

BALANÇO DE NUTRIENTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA¹

José Francisco da Cunha²

Valter Casarin³

Luís Ignácio Prochnow⁴

1. INTRODUÇÃO

O balanço de nutrientes é uma das ferramentas para avaliação do uso de fertilizantes. Para que a produção agrícola seja uma atividade sustentável, é necessário que os nutrientes removidos do solo sejam repostos por meio da aplicação de fertilizantes e estes alcancem elevados índices de aproveitamento.

De forma simplificada, este artigo compara a quantidade de nutrientes que entra no sistema agrícola pelos principais processos – adubação, correção do solo e fixação biológica – com a quantidade que deixa o sistema por intermédio dos produtos colhidos.

A comparação de balanços de nutrientes durante determinados períodos favorece a avaliação da evolução da exploração agrícola, determinando se o uso do fertilizante apresenta alta ou baixa eficiência. A eficiência de aproveitamento pode ser quantificada por intermédio de índices de uso dos fertilizantes ou por outros indicadores, como, por exemplo, pela análise da quantidade aplicada de fertilizantes para produzir 1.000 kg de produtos agrícolas. Baixos índices de aproveitamento indicam agricultura de exaustão dos recursos disponíveis e, quando altos, indicam aplicação excessiva de fertilizante, o que gera gasto tanto para o produtor como para o país. Neste último caso, representa, ainda, perda de divisas e consumo não sustentável de recursos não renováveis, com aumento dos riscos ambientais. O balanço pode ser feito de várias formas,

Veja também neste número:

Variações nos estoques de carbono e emissões de gases de efeito estufa em solos do Brasil ...	12
IPNI em Destaque	22
Divulgando a Pesquisa	23
Painel Agrônomico	24
Cursos, Simpósios e outros eventos	26
Publicações Recentes	27
Ponto de Vista	28

considerando-se o consumo de estados ou regiões, ou da cultura, ou até mesmo de uma fazenda ou de uma área determinada, onde pode-se verificar, no decorrer do tempo, se os insumos estão sendo usados de forma adequada e eficiente.

Exemplificando estes conceitos, Vitousek et al. (2009) compararam o balanço do consumo de nitrogênio e fósforo na cultura do milho, em três países com padrões de desenvolvimento

Abreviações: N = nitrogênio, P = fósforo, K = potássio, Ca = cálcio, Mg = magnésio, S = enxofre, B = boro, Cu = cobre, Fe = ferro, Mn = manganês, Zn = zinco.

¹ Este trabalho foi idealizado e financiado pelo IPNI Brasil.

² Engenheiro Agrônomo, Consultor, Tec-fértil; e-mail: cunha@agroprecisa.com.br

³ Engenheiro Agrônomo e Florestal, Doutor, Diretor Adjunto do IPNI Brasil; e-mail: vcasarin@ipni.net

⁴ Engenheiro Agrônomo, Doutor, Diretor do IPNI Brasil; e-mail: lprochnow@ipni.net

Nota: As opiniões expressas nos artigos não refletem necessariamente as opiniões do IPNI ou dos editores deste jornal.

INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE - BRASIL

Rua Alfredo Guedes, 1949 - Edifício Rácz Center, sala 701 - Fone/Fax: (19) 3433-3254 - Website: www.ipni.org.br - E-mail: ipni@ipni.com.br
13416-901 Piracicaba-SP, Brasil

contrastantes (Tabela 1). Nota-se que na região oeste do Quênia o balanço é negativo para o nitrogênio e próximo a zero para o fósforo. Esses resultados revelam consumo inadequado dos nutrientes, insuficiente para manter a fertilidade do solo. Diferentemente, na região norte da China os valores são altos no balanço dos dois nutrientes, indicando consumo excessivo e, conseqüentemente, alto potencial de prejuízo ao ambiente.

No Brasil, Yamada e Lopes (1998) calcularam o balanço de NPK para o período entre 1993 e 1996 (Tabela 2). Vale ressaltar que foram supostos os índices médios de eficiência de 60% para o nitrogênio, 30% para o fósforo e 70% para o potássio. Exemplificando, isto significa que, do total de entrada de potássio (1.634.390 t), 70% foi considerado como aproveitado pelas culturas, ou seja, 1.144.073 t. Para avaliar o balanço, subtraiu-se o total de entrada, considerado aproveitado (1.144.073 t) pelo total de saída (1.563.305 t), resultando no balanço negativo de 419.232 t de K_2O . Segundo os autores, foi verificado um déficit elevado no consumo de fertilizantes, com base nesta atribuição de índices de aproveitamento dos nutrientes.

2. PROCEDIMENTOS ADOTADOS PARA O CÁLCULO DO BALANÇO DE NUTRIENTES EM 2008

2.1. Considerações gerais

O princípio do balanço de nutrientes está baseado na comparação dos fluxos de entrada e saída de nutrientes no sistema. Dispondo de dados estatísticos regionais, suficientemente precisos, é possível aplicar esta ferramenta em áreas mais vastas, até em grandes regiões.

Neste trabalho, o fluxo de entrada de nutrientes foi estabelecido utilizando-se os dados estatísticos de entrega de fertilizantes minerais e corretivos agrícolas (ANDRADE, 2009) das 18 principais culturas cultivadas no Brasil, no ano de 2008, quais sejam: soja, milho, cana-de-açúcar, café, algodão herbáceo, arroz, feijão, fumo, laranja, trigo, batata, banana, sorgo, tomate, cacau, mandioca, amendoim e mamona. Desta forma, foi necessário deduzir do valor total de entrega de fertilizantes o valor do consumo das demais culturas, as quais respondem por 3,17% da área ocupada, além de 4,59% do consumo estimado de fertilizantes em reflorestamentos e pastagens. Com essas correções, afere-se para as culturas envolvidas no balanço um total aproximado de 92,24% do consumo de fertilizantes.

Deve-se destacar que os dados sobre quantidades de fertilizantes consumidos pelas 18 culturas dizem respeito tanto às culturas semeadas e colhidas no ano de 2008 (por exemplo, milho de 2ª safra) quanto àquelas semeadas em 2008 e colhidas em 2009 (por exemplo, arroz).

Para o cálculo da saída de nutrientes, ou seja, da quantidade de nutrientes exportados, foram utilizados dados estatísticos agrícolas anuais de produção das 18 culturas consideradas. As quantidades de nutrientes exportados podem ser facilmente determinadas pela análise do conteúdo de nutrientes nos produtos colhidos. Para o cálculo da saída de N considerou-se que, do total exportado, boa parte teve origem na fixação biológica. Assim, para a cultura do feijão, considerou-se que 50% do N exportado teve origem na fixação biológica, o que equivale a 60.399 toneladas. Para a cultura da soja, todo o N exportado foi descontado, o que representa

Tabela 1. Balanço de N e P_2O_5 na cultura do milho em três regiões distintas.

Entradas e saídas	Balanço de nutrientes por região					
	Oeste do Quênia		Norte da China		Meio-Oeste dos Estados Unidos	
	N	P_2O_5	N	P_2O_5	N	P_2O_5
	----- (kg ha ⁻¹ ano ⁻¹) -----					
Fertilizantes	7	18	588	211	93	32
Fixação biológica de nitrogênio	-	-	-	-	62	-
Total de entradas	7	18	588	211	155	32
Removidos nos grãos	23	9	361	89	145	53
Removidos na colheita de outros produtos	36	7	-	-	-	-
Total de saídas	59	16	361	89	145	53
Balanço = entradas – saídas	- 52	+ 2	+ 227	+ 122	+ 10	- 21

Fonte: Adaptada de VITOUSEK et al. (2009).

