cde	0,45	a	7,38	a	30,38	a	40,43	a	36,46	bc	0,00	a	0,00	a	0,05	b	0,00	b	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	24,53	ab	89,31	abc
8660	0,78	a	11,40	a	34,69	a	38,35	a	55,52	bcd	0,18	a	4,63	a	27,70	a	31,76	a	51,87	abc	0,00	a	0,00	a	0,11	ab	0,12	b	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	4,83	b	78,74	bc
313	1,82	a	16,85	a	52,55	a	65,97	a	104,25	a	0,52	a	6,43	a	43,40	a	49,15	a	81,44	a	0,00	a	0,00	a	0,13	ab	1,07	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,56	b	37,80	de
7760 RR	2,69	a	24,05	a	52,54	a	51,28	a	11,90	ef	0,97	a	10,99	a	39,01	a	36,35	a	43,60	bc	0,00	a	0,00	a	0,21	ab	0,00	b	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	37,82	a	111,76	a
7860 RR	1,82	a	16,33	a	45,21	a	48,62	a	30,69	def	0,42	a	6,87	a	31,76	a	32,38	a	29,02	c	0,00	a	0,00	a	0,60	a	0,00	b	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	25,33	ab	108,37	ab
8160 RR	3,09	a	24,80	a	45,57	a	58,39	a	64,93	bc	0,56	a	9,43	a	29,21	a	46,57	a	56,89	abc	0,00	a	0,00	a	0,47	ab	0,00	b	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	22,69	ab	113,70	a
Valiosa	2,51	a	19,11	a	40,60	a	53,58	a	53,51	bcd	0,64	a	5,82	a	22,00	a	51,22	a	44,92	bc	0,00	a	0,00	a	0,50	ab	0,00	b	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	14,48	ab	69,75	c
313 RR	1,05	a	13,86	a	32,11	a	65,42	a	72,10	ab	0,25	a	4,16	a	23,31	a	59,19	a	69,74	ab	0,00	a	0,00	a	0,05	b	1,56	a	0,00	b	19,79	e								

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente ao nível de significância de 0,01.

**Anexo D.** Teste de Tukey para médias de acúmulo de Ca em folhas, caules, inflorescências e vagens de soja. Urutaí-GO, 2011.

Cultivar	Ca Folha					Ca Caule					Ca Inflor					Ca Vagem																								
	20	40	60	80	100	20	40	60	80	100	20	40	60	80	100	20	40	60	80	100																				
7560	1,58	a	7,46	a	25,25	a	34,28	a	0,00	f	0,26	a	1,93	a	11,70	a	8,03	d	16,69	f	0,00	a	0,00	a	0,00	b	0,00	b	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	15,76	a	22,39	bcd
Conquista	0,71	a	5,55	a	22,00	a	37,53	a	123,90	a	0,21	a	1,69	a	7,25	a	9,58	d	23,94	def	0,00	a	0,00	a	0,09	ab	0,00	b	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	4,87	bcd	20,16	bcd
8360	1,37	a	9,35	a	32,48	a	36,97	a	69,00	bcd	0,25	a	1,67	a	10,81	a	21,19	abcd	26,54	cdef	0,00	a	0,00	a	0,08	ab	0,00	b	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	10,41	abc	18,25	bcd
7960	0,97	a	3,47	a	28,69	a	37,80	a	46,27	de	0,19	a	1,98	a	8,14	a	12,02	cd	22,99	ef	0,00	a	0,00	a	0,03	ab	0,00	b	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	8,73	abcd	23,67	bc
8660	0,62	a	2,90	a	25,34	a	23,37	a	69,40	bcd	0,10	a	1,30	a	8,48	a	9,40	d	50,40	b	0,00	a	0,00	a	0,03	b	0,06	b	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	1,92	cd	25,18	b
313	1,40	a	5,62	a	47,82	a	48,26	a	78,19	bc	0,37	a	2,08	a	14,65	a	16,90	bcd	94,53	a	0,00	a	0,00	a	0,05	ab	0,49	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,36	a	15,36	cd
7760 RR	0,85	a	8,34	a	36,56	a	39,83	a	32,35	e	0,52	a	2,40	a	7,15	a	24,08	abcd	45,33	bc	0,00	a	0,00	a	0,09	ab	0,00	b	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	12,43	ab	23,75	bc
7860 RR	0,32	a	5,27	a	34,69	a	41,08	a	50,72	cde	0,18	a	2,13	a	9,22	a	29,95	abc	27,10	cdef	0,00	a	0,00	a	0,23	a	0,00	b	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	11,49	ab	24,08	bc
8160 RR	0,35	a	7,65	a	27,47	a	49,34	a	76,47	bc	0,22	a	2,20	a	6,35	a	31,89	ab	43,04	bcd	0,00	a	0,00	a	0,15	ab	0,00	b	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	11,08	ab	20,53	bcd
Valiosa	1,06	a	13,03	a	29,36	a	40,43	a	83,28	b	0,29	a	1,60	a	4,40	a	37,14	a	37,62	bcde	0,00	a	0,00	a	0,18	ab	0,00	b	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	7,13	abcd	37,36	a
313 RR	0,26	a	6,35	a	25,27	a	41,70	a	55,52	bcd	0,12	a	1,25	a	6,31	a	20,96	abcd	32,60	bcdef	0,00	a	0,00	a	0,02	b	0,58	a	0,00	a	13,80	d								

