

BALANÇO DE NUTRIENTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA NO PERÍODO DE 1988 A 2010

*José Francisco da Cunha¹
Valter Casarin²
Luís Ignácio Prochnow³*

INTRODUÇÃO

Em sequência ao artigo Balanço de Nutrientes na Agricultura Brasileira, publicado no Jornal Informações Agronômicas nº 130 (Junho/2010), o IPNI Brasil fez um levantamento histórico do balanço de nutrientes no período de 1988 a 2010. Diferentemente do primeiro levantamento, que considerou o ano agrícola 2008/09 como referência, objetivou-se, com o atual estudo, avaliar a evolução do consumo de fertilizantes, da área plantada, da produção, do rendimento e o balanço de nutrientes das 18 principais culturas agrícolas cultivadas no Brasil ao longo dos últimos 23 anos*.

Dados do balanço de nutrientes no ano agrícola 2008/09 revelaram informações de grande importância sobre o aproveitamento de nutrientes, tanto em relação às culturas estudadas, como em relação aos estados do Brasil. Foi possível identificar as culturas com baixo índice de aproveitamento de nutrientes, dentre as quais a cultura do café revelou-se em situação mais crítica. Ao mesmo tempo, houve a possibilidade de verificar que os estados brasileiros com índice deficitário de utilização de nutrientes estão localizados principalmente

na região Norte e Nordeste do país. Nestes, as entradas de nutrientes, por intermédio da aplicação de insumos, geralmente foram muito inferiores às saídas, por meio das exportações dos elementos pelas colheitas. Essa condição configura-se como agricultura extrativista, de baixa produtividade, na qual são exploradas as reservas do solo, não sendo sustentável ao longo do tempo.

A análise do balanço de nutrientes em um longo período, como está sendo proposto neste artigo, permite avaliar a evolução do uso de fertilizantes na agricultura brasileira, representada pelas 18 principais culturas agrícolas, as quais são responsáveis por mais de 90% do consumo de fertilizantes. Deste modo, este estudo ajuda a relacionar a evolução da produção agrícola brasileira e o progresso no uso de fertilizantes. Essa relação revela a tendência da agricultura dentro de um processo de manejo sustentável. Por outro lado, pode-se inferir a importância do fertilizante no aumento do rendimento das culturas, inserindo o balanço de nutrientes em um contexto ainda mais amplo, que é o da segurança alimentar.

Com a identificação de culturas e de regiões do Brasil nas quais há subutilização de nutrientes (exportação maior que consumo), pode-se promover programas de conscientização de uso de fertilizantes voltados aos produtores agrícolas. Do mesmo modo, na condição de superutilização de nutrientes (consumo superior à exportação), visa-se estabelecer as boas práticas de uso eficiente de fertilizantes com o objetivo de alcançar altos rendimentos e a sustentabilidade do sistema produtivo.

* Neste artigo não serão apresentados os procedimentos adotados para o cálculo do balanço de nutrientes. Sendo assim, solicitamos àqueles que têm interesse na metodologia utilizada, consultar o Jornal Informações Agronômicas nº 130, referente ao mês de junho/2010, no qual os procedimentos estão devidamente detalhados.

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

¹ Engenheiro Agrônomo, Consultor, Tec-fértil; e-mail: cunha@agroprecisa.com.br

² Engenheiro Agrônomo e Florestal, Doutor, Diretor Adjunto do IPNI Brasil; email: vcasarin@ipni.net

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

INFORMAÇÕES AGRONÔMICAS

Publicação trimestral gratuita do International Plant Nutrition Institute (IPNI), Programa Brasil. O jornal publica artigos técnico-científicos elaborados pela comunidade científica nacional e internacional, visando o manejo responsável dos nutrientes das plantas.

COMISSÃO EDITORIAL

Editor

Luís Ignácio Prochnow

Editores Assistentes

Valter Casarin e Silvia Regina Stipp

Gerente de Distribuição

Evandro Luis Lavorenti

INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE (IPNI)

Presidente do Conselho

Joachim Felker (K+S Group)

Vice-Presidente do Conselho

Stephen R. Wilson (CF Industries Holdings Inc.)

Tesoureiro

Mhamed Ibnabdeljalil (OCP Group)

Presidente

Terry L. Roberts

Vice-Presidente, Coordenador do Grupo da Ásia e África

Adrian M. Johnston

Vice-Presidente, Coordenadora do Grupo do Oeste Europeu/Ásia Central e Oriente Médio

Svetlana Ivanova

Vice-Presidente Senior, Diretor de Pesquisa e Coordenador do Grupo das Américas e Oceania

Paul E. Fixen

PROGRAMA BRASIL

Diretor

Luís Ignácio Prochnow

Diretor Adjunto

Valter Casarin

Publicações

Silvia Regina Stipp

TI e Assistente Administrativo

Evandro Luis Lavorenti

Assistente Administrativo

Renata Fiuza

ASSINATURAS

Assinaturas gratuitas são concedidas mediante aprovação prévia da diretoria. O cadastramento pode ser realizado no site do IPNI: www.ipni.org.br
Mudanças de endereço podem ser solicitadas por email para: rfiuza@ipni.net

Esta publicação foi impressa e distribuída com o apoio financeiro parcial das seguintes instituições/empresas:

ABISOLO

FERTILIZANTES HERINGER S.A.
YARA BRASIL FERTILIZANTES S.A.