Tabela 2. Balanço do consumo de N, P_2O_5 e K_2O no Brasil no período entre 1993 e 1996.

Entradas e saídas	Nutriente		
	N	P_2O_5	K_2O
	----- (t) -----		
Exportação total pelas culturas	3.082.734	868.340	1.563.305
Exportação excluindo nitrogênio de soja e feijão	1.516.049	868.340	1.563.305
Total de entradas considerando 92,9% do total de fertilizantes entregue	1.053.114	1.508.231	1.634.390
Índice de eficiência atribuído ao uso do fertilizante	60%	30%	70%
Balanço	- 884.181	- 413.871	- 419.232

Fonte: Adaptada de YAMADA e LOPES (1998).

3.376.571 toneladas de N. Considerou-se, ainda, que a soja foi responsável, por intermédio da fixação biológica, pelo fornecimento de 70% do N exportado pelo milho de 2ª safra, correspondendo a 284.586 toneladas. Da mesma forma, considerou-se que 50% do N exportado pelo trigo e pelo sorgo foram fornecidos pela cultura da soja. Também foram descontados 30 kg ha⁻¹ de N exportados em 30% da área de milho e 10% da área de algodão, supondo-se que estas culturas estiveram em rotação com a soja.

Quanto ao potássio, foram descontados 20% da quantidade exportada pela cana-de-açúcar, supostamente atendida pelo uso de vinhaça. Embora a quantidade de K contida na vinhaça possa atender a uma demanda muito maior, a viabilidade econômica do seu uso tem sido limitada pelos custos de transporte e aplicação, que variam em função da distância da área considerada.

As deduções apresentadas acima demonstram que o balanço de nutrientes do ano de 2008 não pode ser comparado ao balanço apresentado por Yamada e Lopes (1998), considerando que as deduções utilizadas por esses autores foram diferentes das praticadas no presente estudo.

Para o caso deste novo estudo de balanço, vale ressaltar que os valores de exportação (saída) foram relacionados aos nutrientes fornecidos (entrada) no ano em questão, embora saiba-se que parte dos nutrientes exportados pelos produtos colhidos pode ser proveniente de nutrientes nativos do solo ou mesmo de resíduos de adubações anteriores.

2.2. Entradas de nutrientes na agricultura brasileira

O primeiro passo para avaliar o balanço de nutrientes é calcular as entradas destes elementos no sistema agrícola. Na agricultura, a entrada de nutrientes pode compreender diversas origens: fixação biológica de N, deposições atmosféricas de N e S, precipitação de cinzas vulcânicas, intemperização dos solos, incorporação de fertilizantes orgânicos e, em maior intensidade, uso de fertilizantes minerais. Em nosso estudo, a entrada de nutrientes avaliada inclui fertilizantes e corretivos, fixação biológica de N oriunda das culturas leguminosas e uso de vinhaça em cana. A fixação biológica de N tem grande importância no fornecimento de N para as culturas leguminosas e isso ainda se torna mais relevante por ser a soja a cultura de maior importância, a qual representou, em 2008, 34,1% da área agricultável no Brasil (IBGE, 2009).

Como anteriormente citado, a entrada de N, P e K no sistema agrícola por intermédio do uso de fertilizantes corresponde aos dados estatísticos de entrega de nutrientes (ANDA, 2009) disponíveis por estado da federação, de acordo com a Tabela 3. As quantidades fornecidas de cálcio, magnésio, enxofre, boro, cobre, ferro, manganês e zinco foram estimadas com base no consumo aparente dos principais fertilizantes e corretivos, levando-se em conta o teor médio de nutrientes nestes insumos (Tabela 4).

No presente estudo, o óxido de magnésio não foi considerado como fonte de magnésio, pois é utilizado em poucos produtos, não justificando, assim, sua inclusão no balanço geral. Supõe-se que no ano de 2008 o total do produto comercializado tenha sido da ordem de 75.000 t, o que equivale a cerca de 37.500 t do nutriente.

De acordo com a Tabela 3, a entrega de fertilizantes no Brasil atingiu um total de 22,4 milhões de toneladas em 2008, sendo que os estados com maior consumo, em ordem decrescente, são: Mato Grosso (MT), São Paulo (SP), Paraná (PR), Minas Gerais (MG), Rio Grande do Sul (RS) e Goiás (GO). Esses estados foram responsáveis por 78,4% do total de fertilizantes consumi-

Tabela 3. Consumo de fertilizantes por estado, com divisão regional utilizada pela ANDA⁽¹⁾.

Estados/ Regiões	Produto	Consumo de fertilizantes			
		Nutrientes			Total
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
----- (t) -----					
RS	2.547.789	301.805	403.817	395.101	1.100.723
SC	653.778	106.945	94.236	85.427	286.608
Total Sul	3.201.567	408.750	498.053	480.528	1.387.331
DF	39.471	4.309	5.918	5.640	15.867
ES	260.352	45.059	17.820	43.294	106.173
GO	2.033.356	192.951	340.846	325.976	859.773
MT	3.714.856	213.467	645.556	648.049	1.507.072
MS	1.014.478	91.064	180.955	180.691	452.710
MG	2.775.898	408.921	321.876	416.385	1.147.182
PR	3.250.315	355.566	516.141	493.123	1.364.830
RJ	45.174	4.983	4.215	6.683	15.881
SP	3.259.865	519.531	310.304	546.935	1.376.770
TO	156.429	12.147	27.623	26.219	65.989
Total Centro	16.550.194	1.847.998	2.371.254	2.692.995	6.912.247
AL	178.527	25.624	10.406	30.373	66.403
BA	1.407.099	120.288	181.720	290.460	592.468
CE	30.854	6.730	2.338	4.325	13.393
MA	302.255	15.838	48.561	56.452	120.851
PB	42.968	6.017	2.078	7.319	15.414
PE	187.679	27.203	9.197	32.474	68.874
PI	170.676	7.943	27.389	35.642	70.974
RN	48.556	6.993	5.041	8.235	20.269
SE	52.155	9.802	6.106	8.548	24.456
Total NE	2.420.769	226.438	292.836	473.828	993.102
AC	3.625	574	489	375	1.438
AP	6.885	601	1.018	1.279	2.898
AM	5.791	740	555	1.028	2.323
PA	170.699	11.998	18.188	28.612	58.798
RO	52.287	2.883	10.560	7.072	20.515
RR	17.415	2.263	2.981	2.894	8.138
Total Norte	256.702	19.059	33.791	41.260	94.110
Total	22.429.232	2.502.245	3.195.934	3.688.611	9.386.790

⁽¹⁾ ANDA = Associação Nacional para Difusão de Adubos.

Fonte: ANDA (2009).

dos no país. Ressalta-se o baixo consumo de N no MT. Isso se deve ao fato de que grande parte da sua área agrícola é explorada pelo cultivo da soja. As quantidades reportadas na Tabela 3 mostram que as culturas de algodão e soja, que apresentam tecnologias de grande consumo de fertilizantes e material genético de elevada resposta à aplicação de fertilizantes, fizeram do cerrado uma região de grande demanda de insumos. Contrariamente ao MT, SP apresenta maior consumo proporcional de N devido à alta demanda deste nutriente pelas culturas de cana-de-açúcar, citros e café. Evidencia-se, também, o baixo consumo de fertilizantes pelos estados da região Norte (1,1% do total). Na região Nordeste (NE), o consumo é baixo (10,8% do total), com

Tabela 4. Quantidade estimada de macronutrientes secundários e micronutrientes fornecidos pelos fertilizantes e corretivos no ano de 2008.