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente ao nível de significância de 0,01.

**Anexo E.** Teste de Tukey para médias de acúmulo de Mg em folhas, caules, inflorescências e vagens de soja. Urutaí-GO, 2011.

Cultivar	Mg Folha					Mg Caule					Mg Inflor					Mg Vagem																										
	20	40	60	80	100	20	40	60	80	100	20	40	60	80	100	20	40	60	80	100																						
7560	0,17	a	1,66	a	10,06	a	6,97	a	0,00	f	0,13	a	1,03	a	5,99	a	5,74	c	7,17	b	0,00	a	0,00	a	0,00	b	0,00	b	0,00	a	8,28	a	15,44	abc								
Conquista	0,13	a	1,98	a	6,70	a	10,63	a	23,62	ab	0,09	a	0,90	a	4,64	a	6,44	bc	15,80	a	0,00	a	0,00	a	0,04	ab	0,00	b	0,00	a	1,86	cd	10,67	c								
8360	0,30	a	1,93	a	11,97	a	9,79	a	10,41	de	0,13	a	0,99	a	6,81	a	13,14	ab	14,40	a	0,00	a	0,00	a	0,03	ab	0,00	b	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	4,67	abcd	12,17	bc		
7960	0,21	a	1,36	a	8,27	a	8,78	a	6,78	ef	0,09	a	1,05	a	5,10	a	8,54	abc	7,04	b	0,00	a	0,00	a	0,01	b	0,00	b	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	4,09	abcd	15,18	abc		
8660	0,12	a	1,06	a	7,59	a	6,89	a	13,55	cde	0,04	a	0,67	a	4,19	a	6,22	bc	9,73	ab	0,00	a	0,00	a	0,01	b	0,03	b	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,82	cd	13,61	abc		
313	0,20	a	1,64	a	11,04	a	11,91	a	15,54	cd	0,13	a	1,10	a	8,14	a	12,80	abc	5,33	b	0,00	a	0,00	a	0,02	b	0,12	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,08	d	5,17	d		
7760 RR	0,33	a	1,84	a	10,95	a	9,16	a	8,18	de	0,20	a	1,48	a	6,01	a	10,22	abc	10,16	ab	0,00	a	0,00	a	0,03	ab	0,00	b	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	7,00	ab	17,69	a		
7860 RR	0,13	a	1,38	a	9,74	a	9,72	a	11,51	de	0,10	a	0,94	a	5,51	a	13,96	a	10,24	ab	0,00	a	0,00	a	0,09	a	0,00	b	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	5,75	abc	17,06	ab		
8160 RR	0,15	a	1,74	a	8,54	a	11,68	a	29,48	a	0,13	a	1,22	a	3,65	a	13,67	a	8,98	ab	0,00	a	0,00	a	0,06	ab	0,00	b	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	3,99	abcd	15,79	ab		
Valiosa	0,17	a	4,24	a	9,61	a	11,16	a	20,40	bc	0,14	a	0,84	a	3,19	a	13,02	ab	6,18	b	0,00	a	0,00	a	0,09	a	0,00	b	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	2,55	bed	17,13	ab		
313 RR	0,07	a	1,73	a	6,24	a	9,27	a	14,42	cd	0,06	a	0,73	a	4,47	a	14,55	a	12,13	ab	0,00	a	0,00	a	0,01	b	0,19	a	0,00	d	4,55	d										

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente ao nível de significância de 0,01.