Nº 135 SETEMBRO/2011

CONTEÚDO

Balanco de nutrientes na agricultura brasileira (1988-2010)

José Francisco da Cunha, Valter Casarin, Luís Ignácio Prochnow..... 1

Melhorando o ambiente radicular em subsuperfície

Bernardo van Raij..... 8

IPNI em Destaque 19

Divulgando a Pesquisa 21

Painel Agronômico 25

Cursos e Simpósios 26

Publicações Recentes 27

Ponto de Vista 28

NOTA DOS EDITORES

Todos os artigos publicados no *Informações Agronômicas* estão disponíveis em formato pdf no website do IPNI Brasil: www.ipni.org.br

Opiniões e conclusões expressas pelos autores nos artigos não refletem necessariamente as mesmas do IPNI ou dos editores deste jornal.

FOTO DESTAQUE



Momento de conagração após a entrega do Prêmio IPNI Brasil e do lançamento do livro *Fertilidade do Solo e Manejo de Nutrientes*, durante o 33º Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Da esquerda para direita: Dr. Flávio Camargo, Prof. Carlos Alberto Casali, Dr. Ibanor Anghinoni, Dr. Bernardo van Raij, Dr. Luís Prochnow e Dr. Valter Casarin.

CONSUMO DE FERTILIZANTES E PRODUÇÃO AGROVEGETAL

O Brasil é o quarto maior mercado consumidor de fertilizantes do mundo. Essa condição foi conquistada em função de vários fatores, entre eles a implementação de políticas públicas e a modernização da agricultura brasileira. No período de 1988 a 2010 ocorreu aumento significativo no consumo de fertilizantes no Brasil (Tabela 1). Comparando-se os dados de 1988 a 2010, verifica-se que a evolução do consumo total de fertilizantes foi de 151%, enquanto o aumento no consumo dos nutrientes N-P₂O₅-K₂O (soma NPK) aumentou 172% no mesmo período. Para esse período, o nitrogênio foi o nutriente que apresentou maior aumento de consumo (250%), enquanto o potássio apresentou aumento de 177% e o fósforo de 125%. Na análise dos dados sobre fórmula média, que mostram a participação percentual dos nutrientes N, P₂O₅ e K₂O nas quantidades de produtos comercializados no Brasil, observa-se que tanto o N como o K₂O tiveram aumento nas concentrações, quando comparam-se os anos agrícolas de 1988 e 2010, porém, o N alcançou sua maior concentração nos fertilizantes comercializados no ano de 2010, enquanto o K₂O apresentou oscilações no período estudado. Já o P₂O₅ mostrou comportamento contrário ao observado para N e K₂O, ou seja, em 2010 sua concentração alcançou o valor mais baixo nos fertilizantes comercializados.

Este trabalho concentra as informações de consumo das 18 principais culturas agrícolas do Brasil: algodão, amendoim, arroz, batata, banana, cacau, café, cana-de-açúcar, feijão, fumo, laranja, mamona, mandioca, milho, soja, sorgo, tomate e trigo. Essas culturas foram responsáveis pelo consumo de 91,8% a

95,6% do total de fertilizantes entregues, no período estudado, excluindo-se os valores do consumo de fertilizantes em pastagens, reflorestamento e em outras culturas, e levando-se em consideração a proporcionalidade da área plantada.

O desempenho destas 18 culturas neste período foi excepcional, como mostram os dados da Tabela 2. Comparando-se a evolução da área plantada, observa-se que no período de 1988 a 2010 houve um acréscimo de apenas 24%, enquanto a produção agrovegetal mostrou um aumento de 124% no mesmo período (Figura 1). Evidencia-se, portanto, um notável ganho de produtividade, de 1.807 kg ha⁻¹, em 1988, para 3.293 kg ha⁻¹, em 2010. Esses resultados evidenciam o relevante papel dos fertilizantes, contribuindo na intensificação da exploração da terra e no aumento da produtividade. Isso pode ser melhor visualizado por meio do índice kg NPK/ha plantado, que indica a quantidade de N-P₂O₅-K₂O, em kg, aplicada em cada hectare plantado, considerando as 18 culturas. Em 1988, esse índice era de 67 kg NPK/ha plantado, chegando a um valor máximo de 163 kg NPK/ha plantado no ano de 2007. Em 2010, esse índice foi reduzido para 143 kg NPK/ha plantado, o que representa um acréscimo de 113% em relação ao ano de 1988.