Produto	Consumo	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
----- (t) -----									
Sulfato de amônio	1.637.391 ⁽¹⁾	-	-	392.974	-	-	-	-	-
Superfosfato simples	4.630.782 ⁽¹⁾	833.541	-	509.386	138,9	93	96.760	718	361
Superfosfato triplo	1.597.324 ⁽¹⁾	191.679	-	15.973	175,7	16	20.574	479	176
DAP	461.861 ⁽¹⁾	-	-	-	46,2	3	-	109	56
MAP	1.884.609 ⁽¹⁾	-	-	-	188,5	13	35.054	170	-
Termofosfato	110.196 ⁽¹⁾	19.835	7.714	-	0,7	5	4.233	245	41
Fosfato natural	50.893 ⁽¹⁾	10.179	-	-	1,1	2	1.506	199	38
Fosfato natural reativo	518.413 ⁽¹⁾	145.156	-	-	-	10	1.161	14	192
Gesso	2.500.000 ⁽³⁾	500.000	-	375.000	7,5	20	1.675	38	23
Calcário	21.764.000 ⁽²⁾	3.721.644	1.828.176	-	652,9	100	46.858	2.949	655
Micronutrientes	237.306 ⁽¹⁾	-	-	-	8.780,3	4.746	14.819	12.577	18.035
Total		5.422.033	1.835.890	1.293.333	9.992	5.007	222.639	17.497	19.577

Fontes: ⁽¹⁾ANDA (2009); ⁽²⁾ABRACAL (2009); ⁽³⁾MAMPRIN (comunicação pessoal).

exceção da Bahia. Consta-se que nos estados considerados como fronteiras agrícolas houve maior consumo de fertilizantes em relação aos estados que apresentam agricultura menos desenvolvida. Na região nordeste essa condição é notada quando avalia-se o consumo de fertilizantes nos estados da BA, MA e PI, considerados como fronteiras agrícolas. Da mesma forma, na região norte, o estado do PA se destaca dos demais estados pelo maior volume de fertilizantes consumido.

2.3. Saída de nutrientes na agricultura brasileira

A saída, ou exportação, de nutrientes é calculada a partir de dados estatísticos da produção agrícola, por cultura (Tabela 5) ou por estado e região (Tabela 6), juntamente com os dados de concentração de nutrientes no produto colhido (Tabela 7). Assim, é possível avaliar a exportação de nutrientes pelas principais culturas e por estados brasileiros, conforme apresentado nas Tabelas 8 e 9, respectivamente.

Tabela 5. Área e produção das culturas na safra 2008.

Cultura	Área plantada	Área colhida	Participação	Produção	Produção agrovegetal ⁽¹⁾
----- (ha) -----	----- (ha) -----	----- (ha) -----	----- (%) -----	----- (t) -----	----- (t) -----
Soja	21.748.571	21.736.341	34,1	57.036.668	57.036.668
Milho	14.422.691	14.037.345	22,0	52.913.650	52.913.650
Cana-de-açúcar	9.418.201	8.141.228	12,8	648.973.981	32.448.699
Café	2.430.088	2.216.014	3,5	2.790.858	2.790.858
Algodão herbáceo	815.202	812.295	1,3	2.943.136	2.943.136
Arroz	2.924.739	2.888.315	4,5	12.609.060	12.609.060
Feijão	4.161.393	3.993.621	6,3	3.461.249	3.461.249
Fumo	441.335	440.490	0,7	856.575	856.575
Laranja	942.436	833.409	1,3	18.394.719	1.839.472
Trigo	2.395.121	2.373.572	3,7	5.886.009	5.886.009
Batata	140.624	140.619	0,2	3.550.668	532.600
Banana	530.783	506.144	0,8	6.970.076	697.008
Sorgo	824.770	811.662	1,3	1.965.865	1.965.865
Tomate	61.726	61.658	0,1	3.931.205	393.121
Cacau	682.706	655.009	1,0	208.537	208.537
Mandioca	2.495.110	1.890.539	3,0	26.613.727	3.992.059
Amendoim	111.343	111.340	0,2	295.704	295.704
Mamona	154.655	149.030	0,2	82.945	82.945
Subtotal	64.701.494	61.798.631	96,8	849.484.632	180.953.214
Outras culturas	-	2.021.978	3,17	-	-
Total das culturas	-	63.820.609	100,0	-	-

⁽¹⁾ Produção agrovegetal é a produção reduzindo a 5% a produção de cana-de-açúcar, a 10% a produção de banana, laranja e tomate e a 15% a produção de batata e mandioca.

Fonte: IBGE (2010).

Tabela 6. Área ocupada por várias culturas na safra 2008–2009, por estado e região, com divisão regional utilizada pela ANDA.

Estados/Regiões	Área plantada	Área colhida	Produção	Produção agrovegetal ⁽¹⁾
	----- (ha) -----		----- (t) -----	
RS	7.851.734	7.772.258	26.425.080	23.135.519
SC	1.647.930	1.647.433	8.330.179	6.263.285
Total Sul	9.499.664	9.419.691	34.755.259	29.398.804
DF	127.328	127.226	604.471	565.257
ES	747.505	695.243	6.514.541	1.074.008
GO	4.377.310	4.185.336	48.134.340	14.880.564
MT	8.830.335	8.765.788	44.640.350	29.083.629
MS	3.185.741	3.149.967	30.044.398	9.344.912
MG	5.025.307	4.678.712	63.398.755	14.734.636
PR	9.700.426	9.632.624	83.546.179	29.744.083
RJ	207.275	206.888	7.186.706	439.648
SP	8.284.355	7.356.524	415.357.495	28.328.446
TO	574.511	568.543	2.280.280	1.593.934
Total Centro	41.060.093	39.366.851	701.707.515	129.789.117
AL	641.257	637.588	29.733.949	1.633.886
BA	4.326.876	4.005.018	19.226.585	7.519.700
CE	1.706.788	1.549.290	4.287.941	1.055.954
MA	1.816.045	1.579.081	6.594.323	2.525.353
PB	610.567	551.472	7.046.409	572.137
PE	1.281.314	1.122.236	21.888.494	1.559.690
PI	1.085.706	1.055.545	2.915.794	1.699.928
RN	327.458	257.579	4.920.448	400.103
SE	404.088	353.312	4.542.963	1.066.943
Total Nordeste	12.200.099	11.111.121	101.156.906	18.033.695
AC	83.359	79.476	700.040	173.191
AP	21.580	21.421	149.046	28.578
AM	143.577	143.238	1.657.340	245.499
PA	1.018.934	1.003.105	7.533.960	2.031.277
RO	639.308	621.071	1.612.138	1.139.045
RR	34.880	32.657	212.428	114.007
Total Norte	1.941.638	1.900.968	11.864.952	3.731.598
Total Brasil	64.701.494	61.798.631	849.484.632	180.953.214

⁽¹⁾ Produção agrovegetal é a produção reduzindo a 5% a produção de cana-de-açúcar, a 10% a produção de banana, laranja e tomate e a 15% a produção de batata e mandioca.

