

Capítulo 9:

Uso de fertilizantes

Entre as grandes culturas no Brasil, aquelas com área maior que 1 Mha, a cana-de-açúcar utiliza menos fertilizantes que o algodão, café ou laranja; é equivalente à soja. A utilização também é baixa se comparada às culturas de cana-de-açúcar em outros países: a Austrália usa 48% a mais. O fator mais importante para isto é a reciclagem de nutrientes com a aplicação de resíduos industriais, como vinhaça e torta de filtro.

9.1 Introdução

Embora passando por um período de grande expansão nas últimas décadas e atingindo alto nível de competitividade nos mercados externos, a agricultura brasileira não se caracteriza por um uso intenso de fertilizantes, em geral. Em 1998 a intensidade média de uso (kg de $N-P_2O_5-K_2O$ / ha) era equivalente à dos Estados Unidos e Venezuela, cerca de 40% da intensidade na França ou China e 22% da Holanda. Em termos de consumo total, o Brasil apresentava¹ em 2002 um consumo anual de 7,68 Mt, cerca de 5,4% do total mundial. Na mesma ocasião, os Estados Unidos usaram 13,7%; a França 2,8%; a China, 28,1%; a Índia, 11,4% e a Europa, 15,5%.

O impacto de fertilizantes na qualidade da água depende de muitas condições do uso. Na adubação com nitrogênio, solos mais arenosos, irrigados e com lençol de água raso são mais vulneráveis à contaminação por nitratos; mas o potencial do nitrogênio para atingir e contaminar a água depende ainda da quantidade usada, da utilização pela planta, do nível de nutrientes no solo e na matéria orgânica e do clima.

No caso da cultura da cana no Brasil, uma característica importante é a do reciclo integral dos resíduos para o campo. Com o aumento da produção de etanol tornou-se necessário cuidar da vinhaça, e a solução foi o reciclo para a lavoura; as vantagens desta fertirrigação ficaram evidentes, sendo buscada a otimização do uso do potássio com resultados muito bons. A infraestrutura criada permitiu evoluir para a utilização das águas do processo industrial e cinzas das caldeiras da mesma forma; e foram desenvolvidos processos para a reciclagem da torta de filtro, aumentando a oferta de nutrientes no campo. Neste capítulo a reciclagem é considerada pela sua capacidade de reduzir a necessidade de fertilizantes minerais externos e pela outra ótica ambiental: a proteção da qualidade da água. A evolução da legislação pertinente nas áreas de maior produção (São Paulo) foi muito importante e adequada neste sentido.

¹ FAO: Faostat Database 2004, <http://faostat.fao.org/faostat> (fev 2005)

² DEMATTÊ, J.L.I.: “Recuperação e manutenção da fertilidade dos solos”, Visão Agrícola, ESALQ-USP, Ano 1, Jan 2004

Outro aspecto interessante na cultura da cana no Brasil é que a extração média de nitrogênio pela cultura é bem superior à dose aplicada do fertilizante, por exemplo, no primeiro corte; além do N mineralizado dos restos de cultura e da matéria orgânica no solo, uma explicação que tem sido investigada é a fixação por diversas bactérias, na rizosfera e nas raízes. O uso avançado desta possibilidade é objeto de pesquisas.²

9.2 Uso de fertilizantes na produção de cana-de-açúcar no Brasil

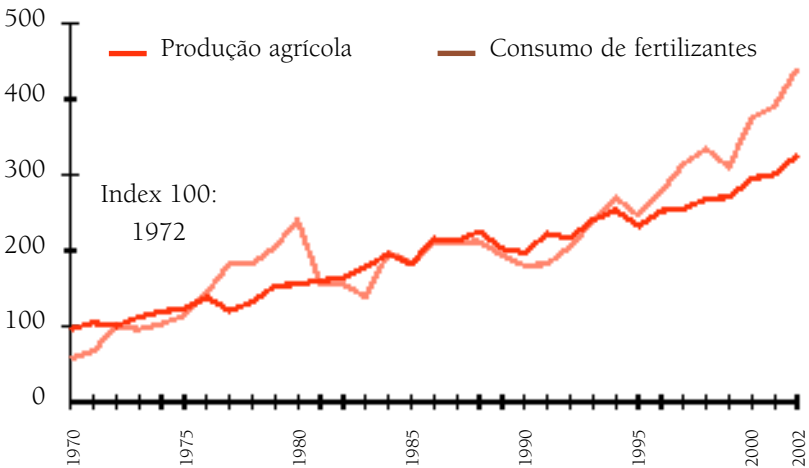
Jorge Luis Donzelli
Centro de Tecnologia Canavieira

De modo geral, o balanço de nutrientes na agricultura brasileira (como um todo) é insatisfatório: a quantidade de nutrientes retirados é maior do que a quantidade aplicada. Os solos são progressivamente empobrecidos em nutrientes; persistindo em longo prazo, isto seria uma ameaça para a sustentabilidade da agricultura.³ Por outro lado, tanto o consumo de fertilizantes quanto a produtividade no Brasil têm aumentado⁴ nas últimas três décadas (Figura 1).

³ FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations: “Use of fertilizer by crops in Brazil. Based on Alfredo Scheid Lopes”, Land and Plant Nutrition Management Service – Land and Water Development Division, Roma, 2004

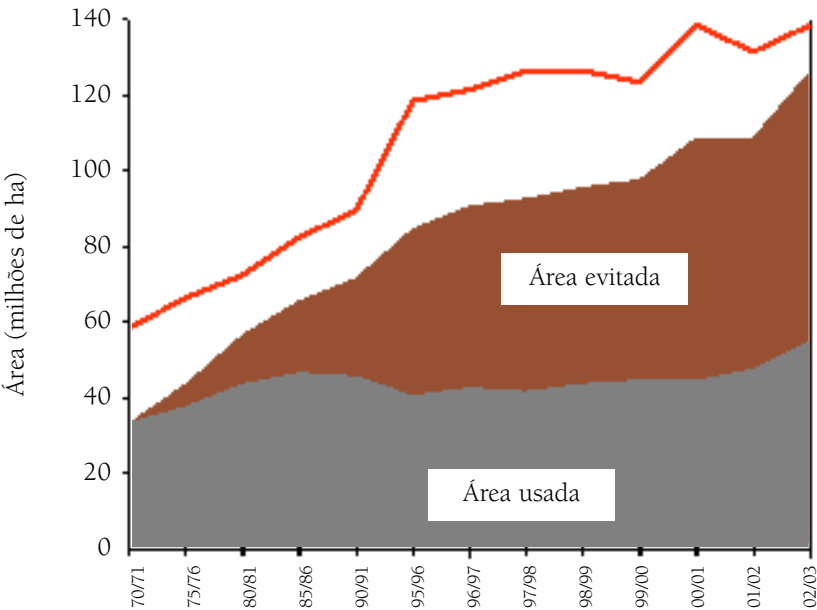
⁴ LOPES, A.S.; GUILHERME, L.R.G.; SILVA, C.A.P.: A vocação da terra, São Paulo, ANDA, 2ª ed., 2003, 23 p.

Figura 1: Produção agrícola e consumo de fertilizantes no Brasil⁴



O uso crescente de fertilizantes e o desenvolvimento tecnológico na agricultura reduziram a necessidade de abertura de novas áreas; para obter a produção agrovegetal de 2002/03 com a mesma produtividade de 1970/71 seriam necessários cerca de 71 milhões de hectares adicionais (Figura 2).

Figura 2: Produção e produtividade agrovegetal no Brasil e área adicional evitada



Quanto à intensidade do uso de fertilizantes, das culturas no Brasil com área acima de 1 milhão de hectares a cana-de-açúcar ocupa o quarto lugar em uma listagem de 10 usuários (Tabela 1) com 460 kg de uma fórmula média de N-P₂O₅-K₂O por hectare.⁵

A cultura de cana-de-açúcar no Brasil tem um nível baixo de utilização de fertilizantes quando comparada a outros países. Na Austrália os níveis de adubação de cana planta e soca são, respectivamente, 30% e 54% maiores que no Brasil, especialmente na aplicação de nitrogênio, com doses de até 200 kg / ha (Tabela 2).

⁵ ANDA – Associação Nacional para Difusão de Adubos: Anuário estatístico do setor de fertilizantes: 1987-2003, São Paulo, 2003, p. 34

Tabela 1: Intensidade de uso de fertilizantes por culturas no Brasil

Culturas	Área ¹ (1.000 ha)	Consumo (1.000 t)	Consumo / área
Ano	2003	2003	(t / ha)
Algodão herbáceo	1.012	950	0,94
Café ³	2.551	1.375	0,54
Laranja ³	823	406	0,49
Cana-de-açúcar ³	5.592	2.600	0,46
Soja	21.069	8.428	0,40
Milho ²	13.043	4.082	0,31
Trigo ³	2.489	742	0,30
Arroz	3.575	872	0,24
Feijão ²	4.223	650	0,15
Reflorestamento	1.150	129	0,11

- ¹ Dados do Levantamento Sistemático da Produção Agrícola, LSPA-IBGE e CONAB
² Essas culturas totalizam todas as safras colhidas
³ Essas culturas têm o plantio e colheita no próprio ano