**Anexo F.** Teste de Tukey para médias de acúmulo de S em folhas, caules, inflorescências e vagens de soja. Urutaí-GO, 2011.

Cultivar	S Folha					S Caule					S Inflor					S Vagem																								
	20	40	60	80	100	20	40	60	80	100	20	40	60	80	100	20	40	60	80	100																				
7560	0,10	a	1,40	a	2,57	a	2,09	a	0,00	f	0,02	a	0,48	a	2,38	a	4,12	ab	4,13	abc	0,00	a	0,00	a	0,00	c	0,00	b	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	3,84	a	8,88	ab
Conquista	0,08	a	0,96	a	1,66	a	2,80	a	4,53	bcd	0,02	a	0,33	a	1,92	a	2,64	ab	4,68	abc	0,00	a	0,00	a	0,02	abc	0,00	b	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,70	bc	5,93	c
8360	0,09	a	1,09	a	2,66	a	2,63	a	3,91	cde	0,02	a	0,29	a	2,23	a	1,96	b	2,68	bc	0,00	a	0,00	a	0,02	abc	0,00	b	0,00	a	0,00	a	0,00	a	2,54	abc	8,69	ab		
7960	0,09	a	0,94	a	2,22	a	2,68	a	1,79	ef	0,02	a	0,42	a	1,93	a	3,49	ab	2,30	c	0,00	a	0,00	a	0,00	bc	0,00	b	0,00	a	0,00	a	0,00	a	1,95	abc	8,93	ab		
8660	0,04	a	0,79	a	1,89	a	1,80	a	4,63	bcd	0,01	a	0,29	a	1,90	a	2,25	b	5,14	ab	0,00	a	0,00	a	0,01	abc	0,01	b	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,28	bc	6,66	bc		
313	0,10	a	1,04	a	3,22	a	2,99	a	8,52	a	0,04	a	0,42	a	2,77	a	3,64	ab	6,28	a	0,00	a	0,00	a	0,01	abc	0,07	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,03	c	2,51	de		
7760 RR	0,14	a	1,18	a	2,31	a	2,15	a	1,21	f	0,06	a	0,92	a	3,05	a	4,04	ab	2,94	bc	0,00	a	0,00	a	0,01	abc	0,00	b	0,00	a	0,00	a	0,00	a	2,80	ab	10,24	a		
7860 RR	0,08	a	0,83	a	2,03	a	2,80	a	3,62	de	0,02	a	0,39	a	2,36	a	3,88	ab	3,10	bc	0,00	a	0,00	a	0,04	a	0,00	b	0,00	a	0,00	a	0,00	a	1,64	abc	11,04	a		
8160 RR	0,14	a	1,21	a	2,24	a	3,36	a	6,41	ab	0,03	a	0,59	a	2,78	a	5,04	a	4,38	abc	0,00	a	0,00	a	0,04	a	0,00	b	0,00	a	0,00	a	0,00	a	1,60	abc	10,00	a		
Valiosa	0,19	a	0,97	a	1,90	a	2,64	a	6,02	b	0,04	a	0,44	a	1,69	a	3,66	ab	3,80	abc	0,00	a	0,00	a	0,03	ab	0,00	b	0,00	a	0,00	a	0,00	a	1,08	bc	4,98	cd		
313 RR	0,08	a	0,75	a	1,84	a	2,70	a	5,77	bc	0,02	a	0,20	a	1,56	a	4,11	ab	5,02	ab	0,00	a	0,00	a	0,00	bc	0,08	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	c	1,28	e		

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente ao nível de significância de 0,01.

**Anexo G.** Teste de Tukey para médias de acúmulo de Cu em folhas, caules, inflorescências e vagens de soja. Urutaí-GO, 2011.