Fonte: IBGE (2009 e 2010).

Os dados da Tabela 5 mostram que as culturas de soja e milho representam 56,1% da área total colhida no ano de 2008. Em relação aos estados (Tabela 6), o PR foi o que apresentou maior área colhida, seguido por MT, RS e SP.

Notadamente, por ser a cultura com maior área de cultivo no Brasil, a soja é a que apresenta maior exportação de nutrientes. Neste caso, destaca-se a contribuição da fixação biológica de N para o sistema, pois, apesar da grande quantidade de N exportada, praticamente não se aplica fertilizante mineral nitrogenado nesta cultura. Uma análise comparativa das culturas (Tabela 8) quanto à exportação de nutrientes evidencia alguns dados importantes, como por exemplo: a soja é a cultura que mais exporta os nutrientes P e K (na safra 2008, as exportações de P₂O₅ e K₂O foram da ordem de 45%

e 47%, respectivamente, do total de nutrientes exportado por todas as culturas). Entretanto, quando se avalia a exportação de nutrientes por unidade de área observa-se que o tomate exporta tanto N quanto a soja (153 kg ha⁻¹), enquanto a cana-de-açúcar exporta mais K₂O que a soja (74,9 kg ha⁻¹ contra 59,4 kg ha⁻¹).

Na Tabela 9 estão apresentados os dados de exportação de nutrientes por estado brasileiro. Os valores relativos a cada nutriente são resultados da soma das exportações das 18 culturas consideradas subtraindo-se as deduções referentes à fixação biológica do nitrogênio e à vinhaça.

3. RESULTADOS DO BALANÇO DE NUTRIENTES

Na Tabela 10 estão apresentados os balanços dos nutrientes, onde constam as entradas e as saídas bem como as deduções de N e K. Destaca-se a elevada quantidade de N fornecida pela fixação biológica, equivalente a 1,65 vez a quantidade total de N consumida como fertilizante. Isso demonstra, por um lado, a importância da cultura da soja na agricultura brasileira e, por outro, a necessidade do uso eficiente da sucessão e rotação de culturas.

Dentre os macronutrientes primários, o P foi o que apresentou menor índice de eficiência, explicado pela dinâmica do elemento no solo. O fator de consumo de 1,9 mostra que foi aplicado quase o dobro da quantidade necessária do elemento para suprir a exportação. Porém, espera-se que haja melhora no aproveitamento de P na agricultura graças à consolidação das terras cultivadas e ao aumento dos níveis de fertilidade do solo pelo efeito residual das taxas de adubação, permitindo o uso de menores dosagens. Estas, porém, devem ser, no mínimo, suficientes para atender a reposição dos nutrientes exportados, fator importante para uma agricultura sustentável.

A Tabela 10 mostra também que, para todos os macronutrientes, as quantidades aplicadas foram superiores às exportadas. Como apontado por Yamada e Lopes (1998), o consumo de Ca foi bem superior ao valor exportado,

principalmente em função das elevadas quantidades do elemento fornecidas com a utilização de calcário, superfosfato e gesso. Esse resultado refletiu-se no alto fator de consumo, sendo aplicados 9,2 vezes mais a quantidade de Ca exigida para atender a exportação do nutriente pelas culturas estudadas.

Quanto ao balanço de micronutrientes, verificou-se, também, que a aplicação dos elementos foi superior à exportação. Entretanto, cabe ressaltar que a maior parte dos micronutrientes deriva de produtos específicos e que tem seu uso mais intenso nas áreas de cerrado. Nas outras regiões, a adição é efetuada normalmente por meio de fertilizantes fosfatados e calcário, que contêm os micronutrientes em sua composição mas que, possivelmente, os repõem em quantidades muito menores que as exportadas, o que, a longo prazo, com

Tabela 7. Concentração de nutrientes no produto colhido das principais culturas no Brasil.

Cultura	Macronutrientes (g kg ⁻¹)						Micronutrientes (mg kg ⁻¹)				
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Soja ^(1,2)	59,2	5,5	18,8	2,9	2,3	3,0	24,2	13,0	134,3	33,7	37,7
Milho ⁽¹⁾	15,8	3,8	4,8	0,5	1,5	1,1	3,2	1,2	11,6	6,1	27,6
Cana-de-açúcar ^(3,12)	0,77	0,1	0,7	0,4	0,3	0,2	1,2	2,6	14,3	9,7	3,3
Café ⁽⁴⁾	17,1	1,0	15,5	2,7	1,5	1,2	16,0	15,0	60,0	20,0	12,0
Algodão ⁽⁴⁾	20,1	3,1	16,0	6,9	4,0	8,0	39,9	8,6	188,9	13,3	11,0
Arroz ⁽⁵⁾	12,5	2,2	4,4	1,0	1,1	1,5	4,4	6,3	61,1	25,1	40,9
Feijão ⁽¹⁾	34,9	4,0	15,4	3,1	2,6	5,7	13,3	6,6	119,4	23,2	29,9
Fumo ⁽⁶⁾	39,0	6,7	45,0	12,3	30,7	10,0	22,0	14,0	-	249,0	32,0
Laranja ⁽⁷⁾	1,9	0,2	1,5	0,5	0,13	0,1	2,2	1,2	6,6	2,8	0,9
Trigo ⁽¹⁾	20,1	3,2	3,5	0,2	0,8	1,2	2,9	3,0	13,9	13,0	14,8
Batata ⁽⁶⁾	3,6	0,2	3,3	0,2	0,2	0,4	2,0	2,0	20,0	20,0	4,0
Banana ⁽⁸⁾	1,9	0,3	8,2	0,3	0,3	0,1	2,1	0,9	9,18	10,6	1,8
Sorgo ⁽⁹⁾	15,0	7,5	3,9	0,3	1,2	1,4	3,0	1,8	12,0	10,7	12,5
Tomate ^(6, 10)	2,4	0,4	2,5	0,1	0,2	0,3	2,8	1,4	25,0	2,6	3,2
Cacau ⁽¹⁰⁾	33,0	2,0	8,0	1,0	2,0	1,0	12,0	16,0	80,0	28,0	47,0
Mandioca ^(6, 10)	2,1	0,2	1,9	0,6	0,3	0,1	1,8	0,8	24,0	1,6	4,6
Amendoim ⁽¹⁰⁾	34,0	2,0	9,0	0,5	1,0	2,0	-	-	-	-	-
Mamona ⁽¹¹⁾	29,0	3,7	7,2	6,2	2,4	2,0	52,0	40,0	690	116,0	69,0

Fontes: ⁽¹⁾Pauletti (1998); ⁽²⁾Bataglia e Mascarenhas (1986); ⁽³⁾Orlando Filho (1983); ⁽⁴⁾Malavolta (2006); ⁽⁵⁾Furlani et al. (1977); ⁽⁶⁾Hawkes e Collins, 1983 e Howeler, 1981 apud Yamada e Lopes (1998); ⁽⁷⁾Bataglia et al. (1977); ⁽⁸⁾Azeredo et al. (1986); ⁽⁹⁾Kansas Univerity (1998); ⁽¹⁰⁾Malavolta et al. (1997); ⁽¹¹⁾adaptado de Freire e Nobrega (2006); ⁽¹²⁾Rossetto et al. (2008).

Tabela 8. Exportação total de nutrientes pelas principais culturas no Brasil.