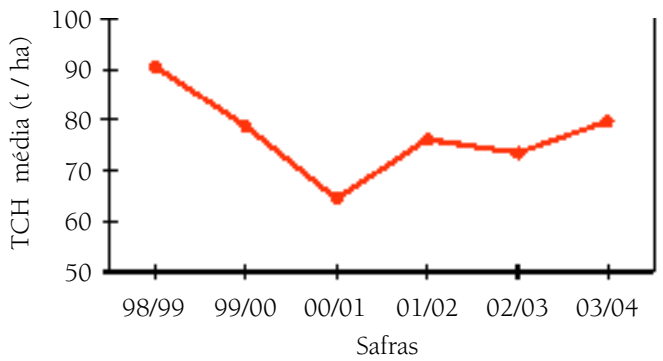
Tabela 2: Nível de utilização de fertilizantes na cana-de-açúcar: Austrália e Brasil, kg / ha

Cana – estágio			Planta	Soca
País	Austrália	N	200	200
		P ₂ O ₅	58	57
		K ₂ O	120	145
		Total 1	378	402
	Brasil	N	50	100
		P ₂ O ₅	120	30
		K ₂ O	120	130
		Total 2	290	260
Relação Total 1 / Total 2 (%)			1,30	1,54

Fonte: Adaptado de: CaneGrowers', 1995 (Nota 6); CTC, 1988 (Nota 7); Manechini & Penatti, 2000 (Nota 8)

Este relativamente baixo nível de adubação, ajustado pela pesquisa agrícola no Brasil e especialmente no Centro de Tecnologia Canavieira, não tem limitado a produtividade agrícola; mas aplicações abaixo das recomendadas podem resultar em decréscimo da produção. Por exemplo, quando houve excesso de oferta de matéria-prima na safra 1998/99, na safra seguinte (1999/2000) foram reduzidas a renovação da lavoura e a aplicação de insumos (entre eles os fertilizantes, em cerca de 10%) em várias⁹ usinas; isto causou uma queda na produção de matéria-prima na safra 2000/01 (**Figura 3**).¹⁰ Na safra 2000/01 houve um aumento na aplicação de fertilizantes, entre outras ações de manejo e clima, resultando na safra seguinte (2001/02) em aumento da produção.

Figura 3: Produtividade média de unidades da Copersucar¹⁰



Um fator muito importante e específico da cultura da cana no Brasil é a reciclagem de nutrientes via aplicação de dois resíduos industriais, a vinhaça e a torta de filtro. Hoje a vinhaça é tratada como uma fonte de nutrientes (não um resíduo), tendo sua aplicação otimizada dentro das limitações de topografia, solos e controle ambiental. Há muitos resultados conhecidos; por exemplo, trabalhos com aplicação de vinhaça durante sete anos consecutivos em um latossolo vermelho amarelo, distrófico álico, textura arenosa,¹¹ mostraram um aumento significativo na quantidade de nutrientes disponíveis para a planta após quatro aplicações consecutivas divididas em quatro anos. (**Figura 4**).

⁹ CTC: “Controle mútuo agroindustrial safra 2002/03”, Relatório interno, Piracicaba, Centro de Tecnologia Canavieira, 2004

¹⁰ PAES, L.A.D.; OLIVEIRA, D.T.; DONZELLI, J.L.; ELIA NETO, A.: “Copersucar Benchmarking Program”, *Proceedings of XXV ISSCT Congress*, Guatemala, 2005

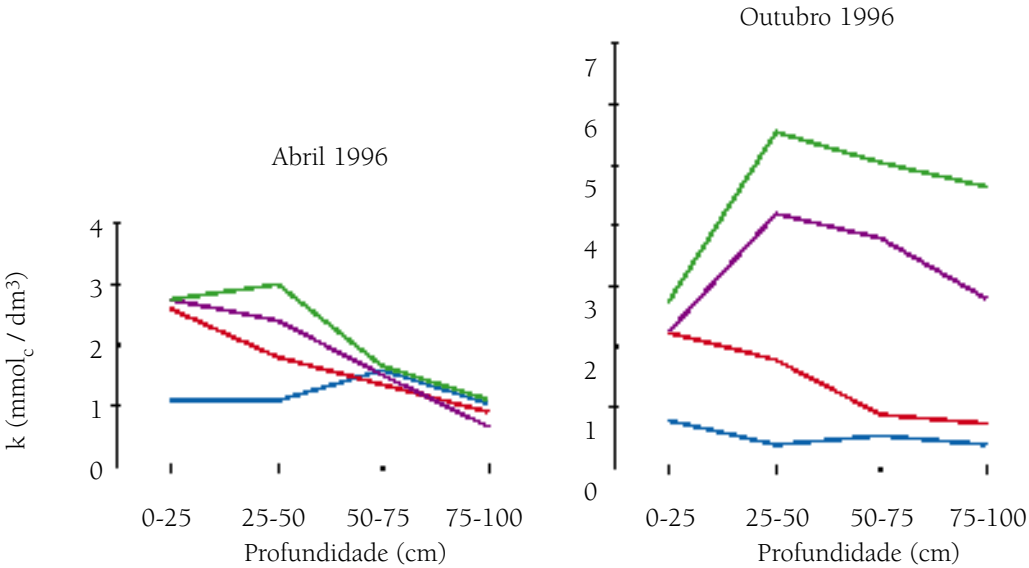
¹¹ PENATTI, C.P.; DE ARAUJO, J.V.; DONZELLI, J.L.; DE SOUZA, S.A.V.; FORTI, J.A.; RIBEIRO, R.: “Vinasse: a liquid fertilizer”, in: *Proceedings of the XXV ISSCT Congress*, vol. 1, Guatemala, 2005, pp. 403-411