De modo semelhante, a Tabela 2 apresenta o índice kg NPK/t de produto agrovegetal. Esta relação indica a quantidade de N-P₂O₅-K₂O para produzir uma tonelada de produto agrovegetal. Em 1988 foram utilizados 38,1 kg NPK/t de produto agrovegetal. Em 2010, esse valor evoluiu para 44,8 kg NPK/t de produto agrovegetal, representando um aumento de 18% no

Tabela 1. Consumo total de fertilizantes e de nutrientes, e concentração de nutrientes nos fertilizantes comercializados no Brasil durante o período de 1988 a 2010.

Ano	Fertilizantes	Nutrientes				Fórmula média			
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Soma NPK	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	NPK
		(t)				(%)			
1988	9.765.386	814.952	1.507.351	1.406.285	3.728.588	8,3	15,4	14,4	38,2
1989	8.758.849	823.256	1.296.202	1.263.689	3.383.147	9,4	14,8	14,4	38,6
1990	8.222.474	779.315	1.185.793	1.183.182	3.148.290	9,5	14,4	14,4	38,3
1991	8.492.968	781.526	1.217.375	1.205.987	3.204.888	9,2	14,3	14,2	37,7
1992	9.277.463	865.466	1.346.087	1.372.814	3.584.367	9,3	14,5	14,8	38,6
1993	10.541.334	1.014.779	1.546.066	1.589.414	4.150.259	9,6	14,7	15,1	39,4
1994	11.944.479	1.176.940	1.744.467	1.810.878	4.732.285	9,9	14,6	15,2	39,6
1995	10.839.371	1.134.645	1.494.953	1.679.201	4.308.799	10,5	13,8	15,5	39,8
1996	12.247.600	1.197.357	1.707.763	1.941.318	4.846.438	9,8	13,9	15,9	39,6
1997	13.834.064	1.302.201	1.947.996	2.241.710	5.491.907	9,4	14,1	16,2	39,7
1998	14.668.570	1.455.429	2.128.639	2.261.182	5.845.250	9,9	14,5	15,4	39,8
1999	13.689.482	1.393.049	1.966.966	2.078.873	5.438.888	10,2	14,4	15,2	39,7
2000	16.392.216	1.668.195	2.337.855	2.561.929	6.567.979	10,2	14,3	15,6	40,1
2001	17.069.214	1.639.915	2.482.260	2.715.901	6.838.076	9,6	14,5	15,9	40,1
2002	19.114.268	1.815.741	2.806.942	3.058.512	7.681.195	9,5	14,7	16,0	40,2
2003	22.796.232	2.223.075	3.414.281	3.811.816	9.449.172	9,8	15,0	16,7	41,5
2004	22.767.489	2.244.710	3.457.109	3.910.624	9.612.443	9,9	15,2	17,2	42,2
2005	20.194.731	2.201.404	2.898.367	3.426.364	8.526.135	10,9	14,4	17,0	42,2
2006	20.981.734	2.296.871	3.149.256	3.459.929	8.906.056	10,9	15,0	16,5	42,4
2007	24.608.993	2.750.830	3.659.200	4.174.844	10.584.874	11,2	14,9	17,0	43,0
2008	22.429.232	2.502.245	3.195.934	3.688.611	9.386.790	11,2	14,2	16,4	41,9
2009	22.470.821	2.555.885	3.355.271	3.149.322	9.060.478	11,4	14,9	14,0	40,3
2010	24.516.189	2.854.189	3.384.653	3.894.085	10.133.557	11,6	13,8	15,9	41,3

Fonte: Anuário ANDA (1989 a 2010).

Tabela 2. Quantidade de nutrientes consumidos, área plantada, produção agrovegetal e índices de aproveitamento de nutrientes de 18 culturas no período de 1988 a 2010.