Cultura	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	----- (t) -----										
Soja	3.376.571	719.699	1.291.681	165.406	131.184	171.110	1.380	741	7.660	1.922	2.150
Milho	836.036	461.468	305.951	26.457	79.370	58.205	169	63	614	323	1.460
Cana-de-açúcar	538.648	163.857	609.769	259.590	201.182	155.754	779	1.687	9.280	6.295	2.142
Café	47.724	6.405	52.109	7.535	4.186	3.349	45	42	167	56	33
Algodão herbáceo	59.157	21.018	56.725	20.308	11.773	23.545	117	25	556	39	32
Arroz	156.983	64.846	67.135	12.609	13.618	18.535	55	79	770	316	516
Feijão	120.798	31.859	64.209	10.730	8.999	19.729	46	23	413	80	103
Fumo	33.406	13.155	46.432	10.536	26.297	8.566	19	12	0	213	27
Laranja	35.060	7.305	33.526	9.676	2.336	2.520	40	22	121	52	17
Trigo	118.309	43.158	24.816	1.177	4.709	7.063	17	18	82	77	87
Batata	12.782	1.792	14.115	533	639	1.420	7	7	71	71	14
Banana	13.383	4.265	69.016	1.903	1.966	446	15	6	64	74	13
Sorgo	29.488	33.820	9.307	491	2.457	2.792	6	4	24	21	25
Tomate	9.435	3.250	11.649	550	865	1.101	11	6	98	10	13
Cacau	6.882	970	2.010	209	417	209	3	3	17	6	10
Mandioca	54.558	12.924	62.515	16.767	8.516	2.129	48	21	639	43	122
Amendoim	10.054	1.356	3.206	148	296	591	0	0	0	0	0
Mamona	2.405	712	719	514	199	166	4	3	57	10	6
Total Brasil	5.461.678	1.591.858	2.724.891	545.138	499.010	477.230	2.762	2.764	20.634	9.607	6.770

Tabela 9. Exportação de nutrientes pelos estados do Brasil, conforme divisão utilizada pela ANDA.

Estados/Regiões	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	----- (t) -----										
Rio Grande do Sul	704.286	202.777	289.179	40.899	49.797	48.401	263,5	177,3	1.703,9	658,1	801,1
Santa Catarina	149.405	55.048	73.777	10.118	17.259	12.309	51,8	32,5	296,0	167,1	195,0
Total Sul	853.692	257.825	362.956	51.016	67.056	60.709	315,3	209,7	1.999,8	825,2	996,1
Distrito Federal	16.774	5.800	6.645	794	1.014	1.173	5,7	2,9	32,3	9,1	16,6
Espírito Santo	18.482	4.126	20.280	4.096	2.905	2.277	18,0	23,7	126,3	66,8	30,1
Goiás	538.072	154.948	233.736	38.662	36.152	38.780	240,7	189,9	1.586,7	613,2	529,6
Mato Grosso	1.245.255	317.535	502.767	73.596	65.018	79.726	541,7	302,9	3.074,3	851,8	996,4
Mato Grsso do Sul	324.476	93.590	138.749	23.650	22.526	23.103	143,4	115,9	945,4	376,0	336,1
Minas Gerais	369.957	120.521	200.943	38.047	36.322	34.061	187,8	200,8	1.382,8	682,0	500,9
Paraná	914.697	277.686	391.304	62.849	67.547	65.278	368,4	297,3	2.434,7	1.018,9	978,2
Rio de Janeiro	7.501	2.306	9.338	2.894	2.255	1.747	9,6	18,1	106,6	67,2	24,5
São Paulo	537.756	169.725	483.568	173.140	135.356	108.494	565,0	1.066,2	6.045,1	3.946,3	1.503,5
Tocantins	61.828	15.555	24.972	3.459	3.075	3.670	24,9	15,4	158,8	45,3	58,7
Total Centro	4.034.797	1.161.791	2.012.302	421.188	372.170	358.309	2.105,2	2.233,0	15.893,0	7.676,7	4.974,6
Alagoas	27.913	8.743	30.474	12.229	9.722	7.477	36,9	76,9	432,7	289,0	101,6
Bahia	237.868	67.891	130.526	22.817	18.112	22.032	137,4	73,8	852,2	218,7	227,7
Ceará	19.087	7.995	14.553	2.333	2.372	2.192	9,7	9,5	89,5	37,8	35,0
Maranhão	80.907	22.246	36.842	6.154	5.307	5.773	36,3	26,7	261,9	85,3	93,3
Paraíba	10.770	3.590	11.315	3.072	2.494	2.131	10,1	17,6	110,6	67,1	28,0
Pernambuco	28.536	9.417	29.478	9.309	7.403	6.180	29,9	55,4	338,2	208,3	82,5
Piauí	61.216	16.726	25.578	3.760	3.457	3.998	25,3	15,2	160,9	45,3	59,1
Rio Grande do Norte	6.728	2.330	7.283	2.183	1.664	1.284	7,0	11,6	79,1	43,3	19,0
Sergipe	17.394	7.984	10.356	2.212	2.275	1.747	8,5	9,1	66,7	34,0	33,6
Total Nordeste	490.420	146.922	296.405	64.069	52.806	52.814	301,1	295,8	2.391,7	1.028,8	679,7
Acre	2.565	958	2.294	437	315	164	1,5	0,7	16,6	2,3	5,3
Amapá	426	126	420	96	55	28	0,3	0,2	3,6	0,4	0,9
Amazonas	3.609	1.072	4.232	935	573	257	2,9	2,1	35,1	6,9	8,1
Pará	40.491	12.841	29.344	5.073	3.844	2.624	20,9	12,8	198,5	40,8	65,5
Rondônia	34.163	9.698	15.855	2.172	2.042	2.172	14,2	8,8	88,1	23,4	36,0
Roraima	1.516	624	1.083	152	148	152	0,6	0,7	7,6	2,7	4,3
Total Norte	82.770	25.319	53.228	8.865	6.978	5.397	40,4	25,2	349,5	76,6	120,0
Total Brasil	5.461.678	1.591.858	2.724.891	545.138	499.010	477.230	2.762,0	2.763,8	20.634,0	9.607,2	6.770,4

Tabela 10. Resultados do balanço do consumo de nutrientes pela agricultura do Brasil.

Balanço Brasil	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	----- (t) -----										
Exportação das culturas (saídas)	5.461.678	1.591.858	2.724.891	545.138	499.010	477.230	2.762	2.764	20.634	9.607	6.770
Deduções das exportações	3.805.338 ⁽¹⁾	-	121.954 ⁽²⁾	-	-	-	-	-	-	-	-
Exportação líquida de nutrientes (I)	1.656.340	1.591.858	2.602.937	545.138	499.010	477.230	2.762	2.764	20.634	9.607	6.770
Total de entradas ⁽³⁾ (II)	2.308.171	2.948.058	3.402.523	5.001.501	1.693.498	1.193.022	9.217	4.619	205.371	16.140	18.058
Balanço de nutrientes (II – I)	651.831	1.356.200	799.586	4.456.363	1.194.488	715.792	6.455	1.855	184.737	6.533	11.288
Índice de aproveitamento médio (I/II x 100)	71,8%	54,0%	76,5%	10,9%	29,5%	40,0%	30,0%	59,8%	10,0%	59,5%	37,5%
Fator de consumo (II/I)	1,4	1,9	1,3	9,2	3,4	2,5	3,3	1,7	10,0	1,7	2,7

⁽¹⁾ As deduções de nitrogênio correspondem a 3.376.571 t referentes à fixação biológica de todo o N exportado pela soja, 60.399 t referentes a 50% do N exportado pelo feijão, 284.586 t considerando 70% da exportação do milho de 2ª safra e 50% das exportações de trigo e sorgo e, ainda, a exportação de 30 kg ha⁻¹ das culturas em rotação com soja, atribuindo-se um percentual de 30% para a área de milho e 10% para a área de algodão.