Cultivar	Cu Folha					Cu Caule					Cu Inflor					Cu Vagem																								
	20	40	60	80	100	20	40	60	80	100	20	40	60	80	100	20	40	60	80	100																				
7560	1,24	a	5,27	abc	6,16	a	5,65	bc	0,00	e	0,32	a	2,14	a	5,71	ab	3,28	a	3,12	c	0,00	a	0,00	a	0,00	c	0,00	a	6,06	a	7,72	ab								
Conquista	0,24	a	1,98	c	4,78	a	6,26	bc	9,71	ab	0,25	a	3,59	a	5,66	ab	3,30	a	4,79	bc	0,00	a	0,00	a	0,02	c	0,00	a	0,83	bc	8,90	a								
8360	0,33	a	4,28	abc	4,27	a	9,79	ab	5,21	bcd	0,24	a	2,03	a	9,40	a	3,92	a	4,11	bc	0,00	a	0,00	a	0,09	bc	0,00	a	2,67	bc	8,69	ab								
7960	0,79	a	8,84	a	7,04	a	6,75	bc	3,99	cde	0,27	a	2,37	a	2,17	b	3,49	a	4,14	bc	0,00	a	0,00	a	0,01	c	0,00	a	2,79	bc	8,93	a								
8660	0,12	a	3,22	bc	4,06	a	4,49	c	6,61	abcd	0,09	a	2,28	a	4,56	b	2,65	a	5,89	abc	0,00	a	0,00	a	0,02	c	0,02	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,46	c	5,79	bc
313	0,91	a	5,46	abc	7,88	a	9,16	abc	10,02	ab	0,30	a	2,68	a	3,62	b	5,12	a	9,70	a	0,00	a	0,00	a	0,01	c	0,09	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,04	c	2,95	cd
7760 RR	1,12	a	6,79	abc	6,57	a	4,58	c	2,79	de	0,50	a	2,62	a	4,88	b	4,54	a	4,95	bc	0,00	a	0,00	a	0,02	c	0,00	a	3,50	ab	9,31	a								
7860 RR	0,28	a	1,98	c	3,90	a	4,86	bc	4,26	cde	0,20	a	2,22	a	3,84	b	4,05	a	4,27	bc	0,00	a	0,00	a	0,17	b	0,00	a	2,35	bc	10,03	a								
8160 RR	0,32	a	7,75	ab	4,07	a	5,84	bc	8,54	abc	0,21	a	1,96	a	4,06	b	5,06	a	7,49	ab	0,00	a	0,00	a	0,76	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	1,77	bc	10,53	a
Valiosa	1,14	a	3,85	abc	3,62	a	4,96	bc	6,69	abcd	0,42	a	1,16	a	2,20	b	4,27	a	5,61	bc	0,00	a	0,00	a	0,17	b	0,00	a	1,70	bc	9,34	a								
313 RR	0,28	a	2,63	abc	2,97	a	13,63	a	10,82	a	0,09	a	0,38	a	1,94	b	4,93	a	7,58	ab	0,00	a	0,00	a	0,01	c	0,10	a	0,00	c	1,60	d								

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente ao nível de significância de 0,01.

**Anexo H.** Teste de Tukey para médias de acúmulo de Fe em folhas, caules, inflorescências e vagens de soja. Urutaí-GO, 2011.