Ano	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Soma NPK	Área plantada (ha)	Produção agrovegetal ¹ (t)	kg NPK/ha plantado	kg NPK/t de produto agrovegetal
	----- (t) -----							
1988	779.248	1.441.312	1.344.674	3.565.235	52.968.005	93.601.958	67	38,1
1989	783.621	1.233.797	1.202.849	3.220.267	50.902.124	82.093.432	63	39,2
1990	740.746	1.127.107	1.124.625	2.992.478	49.583.472	78.674.084	60	38,0
1991	739.540	1.151.974	1.141.198	3.032.712	49.670.944	91.136.145	61	33,3
1992	819.467	1.274.543	1.299.849	3.393.858	48.106.756	92.196.517	71	36,8
1993	962.712	1.466.740	1.507.864	3.937.315	48.808.994	96.374.494	81	40,9
1994	1.115.271	1.653.061	1.715.992	4.484.323	49.992.496	103.517.600	90	43,3
1995	1.067.703	1.406.754	1.580.132	4.054.590	47.334.240	95.722.397	86	42,4
1996	1.116.690	1.592.709	1.810.529	4.519.927	48.073.573	104.367.433	94	43,3
1997	1.213.992	1.816.042	2.089.860	5.119.894	46.458.843	99.683.183	110	51,4
1998	1.355.449	1.982.413	2.105.851	5.443.713	47.366.943	109.613.848	115	49,7
1999	1.290.634	1.822.357	1.926.037	5.039.028	48.905.466	113.868.800	103	44,3
2000	1.549.536	2.171.563	2.379.699	6.100.798	49.506.602	122.394.925	123	49,8
2001	1.527.334	2.311.852	2.529.454	6.368.640	50.471.935	125.999.045	126	50,5
2002	1.691.967	2.615.600	2.850.021	7.157.588	54.150.982	140.842.802	132	50,8
2003	2.079.304	3.193.472	3.565.297	8.838.073	62.754.322	152.096.931	141	58,1
2004	2.091.495	3.221.140	3.643.700	8.956.336	61.933.454	148.878.856	145	60,2
2005	2.022.580	2.662.928	3.148.035	7.833.543	59.163.741	147.625.745	132	53,1
2006	2.107.763	2.889.969	3.175.064	8.172.796	57.868.941	163.362.275	141	50,0
2007	2.542.793	3.382.466	3.859.113	9.784.373	59.937.520	178.270.038	163	54,9
2008	2.309.491	2.949.744	3.404.469	8.663.704	63.395.143	180.865.801	137	47,9
2009	2.363.432	3.102.626	2.912.185	8.378.243	64.558.538	188.599.920	130	44,4
2010	2.646.987	3.138.248	3.610.593	9.395.828	65.840.751	209.624.996	143	44,8

Fontes: ANDA (1989 a 2010), IBGE (1989 a 2011).

¹ Produção agrovegetal é a produção ajustada na qual se reduz 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.

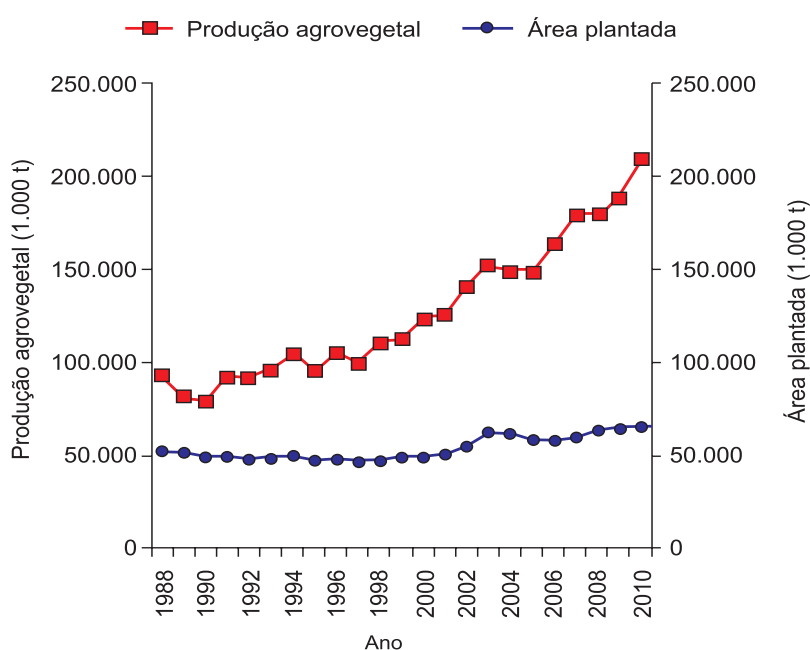


Figura 1. Produção agrovegetal e área plantada das 18 culturas avaliadas no Brasil no período de 1988 e 2010.

período de 1988 a 2010. É preciso salientar que este aumento no índice kg NPK/t agrovegetal durante o período 1988-2010 não representa desvantagem, considerando-se que em 1988 as quantidades de nutrientes utilizadas eram inferiores às quantidades exportadas, caracterizando um quadro de déficit e de insustentabilidade, como poderá ser visto nos resultados finais do balanço.

O uso eficiente de fertilizantes é uma ferramenta que pode proporcionar ótimos resultados, conforme exemplo citado no Informações Agrônomicas nº 130 (Tabela 13, página 11), acerca de uma propriedade no município de Itiquira, MT. O aumento do desempenho agrícola nesta propriedade ocorreu com a adoção da rotação de culturas e com a introdução do milho safrinha, o que promoveu aumento da produção por área e exigiu aumento da quantidade de fertilizante NPK utilizada por hectare. Essa condição resultou em maior eficiência no uso de fertilizantes, proporcionando redução na quantidade de NPK necessária para produzir 1 tonelada de produto agrovegetal, conforme apresentado na Figura 2.