⁽²⁾ As deduções de potássio correspondem a 20% do potássio exportado pela cana-de-açúcar atendido pelo uso de vinhaça.

⁽³⁾ As entradas correspondem a 92,24% do consumo de fertilizantes indicado nas Tabelas 3 e 4.

exceção do ferro, poderá conduzir a um esgotamento das reservas. No caso do ferro, e considerando apenas a quantidade contida nos superfosfatos, o qual tem amplo uso no país, nota-se que a reposição é muito maior que as exportações.

A Tabela 11 mostra o balanço de nutrientes nos estados brasileiros. Em alguns estados do Norte e Nordeste, que apresentam menor produção agrícola e supostamente pouco uso de tecnologia, o balanço indica valores muito altos de aproveitamento de N, P e K, como é o caso dos estados do Ceará, Maranhão, Sergipe, Acre, Amazonas e Roraima. Uma observação mais atenta desses dados mostra que a entrada de nutrientes pela aplicação de fertilizantes é baixa, caracterizando, nesses estados, a prática de agricultura extrativista. Outro exemplo é o Distrito Federal (DF), onde o

alto aproveitamento pode ter sido gerado pela entrada de fertilizantes de outros estados, subestimando a entrada de nutrientes nos dados estatísticos desta unidade da federação.

A Tabela 12 apresenta os resultados do balanço do consumo de nutrientes para as dez principais culturas. Pode-se observar, por exemplo, que a cultura do arroz tem fator de consumo menor que 1 para N, o que indica consumo do elemento abaixo da demanda da cultura. Igualmente, a cultura do feijão tem baixa estimativa de consumo de N e K. Com relação ao consumo de N, deve-se considerar que na cultura do feijão há a participação da fixação biológica do N, processo que contribui com cerca de 50% do N consumido pela cultura, mas também deve ser considerado que boa parte da sua produção é efetuada com pouco ou nenhum consumo de fertilizante.

Tabela 11. Resultados do balanço do consumo de nutrientes por estado.

Estados/Regiões	Exportação líquida de nutrientes (I) ⁽¹⁾			Total de entradas (II)			IA médio (I/II x 100) ⁽²⁾		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
	----- (t) -----						----- (%) -----		
Rio Grande do Sul	200.791	202.777	288.911	278.397	372.497	364.457	72	54	79
Santa Catarina	78.483	55.048	73.634	98.650	86.927	78.801	80	63	93
Total Sul	279.275	257.825	362.545	377.047	459.424	443.258	74	56	82
Distrito Federal	5.357	5.800	6.645	3.975	5.459	5.203	135	106	128
Espírito Santo	17.828	4.126	19.307	41.564	16.438	39.936	43	25	48
Goiás	103.809	154.948	27.522	177.986	314.410	300.693	58	49	76
Mato Grosso	97.490	317.535	499.789	196.911	595.487	597.786	50	53	84
Mato Grosso do Sul	47.812	93.590	134.735	84.001	166.920	166.677	57	56	81
Minas Gerais	180.182	120.521	191.939	377.205	296.911	384.090	48	41	50
Paraná	231.450	277.686	381.674	327.988	476.109	454.876	71	58	84
Rio de Janeiro	7.343	2.306	8.101	4.597	3.888	6.165	160	59	131
São Paulo	435.129	169.725	410.243	479.236	286.237	504.515	91	59	81
Tocantins	9.493	15.555	24.901	11.205	25.481	24.185	85	61	103
Total Centro	1.135.893	1.161.791	1.904.855	1.704.668	2.187.340	2.484.127	67	53	77
Alagoas	26.558	8.743	24.984	23.637	9.599	28.017	112	91	89
Bahia	78.414	67.891	129.457	110.958	167.626	267.932	71	41	48
Ceará	10.530	7.995	14.127	6.208	2.157	3.990	170	371	354
Maranhão	19.105	22.246	36.276	14.610	44.795	52.074	131	50	70
Paraíba	7.811	3.590	10.132	5.550	1.917	6.751	141	187	150
Pernambuco	23.111	9.417	25.668	25.093	8.484	29.955	92	111	86
Piauí	11.002	16.726	25.432	7.327	25.265	32.878	150	66	77
Rio Grande do Norte	5.639	2.330	6.512	6.451	4.650	7.596	87	50	86
Sergipe	15.449	7.984	9.899	9.042	5.632	7.885	171	142	126
Total Nordeste	197.620	146.922	282.485	208.876	270.124	437.078	95	54	65
Acre	2.255	958	2.294	529	451	346	426	212	663
Amapá	373	126	420	554	939	1.180	67	13	36
Amazonas	3.442	1.072	4.163	683	512	948	504	209	439
Pará	25.234	12.841	29.236	11.067	16.777	26.393	228	77	111
Rondônia	10.802	9.698	15.855	2.659	9.741	6.523	406	100	243
Roraima	1.447	624	1.083	2.087	2.750	2.670	69	23	41
Total Norte	43.552	25.319	53.051	17.581	31.170	38.060	248	81	139
Total BR	1.656.340	1.591.858	2.602.937	2.308.171	2.948.058	3.402.523	71,8	54,0	76,5

⁽¹⁾ Demanda líquida equivale ao total exportado menos as deduções e fixação biológica e uso de vinhaça.

⁽²⁾ IA = índice de aproveitamento. Aproveitamento é o percentual da demanda com relação ao consumo.

Tabela 12. Resultados do balanço do consumo de nutrientes pelas principais culturas brasileiras.

Cultura	Consumo de nutrientes (t)			Fator de consumo ⁽¹⁾			IA médio (%) ⁽²⁾		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Soja	50.721	1.459.726	1.435.858	N/A ⁽³⁾	2,0	1,1	-	49	90
Milho	716.320	621.280	563.200	1,3	1,3	1,8	75	74	54
Cana-de-açúcar	573.304	195.498	609.062	1,1	1,2	1,2	94	84	80
Café	261.979	77.182	203.963	5,5	12,0	3,9	18	8	26
Algodão herbáceo	132.866	121.728	123.832	2,2	5,8	2,2	45	17	46
Arroz	143.632	88.886	81.818	0,9	1,4	1,2	109	73	82
Feijão	78.540	100.496	62.297	0,9	3,1	1,0	108	32	103
Laranja	73.416	30.210	57.760	2,1	4,1	1,7	48	24	58
Trigo	97.390	119.896	85.932	1,6	2,8	3,5	61	36	29

⁽¹⁾ Fator de consumo é a relação entre o consumo e a demanda das culturas.

⁽²⁾ IA = índice de aproveitamento. Aproveitamento é o percentual da demanda com relação ao consumo.

⁽³⁾ N/A = não aplicável.