Cultivar	Fe Folha					Fe Caule					Fe Inflor					Fe Vagem																								
	20	40	60	80	100	20	40	60	80	100	20	40	60	80	100	20	40	60	80	100																				
7560	25,30	a	331,53	a	525,52	a	386,08	a	0,00	f	7,31	a	72,38	a	425,23	a	352,49	cd	614,47	bc	0,00	a	0,00	a	0,00	d	0,00	b	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	311,11	a	474,78	bcd
Conquista	15,01	a	323,87	a	341,20	a	492,12	a	1019,05	bcde	4,96	a	46,17	a	157,45	a	343,38	cd	785,22	abc	0,00	a	0,00	a	3,60	bcd	0,00	b	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	73,51	bc	376,58	cd
8360	25,20	a	321,82	a	593,98	a	565,59	a	1460,67	ab	5,56	a	46,41	a	212,64	a	912,13	ab	540,99	bc	0,00	a	0,00	a	4,17	bcd	0,00	b	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	225,51	ab	556,28	bc
7960	17,92	a	401,04	a	447,04	a	434,27	a	705,96	de	4,29	a	47,68	a	230,03	a	263,13	d	422,56	c	0,00	a	0,00	a	1,38	d	0,00	b	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	124,49	abc	625,17	ab
8660	8,98	a	212,87	a	451,18	a	376,04	a	1308,62	bc	2,86	a	39,67	a	272,49	a	332,21	cd	1084,56	a	0,00	a	0,00	a	1,06	d	1,33	b	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	25,70	bc	683,18	ab
313	20,40	a	372,93	a	788,25	a	583,34	a	1804,36	a	6,83	a	43,45	a	419,57	a	1090,59	a	935,62	ab	0,00	a	0,00	a	2,00	cd	7,69	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	3,19	bc	259,89	d
7760 RR	25,36	a	419,83	a	560,45	a	428,11	a	202,63	f	8,93	a	88,52	a	156,04	a	352,17	cd	753,02	abc	0,00	a	0,00	a	3,00	bcd	0,00	b	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	190,85	abc	530,84	bc
7860 RR	19,87	a	223,87	a	432,64	a	612,58	a	692,58	e	5,51	a	54,31	a	215,16	a	510,02	bcd	623,05	bc	0,00	a	0,00	a	8,90	a	0,00	b	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	196,99	abc	832,84	a
8160 RR	31,30	a	442,65	a	510,66	a	735,68	a	1341,41	b	7,50	a	81,72	a	204,16	a	658,09	bcd	587,63	bc	0,00	a	0,00	a	6,53	abc	0,00	b	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	148,01	abc	684,33	ab
Valiosa	30,56	a	537,19	a	556,38	a	535,78	a	1163,92	bcd	6,77	a	63,68	a	159,50	a	657,35	bcd	878,67	ab	0,00	a	0,00	a	7,04	ab	0,00	b	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	124,47	abc	510,64	bc
313 RR	11,62	a	254,18	a	442,96	a	605,10	a	876,06	cde	2,81	a	36,57	a	334,13	a	702,94	abc	458,64	bc	0,00	a	0,00	a	1,05	d	11,21	a	0,00	c	542,54	bc								

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente ao nível de significância de 0,01.

**Anexo I.** Teste de Tukey para médias de acúmulo de Mn em folhas, caules, inflorescências e vagens de soja. Urutaí-GO, 2011.

Cultivar	Mn Folha					Mn Caule					Mn Inflor					Mn Vagem																								
	20	40	60	80	100	20	40	60	80	100	20	40	60	80	100	20	40	60	80	100																				
7560	3,80	a	21,10	a	82,11	c	90,40	c	0,00	f	0,39	a	3,57	a	25,69	b	27,87	a	26,51	d	0,00	a	0,00	a	0,00	b	0,00	c	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	64,65	a	96,50	ab
Conquista	1,75	a	32,39	a	108,42	abc	198,10	ab	226,46	bcd	0,38	a	4,87	a	21,52	b	31,37	a	40,70	bcd	0,00	a	0,00	a	0,41	b	0,00	c	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	12,39	bc	50,41	cde
8360	2,36	a	20,69	a	79,05	c	112,63	bc	177,05	cd	0,39	a	4,82	a	19,97	b	52,96	a	37,03	bcd	0,00	a	0,00	a	0,50	b	0,00	c	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	41,37	ab	78,23	bcd
7960	2,23	a	25,15	a	93,28	bc	135,01	abc	135,61	de	0,24	a	5,01	a	20,62	b	31,37	a	35,21	cd	0,00	a	0,00	a	0,12	b	0,00	c	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	27,87	bc	84,84	bc
8660	0,89	a	20,69	a	60,97	c	119,85	bc	323,85	ab	0,31	a	3,16	a	15,49	b	22,50	a	47,15	bcd	0,00	a	0,00	a	0,19	b	0,29	bc	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	7,43	bc	124,48	a
313	3,94	a	46,81	a	199,69	a	122,16	bc	240,58	bc	0,28	a	5,65	a	34,36	b	43,52	a	87,26	a	0,00	a	0,00	a	0,25	b	1,85	ab	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,96	c	44,30	de
7760 RR	3,48	a	38,78	a	122,60	abc	146,52	abc	53,91	ef	0,66	a	7,41	a	30,88	b	38,63	a	42,11	bcd	0,00	a	0,00	a	0,28	b	0,00	c	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	40,27	ab	102,44	ab
7860 RR	1,59	a	15,14	a	58,47	c	189,61	abc	217,36	cd	0,36	a	5,26	a	24,33	b	34,41	a	36,27	bcd	0,00	a	0,00	a	0,86	b	0,00	c	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	42,21	ab	125,43	a
8160 RR	4,29	a	25,18	a	103,76	abc	227,71	a	367,39	a	0,70	a	6,68	a	93,29	a	43,03	a	67,37	ab	0,00	a	0,00	a	12,33	a	0,00	c	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	34,57	abc	121,07	a
Valiosa	3,62	a	22,35	a	193,92	ab	116,58	bc	257,53	bc	0,47	a	4,94	a	18,70	b	36,28	a	53,34	bcd	0,00	a	0,00	a	1,04	b	0,00	c	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	20,93	bc	68,50	bcd
313 RR	1,15	a	17,33	a	65,40	c	122,66	bc	158,63	cd	0,13	a	3,27	a	17,48	b	41,93	a	64,44	abc	0,00	a	0,00	a	0,10	b	2,83	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	c	24,73	e