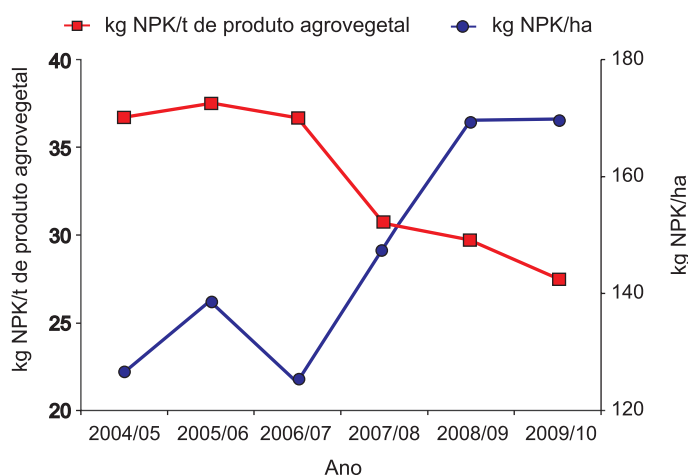


Figura 2. Índices kg NPK/ha plantado e kg NPK/t de produto agrovegetal em uma fazenda do município de Itiquira (MT).

Fonte: Joel Hillesheim (comunicação pessoal, 2010).

AVALIAÇÃO DAS CULTURAS

Na Tabela 3, estão apresentados os dados comparados de área colhida, produção e rendimento de cada uma das 18 culturas avaliadas no balanço de nutrientes nos anos de 1988 e 2010¹. Vale ressaltar que para as culturas nas quais a aplicação de fertilizante é feita em um ano e a colheita é feita no ano posterior, como é o caso das culturas de verão, para efeito de cálculo, considerou-se o ano de plantio como o ano de consumo do fertilizante. Essa condição não vale para as culturas cujo ano da aplicação de fertilizante coincide com o ano da colheita. No caso do feijão e da batata, que possuem três safras

¹ Dados anuais completos para cada cultura no período compreendido entre 1988 e 2010 podem ser encontrados no site do IPNI (www.ipni.org.br).

Tabela 3. Área colhida, produção e rendimento das 18 culturas utilizadas no balanço de nutrientes nos anos de 1988 e 2010.

Cultura	1988			2010			Diferença – 1988-2010		
	Área colhida (1.000 ha)	Produção (1.000 t)	Rendimento (kg ha ⁻¹)	Área colhida (1.000 ha)	Produção (1.000 t)	Rendimento (kg ha ⁻¹)	Área colhida	Produção (%)	Rendimento
Algodão	1.494	1.797	1.203	1.380	5.056	3.665	-8	181	205
Amendoim	85	150	1.773	89	271	3.063	5	81	73
Arroz	5.254	11.030	2.099	2.752	13.448	4.887	-48	22	133
Banana	467	6.187	13.260	480	6.978	14.536	3	13	10
Batata	155	1.992	12.840	146	3.803	26.044	-6	91	103
Cacau	668	375	561	654	233	357	-2	-38	-36
Cafê	2.957	2.704	914	2.156	2.874	1.333	-27	6	46
Cana-de-açúcar	4.117	258.449	62.783	9.081	719.157	79.196	121	178	26
Feijão	5.106	2.259	442	3.726	3.662	983	-27	62	122
Fumo	287	444	1.547	447	930	2.082	56	110	35
Laranja	805	12.617	15.675	843	19.112	22.669	5	51	45
Mamona	269	128	477	208	136	654	-23	6	37
Mandioca	1.880	23.616	12.561	1.777	26.286	14.791	-5	11	18
Milho	12.306	25.731	2.091	12.988	57.186	4.403	6	122	111
Soja	12.201	24.052	1.971	24.059	74.842	3.111	97	211	58
Sorgo	196	296	1.513	644	1.499	2.328	229	406	54
Tomate	63	2.407	38.278	61	3.691	60.740	-3	53	59
Trigo	3.480	5.751	1.652	2.177	6.037	2.773	-37	5	68

anuais, o confronto da produção com o consumo de fertilizantes em um mesmo ano é feito considerando as produções da 2^a e 3^a safras somadas à produção da safra de verão colhida no ano seguinte. O mesmo ocorre com relação ao milho de 2^a safra e safra de verão.

Dentre os vários dados importantes, pode-se aferir que, no período estudado, ocorreu grande aumento da área colhida de sorgo (229%), a despeito da baixa expressividade desta cultura na agricultura brasileira. Também destaca-se o substancial aumento da área colhida de cana-de-açúcar e de soja, de 121% e 97%, respectivamente, para o período de 1988 e 2010. Quanto à produção, essas duas culturas obtiveram os maiores ganhos ao longo dos últimos 23 anos – após o sorgo, com 406% de aumento –, com a soja alcançando aumento de 211% e a cana-de-açúcar de 178% (Figura 3).