O aproveitamento dos nutrientes pelas culturas é um índice de grande importância para avaliar o manejo dos nutrientes. Neste estudo, destaca-se o baixo aproveitamento dos fertilizantes nas culturas de café e laranja. Da mesma forma, a cultura do algodão apresentou baixo aproveitamento dos nutrientes N, P e K. Esse resultado revela a necessidade de melhorar o aproveitamento dos sistemas de sucessão e rotação com outras culturas, apesar do algodão ser uma cultura com elevado consumo de fertilizante. Nota-se, desta forma, que os resultados do balanço do consumo de nutrientes permite identificar a necessidade de desenvolvimento de boas práticas de uso dos fertilizantes para as culturas onde são observados baixo aproveitamento dos nutrientes.

Outra forma de avaliar os dados gerados no cálculo do balanço de nutrientes é pelo índice de conversão de nutrientes em produtos agrícolas. Esse índice fornece parâmetros para compreensão da eficiência de uso de fertilizantes. Para a obtenção deste índice, utilizam-se os dados de produção agrícola na forma de produção agrovegetal, contidos na Tabela 6. Para o ano de 2008, os índices de conversão obtidos foram: (i) para cada kg de nutrientes NPK aplicado foram produzidos 20,9 kg de produto agrícola, e (ii) para produzir 1.000 kg de produto agrícola foi necessária a aplicação de 47,9 kg de nutrientes NPK.

Na Figura 1 estão apresentados os índices de conversão de nutrientes em produção agrovegetal para cada estado brasileiro. Nota-se que os estados que apresentam menores índices, como é o caso de alguns estados do Norte e Nordeste, correspondem às regiões que apresentam pouco uso de fertilizantes, indicando, conforme já discutido, a adoção de agricultura extrativista. Isso sugere a ocorrência de subutilização de fertilizantes, situação em que as culturas utilizam basicamente as reservas nutricionais do solo e, eventualmente, as fontes orgânicas do solo. Esses índices podem servir como ferramenta para identificar as regiões e culturas que apresentam baixa eficiência no uso de fertilizantes. Assim, por exemplo, nota-se, pelos resultados da Figura 1, que os estados de Minas Gerais, Bahia e Espírito Santo destacam-se pelo alto índice de aplicação de fertilizantes para a produção de 1.000 kg de produto agrícola. Juntamente com os resultados de baixo aproveitamento de nutrientes apresentados pela cultura do café (Tabela 12), e sendo esses estados importantes produtores desta cultura, conjuga-se

a importância de melhorar o manejo de fertilizantes para o café nos estados de Minas Gerais e Espírito Santo.

Produtores que efetuam o manejo melhorado dos sistemas de produção e o monitoramento da fertilidade do solo, podem alcançar resultados adequados de produção com o passar dos anos, como constatado no exemplo da Tabela 13, referente a uma fazenda localizada no município de Itiquira, MT (Joel Hillesheim, Fundação MT, comunicação pessoal, 2010).

Os resultados ressaltam a melhoria, com o tempo, no aproveitamento dos fertilizantes, principalmente nas avaliações da produção total. Comparando-se a safra 2004/05 com a safra 2009/10, nota-se que houve pequena variação no aumento da área efetiva da fazenda, porém, houve aumento de 85% na produção de grãos entre essas safras. Esse ganho pode ser dimensionado pelo índice que compara a quantidade de NPK, em kg, para produzir uma tonelada de grãos. Enquanto na safra 2004/05 havia a necessidade de 36,7 kg de NPK para a produção de 1 t de grãos, na safra 2009/10 as quantidades de NPK foram menores, atingindo 27,5 kg. Com isso, evidencia-se a intensificação no uso da propriedade com a utilização de melhor tecnologia para a produção e uso de insumos.

A Tabela 13 também apresenta a evolução no aproveitamento dos nutrientes N, P₂O₅ e K₂O, atingindo expressivos resultados para o N e o K na safra 2009/10.

Os resultados obtidos nesta fazenda reforçam a importância da adubação dos sistemas agrícolas, nos quais a sucessão e a rotação de culturas, apropriados para cada região, refletem-se em melhorias para outros cultivos e melhor aproveitamento dos nutrientes.

4. CONCLUSÕES

No geral, o balanço do consumo de nutrientes no Brasil para o ano de 2008 apresentou resultados bastante satisfatórios quanto ao uso de fertilizantes.

Os índices finais de aproveitamento de N, P₂O₅ e K₂O foram 71,8%, 54,0% e 76,5%, respectivamente. Estes números são superiores até mesmo aos números normalmente utilizados como referên-

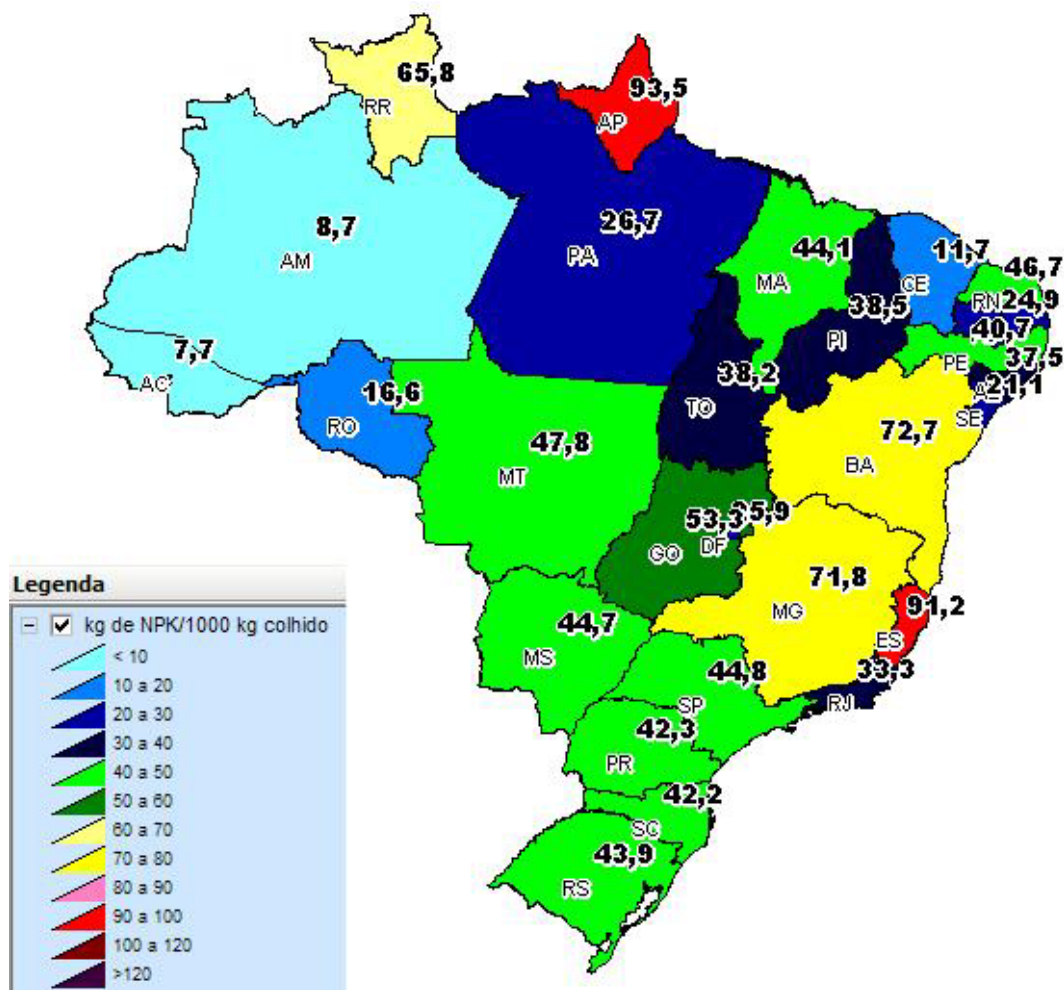


Figura 1. Índice de aplicação de fertilizante NPK para cada 1.000 kg de produção agrovegetal, por estado.

cia para o aproveitamento geral destes nutrientes pelas plantas, em relação ao que se aplica através dos fertilizantes (60%, 30% e 70%, respectivamente). Com a difusão e a maior aplicação das boas práticas para uso eficiente de fertilizantes, estes valores poderão atingir índices ainda mais elevados.