⁶ Canegrowers: *Cane Growers’ Information Handbook 1994-95*, Brisbane, Australian Canegrower, 1995

⁷ CTC: “Recomendação de adubação para a cultura de cana-de-açúcar”, Cadernos Copersucar Série Agrônômica n.º 17, Piracicaba, Centro de Tecnologia Canavieira, 1988

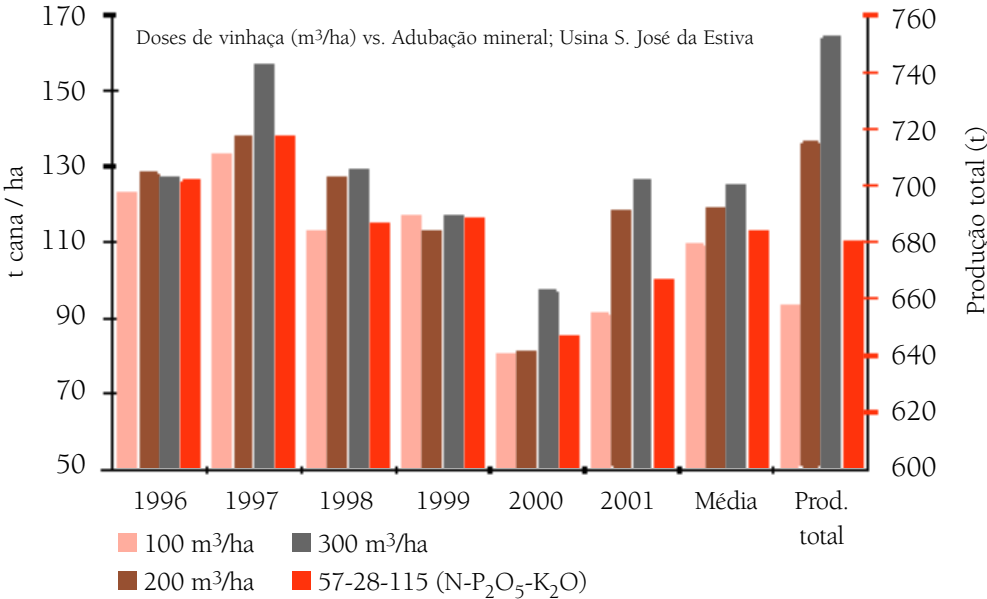
⁸ MANECHINI, C; PENATTI, C.P: “Nutrição mineral de cana-de-açúcar – novos parâmetros”, *Agrícola Informa* n.º 112, Piracicaba, Centro de Tecnologia Canavieira, 2000

Figura 4: Concentração de potássio em quatro profundidades de solo após seis meses (04/1996) e após quatro aplicações de doses de vinhaça



Nota-se que a concentração de potássio aumentou significativamente até a profundidade de 100 cm, de acordo com aumento das doses de vinhaça aplicadas. A **Figura 5** mostra a produtividade correspondente da cana-de-açúcar, aumentando com o aumento da fertilidade do solo e o suprimento de água. A dose máxima de vinhaça produziu 73 t / ha adicionais em seis anos, ou o equivalente a um corte a mais, quando comparada com a adubação mineral convencional (57-28-115 kg / ha of N-P₂O₅-K₂O).

Figura 5: Produtividade/produção de cana-de-açúcar; quatro dosagens de vinhaça comparadas com a adubação mineral convencional



A cultura da cana-de-açúcar no Brasil dispõe hoje de um potencial de reciclagem de nutrientes com a vinhaça, torta de filtro e palha da ordem de 1.195,1 milhões de toneladas de N-P₂O₅-K₂O (**Tabela 3**). Deste potencial, apenas o correspondente à palha não é significativamente utilizado (e talvez apenas uma parcela o seja, mesmo no futuro). Tanto o uso da vinhaça quanto da torta de filtro podem ainda ser otimizados.