Contrariamente, algumas culturas tiveram redução da área colhida, principalmente arroz (48%), trigo (37%), feijão (27%), café (27%), mamona (23%) e algodão (8%). Apesar da redução, algumas delas mostraram aumentos no rendimento médio, como é o caso de algodão, arroz e feijão, com valores da ordem de 205%, 133% e 122%, respectivamente.

Já outras culturas tiveram pequenas variações na área colhida, mas consideráveis aumentos na produção e no rendimento, destacando-se o milho, que apresentou ganho de 111% na produtividade. Vale ressaltar que uma grande parcela do aumento de produção foi obtida com o cultivo de milho safrinha, sendo que significativa parte de sua área foi cedida para o cultivo de outras culturas, principalmente soja. Em relação ao amendoim, a área colhida praticamente não variou, entretanto, a produção e o rendimento aumentaram de forma significativa. Para a cultura do cacau, observou-se pequena redução na área colhida (5%), porém, a produção e o rendimento tiveram grandes reduções, 38% e 36%, respectivamente, revelando a situação de degradação da cultura, principalmente devido a problemas fitossanitários.

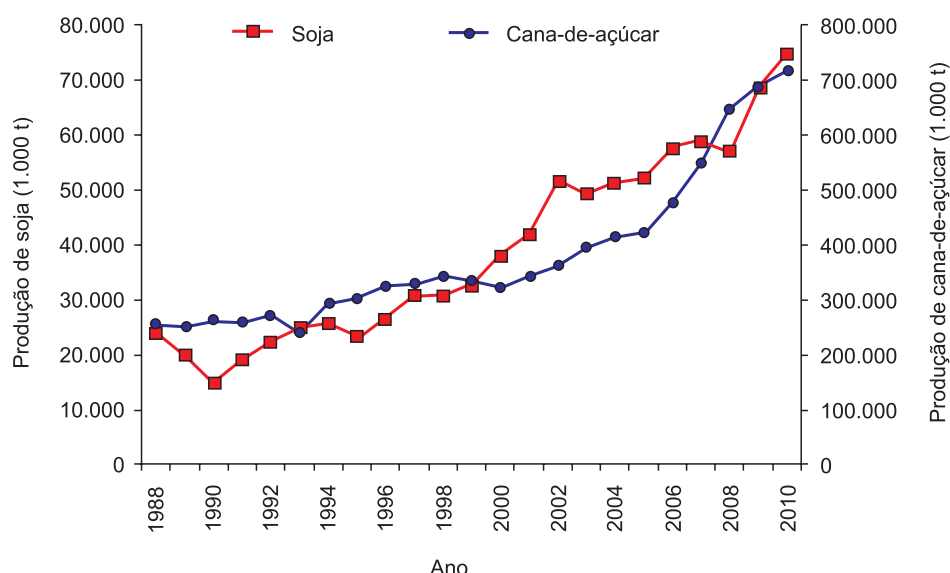


Figura 3. Produção de soja e cana-de-açúcar no período de 1988 a 2010.

BALANÇO DE NUTRIENTES

A Tabela 4 apresenta dados da exportação total de nutrientes, considerando-se o conteúdo dos elementos nos produtos colhidos das 18 culturas. Para o cálculo do balanço do consumo de nutrientes foram efetuadas deduções, ou seja, das quantidades de nutrientes exportadas foram descontadas aquelas que não foram fornecidas pelos fertilizantes. As deduções são descritas a seguir e, como exemplo, são indicadas, entre parêntesis, as quantidades calculadas

para o ano de 2010. Para o N, a participação da fixação biológica é muito significativa e as deduções foram de 100% do N exportado pela soja (4.430.621 t) e 50% do N exportado pelo feijão (63.901 t). Além disso, considerou-se que 70% do N exportado pelo milho de 2ª safra (253.948 t) originaram-se dos resíduos da soja, quando cultivado em sucessão, necessitando, portanto, ser descontados. Da mesma forma, levou-se em consideração que 50% do N exportado por trigo (60.670 t) e sorgo (11.245 t) foram fornecidos pela soja. Também, 30% da área de milho de 1ª safra (68.622 t) e 10% da área de algodão (4.139 t) foram considerados em rotação com soja e, assim, deduzidos 30 kg ha⁻¹ de N. Para a cana-de-açúcar, devido ao uso de vinhaça, rica em K, foram deduzidos 20% da quantidade de potássio exportada (135.142 t). Nota-se que a fixação biológica de N realizada pela soja

teve grande participação em todas as deduções, tornando a cultura a principal colaboradora na economia de fertilizantes nitrogenados.

