BOLETIM AGRONÔMICO
• EDIÇÃO 4 | 2021 •

EXTRAÇÃO E EXPORTAÇÃO DE NUTRIENTES NA CULTURA DA SOJA

Luciano Marques de Godoy
Assessor Agronômico dos estados do Mato Grosso e Rondônia
OCP Brasil

Luciano é graduado em Engenharia Agronômica pela Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT), sendo bolsista em Iniciação Científica pelo (CNPq). Possui Pós-graduação em Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas pela Universidade Federal de Lavras (UFLA). Antes de ingressar na OCP Brasil, trabalhou em outras grandes empresas de fertilizantes do país.

A soja tem um elevado potencial de produtividade, podendo superar os 149 sc/ha, como já observado no Desafio Nacional de Máxima Produtividade do CESB na safra 2016/17 (CESB, 2020). Esse resultado confirma um estreitamento na diferença entre produtividade real e potencial, e demonstra que o manejo e as condições edafoclimáticas viabilizam produtividades próximas às do potencial da cultura (MORAES et al., 2019). Tudo começa com a construção da fertilidade do solo ao longo dos cultivos e em um bom ambiente de produção, sempre avaliando, conjuntamente, os atributos físicos e biológicos do solo. Admite-se que 52 fatores podem ser identificados como responsáveis pelo crescimento e desenvolvimento das culturas agrícolas (TISDALE et al., 1985), e Sentelhas (2018) os resume em: Clima (50%), Solo (23%), Manejo (14%) e Planta (13%). Em vista disso, fica evidente que podemos exercer alguma ação em apenas 50% dos fatores produtivos, de forma a maximizar as colheitas, onde certamente a qualidade dos solos e uma adequada nutrição mineral possuem grande importância.

Com a fertilidade plenamente construída e um bom perfil de solo como ponto de partida, as plantas podem se desenvolver atingindo altas produtividades, onde elevadas quantidades de nutrientes são removidas do solo, safra após safra. Para impedir o surgimento de deficiências (e/ou empobrecimento do sistema), os nutrientes podem ser adicionados novamente ao solo por meio dos fertilizantes (TAIZ e ZEIGER, 2004) no processo de adubação, que pode ser resumido da seguinte forma:

ADUBAÇÃO = EXIGÊNCIA DA PLANTA – FORNECIDO PELO SOLO

Além da quantidade de nutrientes demandados pela soja, é necessário atentar aos teores existentes no solo, visando sempre um bom equilíbrio nutricional, fator que assegura um adequado potencial produtivo e a manutenção da fertilidade do sistema.

A demanda nutricional pode ser estimada avaliando os estudos de extração e exportação de nutrientes pelas culturas, onde a extração é a quantidade total de nutrientes que a planta retira do sistema, para completar seu ciclo, e exportação é o percentual destes nutrientes que são removidos do sistema através da colheita (no caso da soja, via grãos).

A absorção de nutrientes por uma espécie vegetal é influenciada por diversos fatores, entre eles: as condições climáticas (chuvas e temperaturas), a diferença genética entre cultivares de uma mesma espécie, a disponibilidade de nutrientes no solo e os diversos tratos culturais (Embrapa, 2013). A Tabela 1 reúne dez trabalhos de pesquisa que avaliaram a demanda nutricional da cultura da soja, em diferentes épocas, regiões e materiais genéticos, permitindo uma visão mais ampla do ponto de vista técnico:

Tabela 1: Quantidade média de nutrientes extraídos e exportados pela cultura da soja, para produção de 1 tonelada de grãos

Demanda	N	P_2O_5	K_2O	Ca	Mg	S	B	Cu	Mn	Zn	Fe	Mo
	Kg/t						g/t					
Extração	85,5	17,9	42,6	16	8,3	8,5	71,3	33,8	151,5	79,8	331,7	6,5
Exportação	59	12,1	21,4	2,8	2,4	3,9	25,5	18,2	36,6	50,2	81,2	5

Fonte: Valores médios adaptados de 10 autores. (Bataglia & Mascarenhas, 1977); (Cordeiro, 1979); (Darwich, 1993); (Borkert et al., 1994); (Tanaka et al., 1994), apud Pauletti, 2004; Kurihara, 2004; Embrapa, 2013; Kurihara et al., 2013; Oliveira Júnior et al., 2014a, 2014b; Oliveira Júnior et al., 2016.

É preciso considerar que, quanto maior for a produtividade, maior será a quantidade exportada de nutrientes (Fundação MT, 2018) e, mesmo que essa correlação não seja linear, se apresenta como uma excelente ferramenta para direcionar o manejo da adubação, especialmente por fornecer uma indicação das quantidades adequadas e equilibradas de nutrientes. Importante frisar ainda que tanto a falta quanto o excesso de nutrientes são prejudiciais nos âmbitos agronômico, econômico e ambiental.

