

MARCA DE ACÚMULO DE MACRONUTRIENTES POR CULTIVARES DE SOJA COM TECNOLOGIA RR® E INTACTA®

TRIGOLO, A.L.M.^{1*}; QUAREZEMIN, M.A.K.^{2*}; SILVA, R.P.C.³; CASTRO, C. de⁴; OLIVEIRA, F.A. de⁴; FOLONI, J.S.S.⁴; OLIVEIRA JUNIOR, A. de⁴

¹. Universidade Estadual de Londrina, Londrina – PR, amandamanttovani@hotmail.com; ²UTFPR, Campus Londrina, PR; ³Eng. Agrônomo; ⁴Embrapa Soja, Londrina-PR.* Bolsista PIBIC-CNPq/Brasil

No Brasil, as práticas de manejo relacionadas à nutrição mineral da soja, desde a adubação de base até à adubação foliar foram definidas com base nos princípios fenológicos e metabólicos de cultivares de soja com Tipo de Crescimento Determinado (TCD), estando estas práticas/indicações muito bem estabelecidas, fundamentadas e validadas (OLIVEIRA JUNIOR et al., 2014). Entretanto, a partir de 2000 ocorreu um significativo aumento da área cultivada com variedades de soja com Tipo de Crescimento Indeterminado (TCI), que se caracterizam por apresentarem simultaneamente crescimento vegetativo e reprodutivo (CÂMARA, 1998). Associado ao tipo de crescimento, essas variedades apresentavam na maioria dos casos a inserção do gene com a Tecnologia Roundup Ready (RR®) e, mais recentemente, a tecnologia Intacta® (BtRR2).

Dessa forma, o aumento do cultivo dessas variedades trata-se de uma importante mudança no sistema de produção da soja. Todavia, são poucos os trabalhos na literatura que aborda sobre os aspectos nutricionais dessas variedades, principalmente em relação à dinâmica de acúmulo e as quantidades absorvidas dos nutrientes. Assim, o objetivo do estudo foi determinar a marcha de absorção dos macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) em três cultivares de soja com TCI, sendo duas RR® e uma Intacta® visando obter os parâmetros relacionados à exigência nutricional e potencial de exportação de nutrientes desses materiais.

O experimento foi conduzido na safra 2013/2014, na Fazenda Experimental da Embrapa Soja, em Londrina, PR. O solo é classificado como Latossolo Vermelho distroférrico, com 780 g kg⁻¹ de argila e fertilidade adequada para o desenvolvimento da cultura da soja segundo os resultados da análise, na camada 0-20 cm: pH_{CaCl2} = 5,3; Al³⁺ = 0,0 cmol/dm³; K = 0,65 cmol/dm³; P = 7,9 mg/dm³; C = 11,9 g/dm³ e V = 65%

As cultivares BRS-378RR (GMR 5.3), Syn 1059 RR (V-TopRR, GMR 5.9) e DM 6563 Ipro (GMR 6.3) foram semeadas no dia 20 de Outubro de 2013, em faixas de 50 metros com 8 linhas espaçadas de 0,50 cm (200 m² / cultivar). Esses materiais apresentam TCI, ciclos distintos, sendo duas com a tecnologia RR® e uma com a tecnologia Intacta®.

Para avaliar a extração e acúmulo de nutrientes foram realizadas 12 coletas de plantas, na área durante o ciclo de desenvolvimento da cultura (Tabela 1). Até a 8ª amostragem eram coletadas as plantas de um metro linear, aleatoriamente na faixa de cultivo. A partir da 9ª amostragem, optou-se por coletar 10 plantas em sequência de cada cultivar, visando diminuir o volume de material analisado. Após cada coleta era feita a separação em folhas, pecíolos, hastes e quando existentes, vagens e grãos, seguidos de pesagem e determinação da concentração de nutrientes nas amostras.