Observa-se que houve grande evolução nas quantidades totais exportadas de N-P₂O₅-K₂O pelas culturas ao longo dos últimos 23 anos. Na comparação entre os anos 1988 e 2010, verifica-se que a exportação total aumentou em 158% para N, 147% para P₂O₅ e 146% para K₂O. Quando se confrontam os dados de consumo de nutrientes (Tabela 2) com os de exportação (Tabela 4), verifica-se que o crescimento do consumo de N (239%) pelas 18 culturas, no

Tabela 4. Exportação total e exportação de nutrientes, com deduções, das 18 culturas avaliadas, no período de 1988 a 2010.

Ano	Exportação total das culturas			Exportação de nutrientes com deduções		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
	----- (t) -----			----- (t) -----		
1988	2.599.277	769.257	1.332.906	960.739	769.257	1.284.339
1989	2.251.171	662.969	1.206.711	862.572	662.969	1.159.301
1990	1.967.317	608.091	1.115.644	887.322	608.091	1.066.296
1991	2.357.622	731.978	1.274.008	1.009.519	731.978	1.224.992
1992	2.511.475	758.790	1.324.310	984.947	758.790	1.273.303
1993	2.677.226	807.864	1.369.876	990.634	807.864	1.323.967
1994	2.824.417	859.470	1.461.779	1.089.207	859.470	1.406.894
1995	2.605.078	790.836	1.374.104	998.191	790.836	1.317.061
1996	2.882.946	869.451	1.502.304	1.084.795	869.451	1.441.056
1997	3.016.902	858.441	1.551.821	966.554	858.441	1.489.505
1998	3.153.546	921.842	1.629.796	1.094.719	921.842	1.564.916
1999	3.309.230	966.935	1.692.879	1.129.302	966.935	1.630.143
2000	3.657.237	1.065.235	1.825.102	1.210.218	1.065.235	1.763.818
2001	3.908.988	1.109.938	1.927.906	1.171.270	1.109.938	1.863.207
2002	4.573.036	1.280.065	2.188.185	1.253.983	1.280.065	2.119.710
2003	4.665.749	1.358.973	2.256.775	1.370.665	1.358.973	2.182.357
2004	4.682.826	1.331.912	2.281.220	1.326.199	1.331.912	2.203.196
2005	4.719.240	1.329.891	2.294.626	1.325.175	1.329.891	2.215.145
2006	5.211.582	1.478.382	2.546.981	1.475.282	1.478.382	2.457.267
2007	5.502.038	1.594.148	2.687.495	1.627.440	1.594.148	2.584.195
2008	5.460.484	1.589.044	2.723.522	1.655.145	1.589.044	2.601.568
2009	6.079.364	1.710.017	2.981.056	1.641.601	1.710.017	2.851.413
2010	6.704.315	1.898.740	3.272.994	1.811.568	1.898.740	3.137.852

período de 1988 a 2010, foi superior ao crescimento da exportação do nutriente (158%). Isto significa que, com o aumento da entrada deste nutriente no sistema, foi possível superar o déficit constatado no balanço no ano de 1988, quando o consumo de N (779.248 t) foi inferior à sua exportação (960.739 t) pelas culturas.

Já o P_2O_5 mostrou comportamento diferente, comparado ao N, ou seja, aumento de 117% no consumo e de 147% na exportação no período 1988 a 2010. Os dados mostram que, ao longo dos últimos 23 anos, o consumo de P_2O_5 foi praticamente o dobro da exportação do elemento pelas culturas. Essa tendência reflete a consciência do setor agrícola em relação à necessidade de se construir a fertilidade do solo, considerando a dinâmica do elemento nos solos brasileiros.

Para o K_2O , da mesma forma que para o N, houve aumento no consumo durante o período de 1988 a 2010, o qual representou 168%. A exportação deste nutriente elevou-se em 146% e, com isso, as quantidades utilizadas permitiram compensar as perdas que ocorreram no período.

Por fim, os dados de consumo de fertilizantes e de área plantada destas 18 culturas foram confrontados com os dados de exportação dos nutrientes, resultando nos índices apresentados na Tabela 5. Para este estudo, definiu-se o índice como “desfrute”, diferentemente do termo utilizado no balanço de nutrientes publicado no Jornal Informações Agronômicas nº 130, onde foi definido como “índice de aproveitamento médio”. O termo “desfrute” retrata melhor a condição de uso de nutrientes oriundos do fertilizante, permitindo uma análise mais crítica com relação ao uso de nutrientes na agricultura brasileira.