Tabela 3: Potencial de reciclo anual de nutrientes na cultura de cana-de-açúcar

Subproduto		Torta de filtro ¹	Vinhaça ²	Palha ³	Total
Nutrientes (kg / t)	N	12,5	0,36	3,71	
	P ₂ O ₅	21,8	0,14	0,7	
	K ₂ O	3,2	2,45	6,18	
Produção (1.000 t / ano)		4.682	148.940	54.779	
Total disponível (1.000 t)		175,6	439,4	580,1	1.195,1

¹ 12 kg / t de cana

² Produção de 10 a 15 litros por litro de álcool

³ Futuro: para 4 Mha de área colhida sem queimar

Fonte: VII e VIII Seminários de Tecnologia Agronômica Copersucar, BTC 36/87; Nota **14**

14 ver p. 166

Mesmo sem contabilizar o uso das cinzas de caldeiras (que já ocorre, em parte), o aumento e otimização do uso dos resíduos podem levar a aumentos de produtividade e conseqüente redução de custos e da necessidade de áreas adicionais. A capacidade de reciclagem dos nutrientes será importante principalmente para o Centro-Oeste brasileiro, contribuindo para a melhoria da fertilidade dos solos.

9.3 Vinhaça: o avanço das tecnologias de uso

Sérgio Antônio Veronez de Souza
Centro de Tecnologia Canavieira

9.3.1 Caracterização da vinhaça

A vinhaça (ou vinhoto) é o resíduo da destilação do vinho obtido do processo de fermentação alcoólica do caldo da cana, melaço, méis. Suas características dependem da composição do mosto (entre caldo e melaço). Produz-se de 10 a 15 litros de vinhaça por litro de álcool, dependendo de

12 FERREIRA, E.S.; MONTEIRO, A.O.: “Efeitos da aplicação da vinhaça nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo”, Boletim Técnico Copersucar, vol. 36, São Paulo, 1987, pp. 3-7

13 ORLANDO FILHO, J.; LEME, E.J.: “Utilização agrícola dos resíduos da agroindústria canavieira”, in: Simpósio sobre Fertilizantes na Agricultura Brasileira, Brasília, DF, 1984, Anais, pp. 451-475

14 ELIA NETO, A.; NAKAHODO, T.: “Caracterização físico-química da vinhaça – Projeto n.º 9500278”, Relatório Técnico da Seção de Tecnologia de Tratamento de Águas do Centro de Tecnologia Canavieira, Piracicaba, 1995

características da cana e do seu processamento. Há trinta anos a vinhaça (na época, volumes muito menores que hoje) era lançada em cursos de água; desde 1978 passou a ser reciclada para os campos. Gradualmente, as doses por unidade de área foram sendo reduzidas e novas tecnologias foram introduzidas visando aumentar a área de fertirrigação (para melhor uso do potencial) e eliminar riscos de contaminação das águas subterrâneas. A prática atual é de reciclo integral, com grandes benefícios.

Em geral, a vinhaça contém alto teor de matéria orgânica e potássio, sendo relativamente pobre em nitrogênio, cálcio, fósforo e magnésio. A composição depende da origem (mosto), conforme visto na **Tabela 4** ^{12, 13}; são dados de 1984.

Tabela 4: Composição química da vinhaça de diferentes tipos de mosto, 1984

Elementos	Mosto		
	Melaço	Misto	Caldo
N (kg / m³ vinhaça)	0,75 - 0,79	0,33 - 0,48	0,26 - 0,35
P ₂ O ₅ (kg / m³ vinhaça)	0,10 - 0,35	0,09 - 0,61	0,09 - 0,50
K ₂ O (kg / m³ vinhaça)	3,50 - 7,60	2,10 - 3,40	1,01 - 2,00
CaO (kg / m³ vinhaça)	1,80 - 2,40	0,57 - 1,46	0,13 - 0,76
MgO (kg / m³ vinhaça)	0,84 - 1,40	0,33 - 0,58	0,21 - 0,41
SO ₄ (kg / m³ vinhaça)	1,50	1,60	2,03
M.O. (kg / m³ vinhaça)	37 - 57	19 - 45	15 - 35
Mn (mg / dm³)	6 - 11	5 - 6	5 - 10
Fe (mg / dm³)	52 -120	47 -130	45 -110
Cu (mg / dm³)	3 - 9	2 - 57	1 - 18
Zn (mg / dm³)	3 - 4	3 - 50	2 - 3
pH	4,0 - 4,5	3,5 - 4,5	3,5 - 4,0

Dados atualizados ¹⁴ (correspondendo às variações da composição do mosto atuais) para 28 usinas em 1995 são resumidos na **Tabela 5**. As coletas foram feitas na vinhaça pura, isto é, sem mistura da flegmaça, logo na saída da destilaria. A vazão média de vinhaça foi de 10,85 l / l etanol, com desvio padrão de 2,40. Destaca-se o teor de potássio.

