

NPK em soja transgênica no Cerrado Goiano⁽¹⁾.

Janine Mesquita Gonçalves⁽²⁾; Eli Regina Barboza de Souza⁽³⁾; Wilson Mozena Leandro⁽³⁾; Bernardo Moreira Piccollo Rezende⁽⁴⁾; Cássio Jardim Tavares⁽⁴⁾; Paulo Vinícius de Sousa⁽⁴⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do Instituto Federal Goiano – câmpus Urutaí e da Universidade Federal de Goiás. ⁽²⁾ Engenheiro Agrônomo; Instituto Federal Goiano – campus Urutaí; Urutaí, GO; janine_mesquita@yahoo.com.br; ⁽³⁾ Professor Adjunto; Universidade Federal de Goiás; ⁽⁴⁾ Aluno de graduação em Agronomia; Instituto Federal Goiano – câmpus Urutaí.

RESUMO: A soja como as demais culturas dependem de nutrientes para seu desenvolvimento e produção. O trabalho objetivou verificar se existem diferenças no acúmulo de NPK em soja convencional e transgênica quando submetidas às mesmas condições ambientais. Para tanto foram cultivadas cinco cultivares convencionais e seis transgênicas sendo que coletou-se cinco plantas por parcela aos 20, 40, 60, 80 e 100 dias após o plantio para análise química (caules, folhas, inflorescências e vagens) de suas estruturas separadamente. Quanto ao acúmulo de nutrientes em suas estruturas a que obteve melhor desempenho foi a 8160 RR. Conclui-se assim que quando submetidas às mesmas condições ambientais a soja transgênica pode acumular mais NPK em suas folhas e vagens em relação à soja convencional.

Termos de indexação: macronutrientes, soja RR.

INTRODUÇÃO

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).

A cultura da soja encontra-se inserida no contexto da produção nacional com a necessidade de N que 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) 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).

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 (Reis et al., 2006). 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).

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

O fósforo (P) 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), fosfolípidos, ácidos nucléicos e outros ésteres, variando de 15% a 80% nestes compostos (Arantes & Souza, 1993; Novais et al., 2007).

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 estágios de formação de vagens até o enchimento dos grãos (Yamada, 2000).

Para obtenção de uma produtividade adequada, a quantidade acumulada de P fica em torno de 20 kg.ha⁻¹ (Lana et al., 2007). Uma produção aproximada de 18 t.ha⁻¹ de matéria seca da parte aérea de soja foram exigidos, em média, 48 kg de P ha⁻¹ e para uma produtividade média de 3.093 kg.ha⁻¹

¹ foram exportados 16 kg de P ha⁻¹ pelos grãos (Malavolta, 1980).

O potássio (K) é absorvido da solução do solo na forma iônica (K⁺), 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 (Vernetti, 1983).

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

Com este trabalho objetivou-se verificar se existe diferença de acúmulo dos nutrientes NPK em soja convencional e transgênica quando submetidas às mesmas condições.

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

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).

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.

Para adubação utilizou-se parâmetros de necessidade da cultura segundo Sousa & Lobato (2004) baseando-se no resultado da análise do solo foram aplicados 5,46 kg de cloreto de potássio e 15,4 kg de superfosfato simples para suprimento de 40 kg de K₂O e 35 kg de P₂O₅, respectivamente, por hectare. O cálculo do adubo foi realizado tendo em

vista sua aplicação na linha de plantio.

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 elkanii*) e SEMIA 5079 (*Bradyrhizobium japonicum*) contendo 5.10⁹ 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.

Em relação à coleta de plantas inteiras, 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. 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. 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).

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 kg.ha⁻¹ e micronutrientes em 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).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se nas Tabelas 1 e 2 que não há diferenças de acúmulo total de NPK em soja convencional e transgênica quando submetidas às

mesmas condições ambientais (sem aplicação do herbicida glifosato para controle de invasoras).

Porém observa-se que o acúmulo é diferenciado em suas estruturas dependendo da cultivar o que pode influenciar na produtividade obtida.

O acúmulo de nutrientes na planta em suas estruturas é o responsável pela produtividade tendo em vista que a planta produz toda sua arquitetura com vista à reprodução e enchimento de grãos. Para tanto, uma planta mais eficiente produz maior quantidade de estruturas, principalmente fotossintéticas (folhas).

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.

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 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.

Para os teores de P 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. 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.

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 (Kerbaudy, 2008).

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. Em relação às cultivares, o maior acúmulo de K é demonstrado pela cultivar 8160 RR em detrimento a cultivar 7560.

CONCLUSÕES

Quando submetidas às mesmas condições ambientais a soja transgênica pode acumular mais NPK em suas folhas e vagens em relação à soja convencional.

REFERÊNCIAS

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

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.

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.

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.

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 magnésiano 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.

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

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.

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.

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.

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.

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.

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

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

Tabela 2 - Teste de tukey para as médias dos acúmulos totais dos macronutrientes, N, P e K de plantas de soja. Urutai-GO, 2011.

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