Foram ajustados modelos de regressão para o acúmulo de cada nutriente nas folhas, nos grãos e total em função do tempo, e a partir dessas equações foi possível estimar as quantidades absorvidas e exportadas por cada cultivar. Os modelos que melhor se ajustaram ao acúmulo dos nutrientes nas folhas e total foram o Gaussiano e o Lorentziano. Já para os grãos, o modelo ajustado foi o Sigmoidal, sendo utilizado para o ajuste o software SigmaPlot®.

Na Figura 1 estão apresentadas as curvas de acúmulo de Massa Seca Total (MST) e de Grãos das três cultivares. A cv. BRS-378 RR obteve produtividade de grãos próxima a 3000 kg/ha e MST de aproximadamente 8000 kg/ha no ponto de máximo acúmulo, com ciclo de 106 dias, caracterizando-se com um material precoce quando cultivado na Macrorregião Sojícola 2 (MRS-2). Para a BRS-378RR o potencial produtivo foi comprometido pelo déficit hídrico durante parte do florescimento, ocorrido em dezembro de

2013. A cv. V-TopRR, com ciclo de 120 dias alcançou produtividade de 4000 kg/ha e MST de 12 t/ha enquanto, a cv. DM 6563 Ipro, também com ciclo de 120 dias e apesar do maior GMR (grupo de maturação relativa) obteve produtividade de 3000 kg/ha e MST de 7000 kg/ha. A diferença entre as produtividades das cultivares está diretamente associada ao ciclo de cada uma, isso porque, em fevereiro de 2014 ocorreu um longo período sob déficit hídrico e a cv. DM 6563 Ipro acabou tendo tanto o ciclo quanto a produtividade reduzida pela falta de água disponível no solo.

As equações ajustadas para o acúmulo dos macronutrientes nas folhas, nos grãos e total, para as cultivares, estão apresentadas nas Tabelas 1 e 2. Em todas as cultivares, a ordem de acúmulo total foi: N > K > Ca > Mg > P > S. Para as quantidades exportadas, a ordem foi: N > K > P > Ca = Mg = S. A magnitude nos valores acumulados variou com a produtividade das cultivares, uma vez que, a cv. V-TopRR foi a que apresentou maior produtividade, conseqüentemente a maior extração e maior exportação de nutrientes. Este comportamento evidencia a importância do adequado manejo nutricional para a obtenção de altas produtividades.

O estágio para amostragem de folhas, caracterizado pelo ponto de inflexão da curva (Tabelas 1 e 2), variou principalmente em função do ciclo das cultivares. Entretanto, a recomendação para amostragem entre os estádios R2 e R3 obtida por Oliveira Junior et al., (2013) coincide com os resultados obtidos para as cultivares aqui estudadas, evidenciando o bom ajuste do modelo matemático utilizado.

Com base nos resultados pode-se concluir:

- A exigência nutricional das cultivares de soja está muito mais relacionada ao potencial produtivo, do que outras características como ciclo ou à tecnologia inserida via transgenia.

Referências

CÂMARA, G.M. de S. Fenologia da Soja. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n.2, Junho/1998.

OLIVEIRA JUNIOR, A. de; CASTRO, C. de; OLIVEIRA, F. A. de; FOLONI, J. S. S. Marcha de absorção e acúmulo de macronutrientes em soja com tipo de crescimento indeterminado. In: **REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA**, 34., 2014, Londrina. Resumos expandidos... Londrina: Embrapa Soja, 2014. p. 133-136.