Tabela 5: Caracterização analítica da vinhaça, 1995

Caracterização da vinhaça	Unidade	Mínimo	Média	Máximo	Desvio padrão
pH		3,50	4,15	4,90	0,32
Temperatura	°C	65	89	111	9,78
DBO ₅	mg / l	6.680	16.950	75.330	9.953,
Demanda química Oxig. (DQO)	mg / l	9.200	28.450	97.400	13.943,
Sólidos Totais (ST)	mg / l	10.780	25.155	38.680	6.792,
Sólidos Suspensos Totais (SST)	mg / l	260	3.967	9.500	1.940,
Sólidos Dissolvidos Totais (SDT)	mg / l	1.509	18.420	33.680	6.488,
Nitrogênio	mg / l	90	357	885	177,
Fósforo total	mg / l	18	60	188	36,
Potássio total	mg / l	814	2.035	3.852	804,
Cálcio	mg / l	71	515	1.096	213,
Magnésio	mg / l	97	226	456	71,
Cloreto	mg / l	480	1.219	2.300	417,
Sulfato	mg / l	790	1.538	2.800	514,
Sulfito	mg / l	5	36	153	32,

9.3.2 Sistemas de distribuição da vinhaça para fertirrigação: evolução e perspectivas

Atualmente a vinhaça é integralmente reciclada para o campo, para fertirrigação. A porcentagem da área atingida pela fertirrigação nas usinas é bastante variável, dependendo muito da topografia e distribuição de terras da usina. Há usinas que já aplicam vinhaça em 70% da sua área de cultivo, e há outras com valores bem menores. De maneira geral, a cada safra o valor de área de fertirrigação das usinas aumenta, na busca do uso racional da vinhaça visando maior produtividade agrícola e redução no uso de fertilizantes químicos. Isto tem levado a doses cada vez menores (m³ / ha), distanciando-se de valores que poderiam trazer danos (salinização, contaminação do lençol freático).

15 FERREIRA, E.S.; MONTEIRO, A.O.: “Efeitos da aplicação da vinhaça nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo”, Boletim Técnico Copersucar, vol. 36, São Paulo, 1987, pp. 3-7

16 ORLANDO FILHO, J.; LEME, E.J.: “Utilização agrícola dos resíduos da agroindústria canavieira”, in: Simpósio sobre Fertilizantes na Agricultura Brasileira, Brasília, DF, Anais, 1984, pp. 451-475

17 ORLANDO FILHO, J.; ZAMBELLO J.R.; AGUIARO, R.; ROSSETO, A.J.: “Efeito da aplicação prolongada da vinhaça nas propriedades químicas dos solos com cana-de-açúcar”, Estudo Exploratório, STAB - Açúcar, Alcool e Subprodutos, Piracicaba, 1(6), julho-agosto 1983, pp. 28-33

18 CAMARGO, O.A.; VALADARES, J.M.A.S.; GERALDI, R.N.: “Características químicas e físicas de solo que recebeu vinhaça por longo tempo”, Boletim Técnico IAC, vol. 76, Campinas, SP, Instituto de Agronomia de Campinas, 1983

19 PENATTI, C.P.; FORTI, J.A.: “Doses de vinhaça versus doses de nitrogênio em cana-soca”, in: VII Seminário de Tecnologia Agrônômica, Piracicaba, Anais Copersucar, nov. 1997, pp. 328-39

Os sistemas utilizados atualmente para fertirrigação com resíduos líquidos (vinhaça e águas residuais) são: caminhão-tanque convencional e aplicação por aspersão. Na aplicação por aspersão são utilizados o sistema de montagem direta (motobomba e aspersor canhão, sobre chassi com rodas) e autopropelido com carretel enrolador (mais difundido atualmente), podendo este ser alimentado diretamente de canais ou a partir de caminhões. Este sistema é semimecanizado, usando menos mão-de-obra que a montagem direta mas com maior consumo de combustível. A **Tabela 6** traz a porcentagem de uso dos sistemas em São Paulo, hoje.

Tabela 6: Sistemas de aplicação de vinhaça no Estado de São Paulo

Forma de Aplicação	Participação (%)
Caminhão - tanque convencional	6
Aspersão (canal + montagem direta)	10
Aspersão (canal + rolão)	53
Aspersão (caminhão + rolão)	31

Dois sistemas difundidos no início do PNA (área de sacrifício e sulcos de infiltração) foram eliminados por não promoverem o aproveitamento integral da vinhaça e por riscos de contaminação de águas subterrâneas. A fertirrigação direta com caminhões-tanque foi muito difundida; mas suas limitações (maior compactação de solos, impossibilidade de aplicação em áreas com cana-planta, dificuldades em dias de chuva, baixa uniformidade de distribuição, custos) levaram à evolução para os sistemas atuais.