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente ao nível de significância de 0,01.

**Anexo J.** Teste de Tukey para médias de acúmulo de Zn em folhas, caules, inflorescências e vagens de soja. Urutaí-GO, 2011.

Cultivar	Zn Folha					Zn Caule					Zn Inflor					Zn Vagem																								
	20	40	60	80	100	20	40	60	80	100	20	40	60	80	100	20	40	60	80	100																				
7560	2,48	a	30,89	a	61,58	b	58,38	a	0,00	de	0,78	a	3,21	a	11,42	bc	6,56	bc	6,24	a	0,00	a	0,00	a	0,00	c	0,00	b	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	54,55	a	131,24	ab
Conquista	1,87	a	23,13	a	47,83	b	47,96	a	181,16	a	0,46	a	3,59	a	7,93	c	6,60	bc	9,58	a	0,00	a	0,00	a	0,42	bc	0,00	b	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	17,34	abc	85,99	cde
8360	2,68	a	30,68	a	87,60	a	63,66	a	91,13	c	0,59	a	3,04	a	12,92	bc	15,69	ab	6,17	a	0,00	a	0,00	a	0,52	bc	0,00	b	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	48,04	ab	91,26	bcd
7960	2,23	a	24,47	a	45,76	b	81,00	a	35,90	de	0,42	a	3,42	a	6,51	c	13,94	ab	6,21	a	0,00	a	0,00	a	0,12	bc	0,00	b	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	37,16	abc	125,03	abc
8660	1,07	a	18,39	a	47,42	b	47,94	a	109,05	bc	0,29	a	2,63	a	4,56	c	11,91	abc	14,74	a	0,00	a	0,00	a	0,14	bc	0,19	b	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	6,97	bc	95,53	bcd
313	2,28	a	21,07	a	52,55	b	51,92	a	110,27	bc	0,69	a	3,87	a	18,08	b	20,48	a	14,54	a	0,00	a	0,00	a	0,20	bc	1,68	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,84	c	48,73	e
7760 RR	3,14	a	40,72	a	59,11	b	59,52	a	13,94	de	0,84	a	4,80	a	11,38	bc	13,63	ab	7,43	a	0,00	a	0,00	a	0,44	bc	0,00	b	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	47,28	ab	116,41	abc
7860 RR	1,79	a	15,14	a	68,21	b	75,36	a	76,72	cd	0,50	a	1,66	a	10,25	bc	4,05	c	6,40	a	0,00	a	0,00	a	0,94	b	0,00	b	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	32,83	abc	140,48	a
8160 RR	3,22	a	21,31	a	128,17	a	90,50	a	140,98	ab	0,61	a	4,71	a	43,27	a	10,12	bc	11,23	a	0,00	a	0,00	a	0,76	bc	0,00	b	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	33,68	abc	136,87	a
Valiosa	2,48	a	27,75	a	63,43	b	66,97	a	100,34	bc	0,68	a	2,33	a	6,60	bc	12,81	abc	8,42	a	0,00	a	0,00	a	2,04	a	0,00	b	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a	22,63	abc	74,73	de
313 RR	1,15	a	18,91	a	44,59	b	62,69	a	79,31	cd	0,32	a	2,31	a	9,71	c	14,80	ab	15,16	a	0,00	a	0,00	a	0,28	bc	2,24	a	0,00	c	102,92	abcd								

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente ao nível de significância de 0,01.