

Capítulo 7:

Preservação dos solos agrícolas

Na situação atual, a cultura da cana-de-açúcar tem se expandido em solos mais pobres (pastagens e cerrados muito antropizados), contribuindo para a sua recuperação com a adição de matéria orgânica e fertilização. As perdas por erosão são menores que em muitas outras culturas, e há possibilidades de melhorar ainda mais estas condições com o uso da palha da cana, a partir do avanço atual da colheita de cana sem queimar.

7.1 Introdução

Nas modificações do uso do solo, os teores de carbono orgânico no solo são alterados; cada tipo de ocupação, de solo e de manejo leva a um valor de “equilíbrio” de longo prazo. Por exemplo, valores de equilíbrio de 45 t / ha são estimados para florestas com manejo; madeira de rotação rápida, 35 t / ha; e 25 t / ha para grãos,¹ nos Estados Unidos (os prazos para o equilíbrio são de dezenas de anos).

No caso mais geral de solos que eram ocupados por florestas (incluindo cerrados) e passaram a ter pastagens, a tendência clara é a redução do carbono no solo. Há estudos envolvendo práticas de plantio direto, no uso para grãos, onde se pode verificar que com manejo adequado os estoques podem se aproximar dos encontrados em florestas.²

O Brasil tem 59% de latossolos e argissolos, onde de 39 a 70% do carbono orgânico total está estocado até 30 cm de profundidade, com grandes variações espaciais. A expansão da cultura da cana está ocorrendo com a incorporação de áreas mais pobres (pastagens, na maioria extensivas) e deverá concorrer para a recuperação destes solos, com a adição de fertilizantes, corretivos, mas também de vinhaça, torta de filtro e palha. Isto levará a maiores teores de carbono no solo, e menor erosão.

A perda de solo por erosão é um sério problema, dependendo do tipo de cultura, práticas agrícolas, tipo de solo e regime de chuvas. Pimentel³ estimou em 18,1 t / ha a perda média de solo por erosão na produção agrícola anual dos Estados Unidos. Tipicamente, milho (21,8 t / ha); soja (40,9); trigo (14,1) apresentam valores altos, enquanto as culturas perenes e feno (depois de estabelecidas) ficam em 0,2 e florestas em rotação, 2 a 4 t / ha.

A cultura da cana no Brasil é reconhecida hoje por apresentar relativamente pequena perda de solo por erosão (na comparação com soja e milho, por exemplo); esta situação continua melhorando com o aumento da colheita sem queima, reduzindo as perdas a valores muito baixos, comparáveis aos do plantio direto em culturas anuais.⁴

¹ RANNEY, J.W.; MANN, L.K.: “Environmental considerations in energy crop production”, Biomass and Bioenergy, vol. 6, n.º 3, 1994

² LIMA, M.A.: “Oportunidades: potencial de negócios em agropecuária, florestas, energia e resíduos”, NT Solos e Pecuária, EMBRAPA, 2003

³ PIMENTEL, D.; KRUMMEL, J.: “Biomass energy and soil erosion: assessment of resource costs”, Biomass, vol. 14, 1987, pp.15-38, citado em RANNEY, J.W.: “Environmental considerations in energy crop production”, Biomass and Bioenergy, vol. 6, n.º 3, 1994

⁴ ROSSETTO, R.: “A cultura da cana, da degradação à conservação”, Visão Agrícola, ESALQ-USP, Ano 1, jan 2004

7.2 Solos usados no Brasil para a cana; tendências na expansão

Jorge Luis Donzelli
Centro de Tecnologia Canavieira

O Brasil tem uma área total de 8,5 milhões de km², e conseqüentemente uma grande variação de solos e climas (regimes hídricos) que fazem com que um estudo de potencial de produção seja altamente complexo. Da área total 84% dos solos apresentam problemas de acidez (solos com alta concentração de alumínio e, em menor escala, ferro e manganês), 16% apresentam ausência de oxigênio em alguma época do ano, 7% são solos rasos, 2% são solos com alta concentração de sais e 9% são solos sem limitações relevantes para exploração agrícola.⁵ Sem considerar a declividade destes solos, que pode ser limitante para uso agrícola, o Brasil tem potenciais de produção/productividade enormes, com o uso de manejo agrícola avançado.

De fato, o sucesso da ocupação agrícola dos solos do cerrado brasileiro nos últimos quinze anos tem como base a aplicação de tecnologia agrícola avançada. Os solos encontrados na grande fronteira agrícola dos cerrados no Centro-Oeste brasileiro são indicados na **Tabela 1:**

Tabela 1: Distribuição aproximada das maiores unidades de solos dos cerrados

Tipos de solo			Área (milhões ha)	Ocupação (%)
Ordem	Sub-ordem	Grande grupo		
Latossolos	Vermelho amarelo		7,4	38,0
	Vermelho		20,6	10,1
	Vermelho férrico		7,3	3,6
Plintossolos			18,9	9,3
Neossol	Quartzênico		37,7	18,5
	Litólico		17,0	8,4
Argissolos	Vermelho amarelo	Distrófico	1,9	0,9
		Eutrófico	7,3	3,6
Nitossolos	Vermelho		3,5	1,7
Cambissolos	Háplico		6,1	3,0
Gleissolos			4,1	2,0
Outros			1,8	0,9
Total			203,8	100,0