Estudos para a evolução dos procedimentos para aplicação de vinhaça têm incluído sistemas do tipo pivô central e gotejamento sub-superficial.

Sistemas tipo pivô central proporcionam maior uniformidade de distribuição; mas os custos são ainda elevados, inclusive pela necessidade de materiais resistentes à corrosão pela vinhaça. Os sistemas devem ser do tipo pivô rebocável; um sistema fixo é inviabilizado pelas pequenas lâminas correspondentes à fertirrigação.

Experimentos conduzidos pelo CTC – Centro de Tecnologia Canavieira mostram que é viável tecnicamente a aplicação da vinhaça por gotejamento; mas a viabilidade econômica só ocorreria se a irrigação por gotejamento fosse (independentemente) viável. Alternativas estão em estudo.

9.3.3 Fertirrigação; efeitos da vinhaça no solo

Análises sobre os efeitos da vinhaça nas propriedades do solo¹⁵ indicam que a adição da vinhaça *in natura* aos solos é uma boa opção para o aproveitamento deste subproduto, por ser um excelente fertilizante e trazer vários benefícios para as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. Vantagens da utilização da vinhaça são a elevação do pH, aumento da capacidade de troca catiônica, da disponibilidade de certos nutrientes, melhoria da estruturação do solo, aumento na retenção de água e no desenvolvimento da microflora e microfauna do solo.

A vinhaça, além de fornecer água e nutrientes, age como recuperadora da fertilidade do solo, inclusive em profundidade. A profundidade explorada pelo sistema radicular da cana em alguns países do mundo atinge 160 cm de profundidade, mas no Brasil a média constatada é de 60 cm (pela baixa fertilidade do solo). A vinhaça introduz nutrientes em profundidade como o Ca⁺⁺, Mg⁺⁺ e K⁺, enriquecendo os solos.^{16, 17, 18, 19} Há muitos experimentos que comprovam os resultados positivos obtidos na produtividade agrícola (t de cana / ha), associados ou não à economia na aquisição dos adubos minerais.^{19, 20} Dependendo da dose utilizada e da concentração de potássio, é necessária uma complementação nitrogenada no cultivo das soqueiras.^{19, 20}

Diversos trabalhos mostram os efeitos da vinhaça no solo e meio ambiente, ao longo de anos de aplicação; por exemplo, o aumento do teor de potássio em latossolo roxo, textura argilosa.²¹

Avaliações de salinização em três tipos de solos²² (aluvial, 51% de argila; podzólico vermelho amarelo, 38% de argila; e hidromórfico, 5,5% de argila) indicam que não ocorreu o índice salino para doses abaixo de 400 m³ / ha; e que as aplicações devem ser feitas com base no teor de sais e características do solo.

A lixiviação dos elementos representaria desperdício de adubo e poderia levar a riscos de poluição. No caso da vinhaça os elementos pesados existem, mas em teores muito baixos, e não representam perigo para o meio ambiente. Os macro e microelementos minerais de maior concentração nos lixiviados seriam o K⁺, Ca²⁺, SO₄²⁻ e Cl⁻ respectivamente. Avaliações dos riscos pelos metais presentes na vinhaça,²³ em cinco anos, concluíram que não se alteraram significativamente as quantidades de NO₃⁻, NH₄⁺ e fósforo solúvel, nem os teores de zinco, cobre, ferro e manganês solúveis; apenas o SO₄²⁻ apresentou lixiviação até 80 cm.

20 PENATTI, C.P.; CAMBRIA, S.; BONI, P.S.; ARRUDA, F.C. de O.; MANOEL, L.A.: “Efeitos da aplicação de vinhaça e nitrogênio na soqueira da cana-de-açúcar”, Boletim Técnico Copersucar, vol. 44, São Paulo, 1988, pp. 32-38

21 PENATTI, C.P.: “Doses de vinhaça versus doses de nitrogênio em cana-soca durante quatro safras”, Relatório Interno Copersucar, Usina São Luiz S.A., solo argiloso (LR-2), 1999a

22 FERREIRA, W.A.: *Efeito da vinhaça em solos de diferentes texturas*, Piracicaba, 1980, 67 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo

23 CAMARGO, O.A. de.; VALADARES, J.M.A.S.D.A.; BERTON, R.S.; SOBRINHO T.J.: “Aplicação de vinhaça no solo e efeito no teor de nitrogênio, fósforo e enxofre inorgânicos e no de alguns metais pesados”, Boletim Técnico IAC, vol. 8, Campinas, SP, Instituto de Agronomia de Campinas, 1987