Analisando os dados de N, verifica-se que o desfrute no ano de 1988 foi de 123%, o que representa um déficit do elemento no sistema, ou seja, a quantidade de N aplicada foi menor que a exportada, como demonstra o resultado negativo do balanço, de 3,4 kg ha⁻¹. Esse fato colabora para reduzir o elemento no sistema e provoca a diminuição da fertilidade do solo. Com o aumento do consumo de N ao longo dos últimos 23 anos, o desfrute foi sendo reduzido para valores entre 65% e 70%. Em 2010, o desfrute para o N alcançou 68%, significando que a entrada do elemento no sistema estava sendo feita de maneira suficiente e com índice aceitável. O restante do N, calculado no balanço em 12,7 kg ha⁻¹, corresponde às perdas ocorridas no sistema agrícola, mas também ao conteúdo armazenado nos restos vegetais e em outros produtos do solo, principalmente nos sistemas agrícolas eficientes e bem manejados.

Nota-se que o desfrute do P_2O_5 é o menor, dentre os três nutrientes, variando em função da dinâmica do elemento nos solos ácidos brasileiros. Os valores de desfrute oscilaram muito pouco ao longo do período avaliado, a ponto de haver uma variação de 53%, em 1988, e de 60%, em 2010. Esses valores são superiores àqueles preconizados por Yamada e Lopes (1998), cujo valor era de 30%. Dados do balanço mostram que os fertilizantes contribuíram anualmente com um saldo positivo em torno de 20 kg de P_2O_5 ha⁻¹ ano⁻¹, nos últimos 10 anos. Isso contribuiu para o aumento da fertilidade dos solos e, certamente, este acúmulo trará benefício para a economia de fertilizantes nos solos, com cultivo consolidado e com manejo adequado.

O K_2O apresentou um desfrute bastante significativo durante o período avaliado, ficando com média aproximada de 80%. Isto sugere que esse nutriente tem atendido às demandas de exportação das culturas e apresentado um aproveitamento mais eficiente. No ano de 2004, observa-se maior valor do balanço, com saldo positivo de 23,3 kg ha⁻¹, o que, por outro lado, corresponde ao menor desfrute deste nutriente. O mesmo ocorreu com os nutrientes N e P_2O_5 .

Tabela 5. Dados do balanço do consumo de nutrientes na agricultura brasileira.

Ano	Desfrute			Balanço		
	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O
	------(%)-----			----- (kg ha ⁻¹) -----		
1988	123	53	95	-3,4	13	1,1
1989	110	54	96	-1,6	11	0,9
1990	120	54	95	-3,0	10	1,2
1991	136	63	107	-5,4	8	-1,7
1992	120	59	98	-3,4	11	0,6
1993	103	55	88	-0,6	13	3,8
1994	98	52	82	0,5	16	6,2
1995	93	56	83	1,5	13	5,6
1996	97	55	80	0,7	15	7,7
1997	80	47	71	5,3	21	12,9
1998	81	46	74	5,5	22	11,4
1999	87	53	85	3,3	17	6,1
2000	78	49	74	6,9	22	12,4
2001	77	48	74	7,1	24	13,2
2002	74	49	74	8,1	25	13,5
2003	66	43	61	11,3	29	22,0
2004	63	41	60	12,4	30	23,3
2005	65	50	70	11,8	22	15,8
2006	70	51	77	10,9	24	12,4
2007	64	47	67	15,3	30	21,3
2008	72	54	76	10,3	21	12,7
2009	69	55	98	11,2	22	0,9
2010	68	60	87	12,7	19	7,2

Quando o balanço do nutriente apresentou-se menor, em 1991, foram observados os maiores índices de desfrute. Esta condição sugere que há uma relação inversa entre balanço e desfrute.

O índice desfrute tem uma importância relevante quando se pretende compreender o comportamento do balanço de nutrientes na agricultura brasileira. Este índice revela a qualidade do manejo de nutrientes dentro do sistema agrícola. Em comparação a outras potências agrícolas mundiais, o Brasil se qualifica como país que possui agricultura com desfrute muito positivo. Deve-se atentar para o fato que o maior consumo de fertilizantes não é indicativo da evolução tecnológica do processo produtivo de um país. Este fato tem que estar agregado à avaliação da demanda de nutrientes em relação ao consumo. Desta forma, o programa de boas práticas para uso eficiente de fertilizantes, baseado no conceito 4C's (fonte certa, dose certa, época certa e local certo) permite aplicar o manejo adequado de nutrientes, buscando atender os preceitos sociais, econômicos e ambientais.

A aplicação de fertilizantes busca atender a grande demanda de alimentos, em quantidade e qualidade, requerida pelo crescimento populacional. É neste contexto que o balanço de nutrientes se relaciona intimamente com a segurança alimentar.

REFERÊNCIAS

- ANDA. Associação Nacional para Difusão de Adubos. **Anuário Estatístico do Setor de Fertilizantes**. São Paulo, 1988 a 2010.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**: pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil. Rio de Janeiro, 1989 a 2011.