De posse da demanda da cultura da soja (Tabela 1), podemos inferir as quantidades necessárias de nutrientes para repor o que a produtividade almejada irá retirar do solo. A exemplo disso, para produzirmos 70 sc/ha de soja (4,2 t), a cultura irá demandar as quantidades de nutrientes apresentadas nos gráficos a seguir (Gráfico 1 e 2):

Gráfico 01

Demanda de **macronutrientes** para 70 sc/ha de soja (kg/ha)

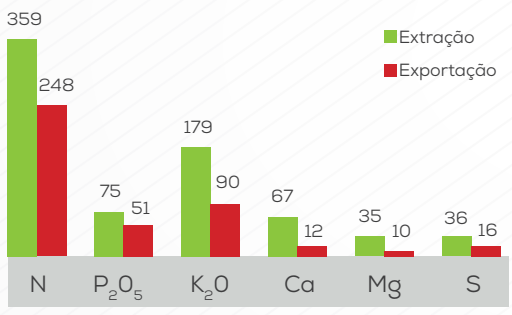
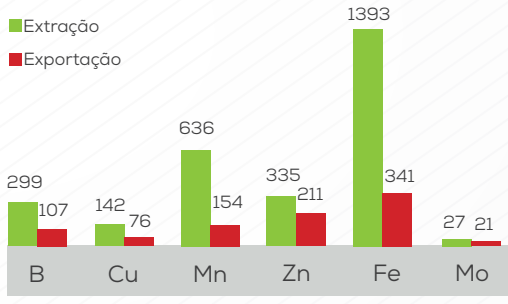


Gráfico 02

Demanda de **micronutrientes** para 70 sc/ha de soja (kg/ha)



Gráficos 1 e 2) quantidade média de nutrientes extraídos e exportados pela soja para uma produtividade de 70 sc/ha (com base nos dados da TABELA 1).

Para termos um comparativo prático e/ou uma idéia da real remoção de nutrientes pelas colheitas, um caminhão transportando uma carga de 38 t de soja, leva para fora da propriedade o equivalente a 2.243 kg de Nitrogênio (N), 460 kg de fósforo (P_2O_5) e 813 kg de potássio (K_2O).

Assim, considerando um solo com fertilidade construída (altos teores de nutrientes), em cada cultivo é necessário repor ao sistema as quantidades indicadas pela exportação, visando a manutenção da fertilidade e disponibilidade dos nutrientes para as plantas, permitindo que a soja possa expressar seu melhor potencial produtivo. Importante lembrar que existem outras formas de perdas de nutrientes (lixiviação, fixação, volatilização, etc.), e neste caso, é necessário avaliar a dinâmica dos nutrientes no solo e seu aproveitamento pelas culturas, a fim de promover ajustes na adubação.

Por outro lado, caso o solo ainda não apresente alta fertilidade, como ocorre na maioria das vezes, é necessário fazer a devida correção (calagem, adubação) com aplicações adicionais de nutrientes, além de doses de reposição superiores às citadas no comparativo acima. Com relação ao nitrogênio, apesar de ser o nutriente mais requerido pela soja, não há necessidade de adicioná-lo via adubação, uma vez que esta cultura o obtém via fixação biológica (FBN), possível a partir da simbiose entre a soja e bactérias específicas.

Como vimos anteriormente, a quantidade de nutrientes demandados pela soja pode variar um pouco, conforme a Tabela 2, onde é possível observar as variações entre os diferentes autores com relação as quantidades exportadas.

Tabela 2: Exportação de nutrientes para produção de 1 t de grãos de soja.

Nutrientes	Exportação (autores*)										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Média
Kg/t de grãos											
N	64	64,4	58	51	58,8	61,5	51	61,4	65	55,2	**59,03**
P_2O_5**	11,5	10,8	17,4	11,5	11,9	13,5	10	13,5	13,3	7,8	**12,11**
K_2O**	21,6	19,8	28,8	20,4	22,4	17,2	20	16,6	24	23,2	**21,4**
Ca	3	3,2	3,2	3	1,9	2,5	3	2,5	3,2	2,7	**2,82**
Mg	2	2,2	3,2	2	2,2	2,7	2	2,7	2,8	1,9	**2,37**
S	2	2,3	2	5,4	3,2	6,5	5,4	6,5	3	2,6	**3,89**
g/t de grãos											
B	24	-	-	-	-	26,2	20	25,8	30	26,7	**25,46**
Cu	14	-	-	-	-	34,4	10	27	15	8,6	**18,17**
Mn	43	-	-	-	-	32,7	30	31,6	50	32,5	**36,63**
Zn	43	-	-	-	-	64,4	40	63,3	55	35,8	**50,24**
Fe	115	-	-	-	-	78,4	70	77,6	65	-	**81,20**
Mo	5	-	-	-	-	-	5	-	-	-	**5**