19 ver p.168

24 RODELLA, A.A.; FERRARI, S.E.: “A composição da vinhaça e efeitos de sua aplicação como fertilizante na cana-de-açúcar”, Rio de Janeiro, Brasil Açucareiro, 90 (1), 1977, pp. 6-13

25 PEIXOTO, M.J.C.; COELHO, M.B.: “Aplicação de vinhaça diluída em cana-de-açúcar por sistema de aspersão”, Congresso Nacional da Sociedade de Técnicos Açucareiros e Alcooleiros do Brasil, 2, Rio de Janeiro, 16-21 agosto 1981. Anais, STAB, 1981, pp. 177-94

Muitos outros estudos envolvendo aspectos específicos, relacionados com a lixiviação e possibilidades de contaminação de águas subterrâneas, com doses variáveis de vinhaça e com duração de até quinze anos têm sido realizados. Por outro lado, há concordância entre alguns pesquisadores que doses acima de 400 m³ / ha são prejudiciais à cana (redução da qualidade e produtividade). 24, 25, 19

Hoje a vinhaça é considerada um fertilizante orgânico, sendo liberada também para a produção de açúcar “orgânico” (onde não podem ser utilizados insumos químicos: herbicidas, inseticidas e adubos minerais). Respeitando-se as características dos solos onde é aplicada, a localização das nascentes d’água e os volumes definidos como adequados em cada situação, a vinhaça não provoca efeitos negativos. Resultados nos testes até hoje indicam que não há impactos danosos ao solo, com doses inferiores a 300 m³ / ha; acima deste valor pode haver danos à cana ou, em casos específicos (solos arenosos ou rasos), contaminação das águas subterrâneas.

9.3.4 Legislação sobre a aplicação de vinhaça

A evolução da legislação pertinente à disposição (hoje, ao uso) da vinhaça data de 1978.

As Portarias MINTER 323 (1978) proibiram o lançamento de vinhaça nos mananciais superficiais;

As Resoluções CONAMA 0002 (1984) e 0001 (1986) determinaram respectivamente os estudos e elaboração de normas para controlar os efluentes das destilarias de álcool e a obrigatoriedade do EIA e RIMA para as novas unidades ou ampliações.

A Lei nº 6.134, 1988, art. 5º do Estado de São Paulo determinou que os resíduos das atividades (industriais e outras) não poderiam poluir as águas subterrâneas.

Até o final dos anos 1970, quando a produção de etanol ainda era relativamente pequena, não existia legislação referente ao assunto; a prática consistia no despejo da vinhaça nos mananciais superficiais, aumentando a carga orgânica dos mesmos. Isto mudou a partir de 1978, com o redirecionamento total da vinhaça para a fertirrigação.

Recentemente, em São Paulo, a Secretaria do Meio Ambiente e o setor produtivo desenvolveram uma Norma Técnica com o objetivo de regulamentar a aplicação da vinhaça no Estado de São Paulo. Esta norma técnica busca uma forma segura de aplicação da vinhaça, definindo os locais permitidos, as doses, o revestimento de canais mestres e depósitos etc., e considerou os resultados de anos de estudos na busca de processos seguros em

relação aos vários aspectos da proteção ambiental.²⁶ A utilização de forma eficiente da vinhaça é de grande interesse dos produtores, pelo seu retorno econômico; deve-se esperar que as tecnologias continuem a evoluir neste sentido, envolvendo a interação da vinhaça com a palha residual deixada no campo.

9.4 Resumo e conclusões

- O uso de fertilizantes na agricultura brasileira é relativamente baixo, embora tenha aumentado nos últimos trinta anos, reduzindo muito a necessidade de novas áreas.
- Entre as grandes culturas no Brasil (área maior que 1 Mha) a cana-de-açúcar utiliza menos fertilizantes que o algodão, café ou laranja; é equivalente à soja. A utilização também é baixa se comparada à de culturas de cana e outros países (a Austrália usa 48% a mais).
- O fator mais importante é a reciclagem de nutrientes com a aplicação de resíduos industriais (vinhaça e torta de filtro), considerando as condições limitantes de topografia, solos e controle ambiental. Aumentos substanciais do potássio no solo e da produtividade são verificados. A reciclagem de nutrientes está sendo otimizada, havendo ainda a palha a implementar. Será muito importante nas áreas de expansão.
- Grande número de estudos relacionados com a lixiviação e possibilidades de contaminação de águas subterrâneas pela reciclagem da vinhaça indicam que em geral não há impactos danosos para aplicações inferiores a 300 m³ / ha. Uma Norma Técnica da Secretaria do Meio Ambiente (São Paulo) regulamenta todos os aspectos relevantes: áreas de risco (proibição); dosagens permitidas; tecnologias.

26 Norma Técnica P4.231: Vinhaça: Critérios e procedimentos para aplicação no solo agrícola, 2005