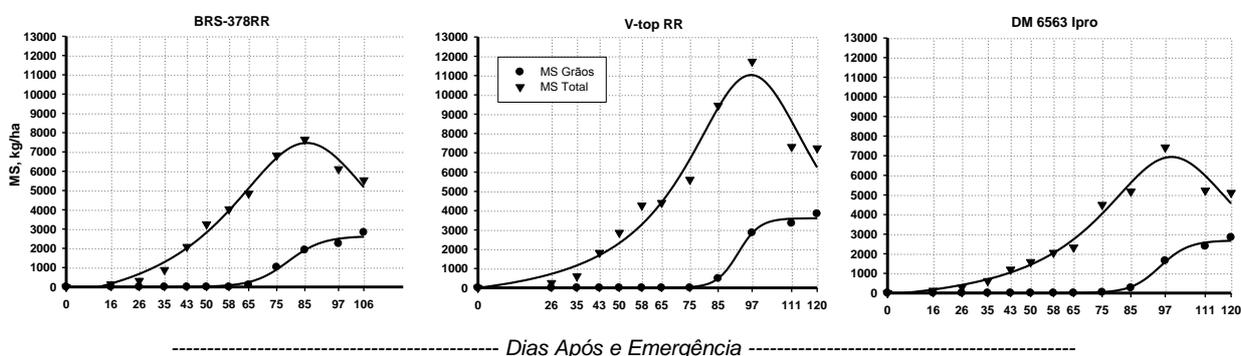


Figura 1. Acúmulo de Matéria Seca Total e de Grãos (kg/ha) nas três cultivares avaliadas. Londrina, PR. Safra 2013/2014.

Tabela 1. Estimativa dos parâmetros dos modelos ajustados para o acúmulo de Nitrogênio, Fósforo e Potássio, em função do tempo e os respectivos valores do ponto de inflexão (PI).

Cultivar	Parte da Planta	Modelo Matemático	Estimativa dos parâmetros do modelo				PI ⁽⁴⁾	Estádio PI	R ²
			y ₀ -----kg ha ⁻¹ -----	a ⁽¹⁾	x ₀ ⁽²⁾ ---Dias após a emergência---	b ⁽³⁾			
Nitrogênio									
BRS-378RR	Folha	Gaussiano	----	92,3	61,3	19,3	42	R3	0,94
	Grãos	Sigmoidal	----	160,6	81,3	7,1	81	R5.5	0,99
	Total	Lorentziano	-84,2	303,3	88,6	47,8	41	R3	0,98
V-TopRR	Folha	Gaussiano	----	136,9	74,5	22,8	52	R2	0,90
	Grãos	Sigmoidal	----	198,6	92,7	4,0	93	R5.3	0,99
	Total	Lorentziano	-41,9	372,9	96,5	33,7	63	R4	0,96
DM 6563 Ipro	Folha	Gaussiano	----	60,2	76,1	24,9	52	R3	0,87
	Grãos	Sigmoidal	----	155,3	98,6	6,7	99	R5.5	0,99
	Total	Gaussiano	----	189,7	114,6	36,8	78	R5.1	0,97
Fósforo									
BRS-378RR	Folha	Gaussiano	----	5,1	62,8	21,1	42	R3	0,91
	Grãos	Sigmoidal	----	9,3	77,0	4,4	77	R5.5	0,99
	Total	Lorentziano	-2,4	18,5	86,7	31,8	55	R3	0,97
V-TopRR	Folha	Gaussiano	-----	9,8	76,3	21,2	55	R3	0,92
	Grãos	Sigmoidal	-----	17,8	93,0	3,9	93	R5.3	0,99
	Total	Lorentziano	-4,6	33,5	97,5	33,7	64	R4	0,97
DM 6563 Ipro	Folha	Lorentziano	----	6,5	83,5	12,9	71	R4	0,92
	Grãos	Sigmoidal	----	8,5	94,2	4,4	94	R5.3	0,99
	Total	Lorentziano	-1,4	14,1	98,5	28,9	70	R4	0,95
Potássio									
BRS-378RR	Folha	Gaussiano	----	42,5	64,1	21,1	43	R3	0,99
	Grãos	Sigmoidal	----	33,7	74,9	3,2	75	R5.5	0,99
	Total	Lorentziano	-27,9	130,4	81,4	38,7	43	R3	0,98
V-TopRR	Folha	Gaussiano	-----	79,2	79,2	23,1	56	R3	0,93
	Grãos	Sigmoidal	----	80,7	95,6	5,4	96	R5.3	0,99
	Total	Lorentziano	-52,1	250,4	96,4	43,3	53	R3	0,98
DM 6563 Ipro	Folha	Gaussiano	----	42,1	79,0	23,1	56	R3	0,89
	Grãos	Sigmoidal	----	57,1	98,6	6,2	97	R5.5	0,99
	Total	Lorentziano	-21,4	118,4	99,5	44,0	55	R3	0,98

⁽¹⁾ valor de máximo acúmulo do nutriente; ⁽²⁾ corresponde ao DAE que proporciona o máximo de acúmulo; ⁽³⁾ constante de ajustamento; ⁽⁴⁾ ponto de inflexão.