Fonte: * (1) (Bataglia & Mascarenhas, 1977); (2) (Cordeiro, 1979); (3) (Darwich, 1993); (4) (Borkert et al., 1994); (5) (Tanaka et al., 1994), apud Pauletti, 2004; (6) Kurihara, 2004; (7) Embrapa, 2013; (8) Kurihara et al., 2013; (9) Oliveira Júnior et al., 2014a, 2014b; (10) Oliveira Júnior et al., 2016.

** Valores originais expressos em P e K, aqui convertidos para P2O5 e K2O (fator: x2,29, e 1,2).

Apesar das diferenças entre cultivares e safras, pode-se observar grande consistência nos números de exportação (Tabela 2) para a maioria dos nutrientes (CV - Coeficiente de Variação máximo observado foi de 19,7%, e maioria abaixo de 4%). Logo, a extração é um excelente direcionador do planejamento estratégico da adubação.

Para definir as quantidades (dose) de nutrientes a serem adicionadas ao sistema produtivo é necessário um bom planejamento de manejo, para que cada nutriente seja aplicado na época correta, no local correto, e com a fonte correta, buscando atingir o máximo potencial produtivo da soja, refletido em altos rendimentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Comitê Estratégico Soja Brasil. CESB, 2020. Disponível em: http://www.cesbrasil.org.br/wp-content/uploads/2017/06/Campeao-Sul-2017-Final-1.pdf. Acesso em 20/06/2020

EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja**: região central do Brasil 2014. Londrina: Embrapa Soja, 2013. 265 p. (Sistemas de Produção, 16).

FUNDAÇÃO MT. **Boletim de pesquisa 2017/2018**. n. 18. Rondonópolis: Fundação MT, 2018. 336p.

KURIHARA, C. H. **Demanda de nutrientes pela soja e diagnose de seu estado nutricional.** Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2004.100 p.

KURIHARA, C. H.; ALVAREZ, V. H.; NEVES, J. C. L.; NOVAIS R. F. **Acúmulo de matéria seca e nutrientes em soja, como variável do potencial produtivo**. Revista. Ceres, Viçosa, v. 60, n. 5, p. 690-698. 2013.

MORAES, M. F.; SILVA, J. G.; GOMES, M. B.; PRADO, M. R. V.; ALMEIDA, J. P. M. de; FELETTI, R. C. G. **Nutrição e adubação da soja na região do Cerrado**. In: FLORES, R. A.; CUNHA, P. P. da; MARCHÃO, R. L.; MORAES, M. F. (Ed.). Nutrição e adubação de grandes culturas na região do Cerrado. Goiânia: UFG, 2019. p. 369-417.

OLIVEIRA JUNIOR, A.; CASTRO, C.; OLIVEIRA, F. A.; FOLONI, J. S. S. **Marcha de absorção e acúmulo de macronutrientes em soja com tipo de crescimento indeterminado**. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA. 2014a, Londrina. Resumos expandidos... Londrina: Embrapa Soja, 2014a. p. 133-136.

OLIVEIRA JUNIOR, A.; CASTRO, C.; OLIVEIRA, F. A.; FOLONI, J. S. S. **Marcha de absorção e acúmulo de zinco, manganês, ferro, cobre e boro em soja com tipo de crescimento indeterminado.** In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA. 2014b, Londrina. Resumos expandidos... Londrina: Embrapa Soja, 2014b. p. 137-139.

OLIVEIRA JUNIOR, A.; CASTRO, C.; PEREIR, L.R.; DOMINGOS, C.S. 2016. **Estádios fenológicos e marcha de absorção de nutrientes da soja. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1047123. Acesso: 20/06/2020.**

PAULETTI, V. **Nutrientes**: teores e interpretações. 2. ed. Castro: Fundação ABC, 2004. 86p.

SENTELHAS, P.C. **O desafio da produção agrícola nos climas do cerrado**. Em: III Simpósio Desafios da Fertilidade do solo na região do cerrado, 2018.

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

TISDALE, S. L.; BEATON, 1. D.; NELSON, W. L. **Soil fertility and fertilizer**s. 4. ed. New York: Mac Millan. 1985. 754 p.