Os macronutrientes secundários e os micronutrientes estão sendo aplicados em quantidades que atendem à demanda de exportação pelas culturas. No geral, a carência destes nutrientes nas culturas pode ser corrigida pelo uso adequado de técnicas de diagnóstico e manejo adequado de fertilizantes.

Os resultados demonstram a necessidade de aperfeiçoar as estatísticas ou estimativas do consumo de fertilizantes, principalmente para os estados onde ocorreram exportações superiores ao consumo de nutrientes. Da mesma forma, é necessário melhorar a estimativa de consumo para os estados que apresentam alta participação de reflorestamento. Por outro lado, também é preciso melhorar as estimativas de consumo de fertilizantes pelas culturas.

Assim, o balanço se mostra como uma importante ferramenta para identificar as deficiências de uso de fertilizantes, tanto para diagnóstico das regiões como também das culturas. Igualmente, o balanço pode ser instrumento para projeções futuras de consumo de fertilizantes. Em todas essas aplicações fica evidente a necessidade do uso de boas práticas de uso de fertilizantes, visando tornar o manejo deste insumo cada vez mais eficiente.

REFERÊNCIAS

- ABRACAL - Associação Brasileira dos Produtores de Calcário Agrícola. **Mercado de Calcário 2008**. Apresentação na Câmara de Insumos do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento em 16 de fev. 2009. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/pls/portal/docs/page/mapa/camaras_conselhos/cam_con_camaras/tematicas/insumos_agropecuarios/apresentacoes/xxxviii_ro/app_abracal.pdf>. Acesso em 19 de fev. 2009.
- ANDA. Associação Nacional para Difusão de Adubos. **Anuário Estatístico do Setor de Fertilizantes – 2008**. São Paulo: ANDA, 2009. 160 p.
- AZEREDO, J. A. de; GENÚ, P. Y. C. de; AQUINO, A. R. L. de; CAMPELO JÚNIOR, J. H.; RODRIGUEZ, A. P. M. Nutrição mineral e adubação da bananeira. In: HAAG, P. H. (Coord.). **Nutrição mineral e adubação de frutíferas tropicais no Brasil**. Campinas: Fundação Cargill, 1986. p. 59-102.
- BATAGLIA, O. C.; RODRIGUEZ, O.; HIROCE, R.; GALLO, J. R.; FURLANI, P. R.; FURLANI, A. M. C. Composição mineral de frutos cítricos na colheita. **Bragantia**, Campinas, v. 36, n. 21, p. 215-221, 1977.
- BATAGLIA, O. C.; MASCARENHAS, H. A. A. **Absorção de nutrientes pela soja em latossolo roxo sob vegetação de cerrado**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1986. 36 p. (Boletim Técnico 41)

Tabela 13. Desempenho na produção e aproveitamento dos fertilizantes de uma fazenda em Itiquira-MT.

Safr	Cultura	Área plantada	Área cultivada	Produção	Aproveitamento alcançado			NPK	NPK
					N	P ₂ O ₅	K ₂ O		
		(ha)	(ha)	(t)	----- (%) -----			(kg ha ⁻¹)	(kg t ⁻¹)
2004/05	Soja	2.327		7.719.882					
	Milho 2 ^a	100		300.000					
	TOTAL	2.427	2.327	8.019.882	23	83	90	126,5	36,7
2005/06	Soja	2.327		7.904.052					
	Milho 2 ^a	200		720.000					
	TOTAL	2.527	2.327	8.624.052	34	79	86	138,7	37,5
2006/07	Soja	2.321		7.352.928					
	Milho 2 ^a	150		540.000					
	TOTAL	2.471	2.321	7.892.928	32	80	89	124,9	36,7
2007/08	Soja	2.074		7.478.844					
	Milho 1 ^a	206		1.854.000					
	Milho 2 ^a	400		1.675.200					
	TOTAL	2680	2.280	11.008.044	68	82	101	148,2	30,7
2008/09	Soja	2.057		7.059.624					
	Milho 1 ^a	344		2.972.160					
	Milho 2 ^a	730		3.679.200					
	TOTAL	3.131	2.401	13.710.984	62	80	95	169,5	29,7
2009/10	Soja	2.012		7.146.624					
	Milho 1 ^a	397		3.453.900					
	Milho 2 ^a	748		4.263.600					
	TOTAL	3.157	2.409	14.864.124	60	91	101	169,8	27,5

FREIRE, R. M. M.; NOBREGA, M. B. M. Sub-produto: torta. In: MILANI, M. (Ed.). **Cultivo da mamona** – sistemas de produção 4. Embrapa Algodão. Versão eletrônica. 2^a. ed. 2006. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mamona/CultivodaMamona_2ed/autores.html#editor>. Acesso em 20 jan 2009.

FURLANI, P. R. et al. Composição química inorgânica de três cultivos de arroz. **Bragantia**, Campinas, v. 36, n. 8, p. 109-115, 1977.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. Pesquisa Mensal de Previsão e Acompanhamento das Safras Agrícolas no Ano Civil. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola, Rio de Janeiro, v. 21, n.12, p.1-80, 2009.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. Pesquisa Mensal de Previsão e Acompanhamento das Safras Agrícolas no Ano Civil. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola, Rio de Janeiro, v. 22, n. 2, p. 1-80, 2010.

KANSAS STATE UNIVERSITY AGRICULTURAL EXPERIMENT STATION AND COOPERATIVE EXTENSION SERVICE. **Grain sorghum production handbook**. Manhattan, Kansas, 1998. Disponível em: <<http://www.oznet.ksu.edu/library/crps12/c687.pdf>>. Acesso em 22 jan 2009.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 2006. 638 p.

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

ORLANDO FILHO, J. (Coord.). **Nutrição e adubação da cana-de-açúcar no Brasil**. Piracicaba: IAA/Planalsucar, 1983. 369 p. (Coleção Planalsucar, 2).

PAULETTI, V. **Nutrientes: teores e interpretações**. Campinas: Fundação ABC/Fundação Cargill, 1998. 59 p.

ROSSETTO, R.; DIAS, F. L. F.; VITTI, A. C. Fertilidade do solo, nutrição e adubação. In: DINARDO-MIRANDA, L. L.; VASCONCELOS, A. C. M.; LANDELL, M. G. A. (Ed.). **Cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2008. p. 221-237.

VITOUSEK, P.M. et al. Nutrient imbalances in agricultural development. *Science Magazine*, New York, v. 324 1519-1518, 2009.

YAMADA, T.; LOPES, A. S. Balanço de nutrientes na agricultura brasileira. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 84, 1998. 8 p. (Encarte Técnico).