Tabela 2. Estimativa dos parâmetros dos modelos ajustados para o acúmulo de Cálcio, Magnésio e Enxofre, em função do tempo e os respectivos valores do ponto de inflexão (PI).

Cultivar	Parte da Planta	Modelo Matemático	Estimativa dos parâmetros do modelo				PI ⁽⁴⁾	Estádio PI	R ²
			y ₀ -----kg ha ⁻¹ -----	a ⁽¹⁾	x ₀ ⁽²⁾ ---Dias após a emergência---	b ⁽³⁾			
Cálcio									
BRS-378RR	Folha	Gaussiano		34,9	71,8	20,8	51	R4	0,96
	Grãos	Sigmoidal		7,0	77,2	5,5	77	R5.5	0,98
	Total	Lorentziano	-8,5	77,5	77,4	25,0	52	R4	0,98
V-TopRR	Folha	Gaussiano		63,5	82,1	22,0	60	R3	0,93
	Grãos	Sigmoidal		11,2	85,6	0,5	86	R5.3	0,99
	Total	Lorentziano	-16,0	117,7	86,0	28,3	58	R3	0,96
DM 6563 Ipro	Folha	Lorentziano	0,5	34,1	87,6	20,1	67	R4	0,85
	Grãos	Sigmoidal		7,8	92,3	3,9	92	R5.3	0,99
	Total	Lorentziano	-0,3	59,5	93,5	23,0	70	R4	0,91
Magnésio									
BRS-378RR	Folha	Gaussiano	----	9,9	63,1	21,6	41	R2	0,96
	Grãos	Sigmoidal	----	5,7	77,5	5,0	77	R5.5	0,99
	Total	Gaussiano	----	28,6	81,1	25,6	55	R4	0,97
V-TopRR	Folha	Gaussiano	----	13,1	80,0	28,3	52	R2	0,87
	Grãos	Sigmoidal	----	8,6	91,7	4,2	92	R5.3	0,99
	Total	Lorentziano	-5,8	46,1	93,8	34,1	60	R4	0,94
DM 6563 Ipro	Folha	Gaussiano	----	6,8	77,2	29,5	48	R2	0,74
	Grãos	Sigmoidal	----	5,3	93,8	4,0	94	R5.3	0,99
	Total	Lorentziano	-2,6	28,6	100,4	34,3	66	R4	0,92
Enxofre									
BRS-378RR	Folha	Gaussiano	----	4,3	63,8	19,6	44	R3	0,98
	Grãos	Sigmoidal	----	7,3	84,1	7,6	84	R5.5	0,99
	Total	Gaussiano	----	10,5	87,3	29,2	58	R3	0,98
V-TopRR	Folha	Lorentziano	-0,9	8,3	79,7	25,5	54	R3	0,85
	Grãos	Sigmoidal	----	8,6	93,4	4,3	93	R5.3	0,98
	Total	Lorentziano	-2,3	18,5	94,8	32,3	62	R4	0,95
DM 6563 Ipro	Folha	Gaussiano	----	3,9	80,5	21,7	59	R3	0,88
	Grãos	Sigmoidal	----	7,9	98,8	5,9	99	R5.3	0,99
	Total	Gaussiano	----	10,6	101,3	28,9	72	R4	0,99

⁽¹⁾ valor de máximo acúmulo do nutriente; ⁽²⁾ corresponde ao DAE que proporciona o máximo de acúmulo; ⁽³⁾ constante de ajustamento; ⁽⁴⁾ ponto de inflexão.