Fonte: Notas 6, 7, 8

⁵ AMARAL, F.C.S., PEREIRA N.R.; CARVALHO JR., W: “Principais limitações dos solos do Brasil”, EMBRAPA Solos, site: www.cnps.embrapa.br/solosbr/ (2004), Rio de Janeiro, 1999

⁶ LOPES, A.S.: *Solos sob cerrado, características, propriedades e manejo*, Piracicaba, Instituto da Potassa & Fosfato - Instituto Internacional da Potassa, 1983

⁷ MALAVOLTA, E.; KLIEMANN, H.J.: *Desordens nutricionais no cerrado*, Piracicaba, Potafós, 1985

⁸ GOEDERT, W: “Solos dos cerrados: tecnologias e estratégias de manejo”, in: GOEDERT, W.J. (Ed.): São Paulo – Nobel, EMBRAPA, Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, Brasília, 1986

Por outro lado, um estudo para avaliação do potencial agrícola do Oeste de São Paulo⁹ usando a imagem de satélite Landsat 7 e trabalho de campo com base em determinações do IAC¹⁰ mapeou o uso e propriedades físico-químicas dos solos em aproximadamente 583,2 mil hectares, em dois locais representativos das atuais áreas de expansão da cultura de cana-de-açúcar no Estado de São Paulo. Concluiu-se que os solos ou associações de solos encontrados nesta região são, em termos de classificação (unidade, fertilidade e textura), em sua grande maioria, os mesmos encontrados na fronteira agrícola dos cerrados no Centro-Oeste brasileiro. A fertilidade média dos solos nas regiões amostradas (V% = índice de saturação por bases) encontrados sob os usos cana-de-açúcar, milho e pastagens, decresce nesta ordem:

Tabela 2: Fertilidade média dos solos sob diferentes tipos de uso

		Cana	Milho	Pasto
Camada		A	A	A
P resina	mg / dm ³	2	2	2
M. O.	g / dm ³	9	11	8
pH		4,9	4,9	4,4
K	mmol / dm ³	1,6	1,1	0,7
Ca		11	12	6
Mg		5	5	3
Al		2	2	4
SB		17	18	10
CTC		34	35	27
V	%	50	50	36

A ocupação das áreas do cerrado brasileiro tem levado às seguintes porcentagens de uso do solo¹¹:

Não cerrado	49,11%
Não antropizado	16,77%
Antropizado	17,45%
Fortemente antropizado	16,72%

Pelo menos duas classes, a “não cerrado” e a “cerrado fortemente antropizado”, podem ser utilizadas para uma agricultura sustentável sem incorrer em desmatamentos, sendo áreas já provavelmente ocupadas com algum tipo de agricultura e pastagens. Para a área total dos cerrados^{8, 11} de

⁹ DONZELLI, J.L.; JOAQUIM, A.C.; SIMÕES, M.S.; SOUZA, S.A.V: “Plano de expansão da Usina Catanduva”, Piracicaba, Centro de Tecnologia Copersucar (Relatório interno), 2003a

¹⁰ IAC – Instituto Agro-nômico/Centro Nacional de Pesquisa de Solos: “Mapa pedológico do Estado de São Paulo”, legenda expandida, Campinas, 1999, 64p.

¹¹ MACHADO, R.B.; RAMOS NETO, M.B.; PEREIRA, P.G.P; CALDAS, E.F; GONÇALVES, D.A.; SANTOS, N.S.; TABOR, K.; STEINIGER, M.: “Estimativas de perda de área do cerrado brasileiro”, relatório técnico, site: www.conservation.org.br/arquivos/RelatDesmatamCerrado.pdf Brasília, Conservação Internacional, 2004

2,0 milhões de km² e considerando que as pastagens estão, provavelmente, em sua grande maioria na classe “fortemente antropizado”, elas atingem aproximadamente 17%, ou 34 milhões de ha. Se os seus solos têm um índice de saturação por bases semelhante ao encontrado nos estudos do Oeste paulista (cerca de 36%), espera-se um aumento médio da fertilidade do solo da ordem de 39%, apenas ajustando-se o índice de saturação em bases para V% = 50%, via adição de corretivos e fertilizantes. Isto seria possível com introdução de um manejo agrícola avançado e sustentável nestes solos que os incorporaria efetivamente à área agricultável brasileira.

A correção química (calcário e gesso), assim como o uso de fertilizantes são necessários; entretanto a sustentabilidade da produção passa pela adição de matéria orgânica a estes solos. O uso destas terras com culturas que adicionam MO e/ou fertilização químico-orgânica, como é o caso da cana-de-açúcar, contribuirá para melhorar o seu condicionamento físico-químico.

Há um aumento dos teores de MO nos solos sob uso com cana-de-açúcar e milho, com relação a pastagens (Tabela 2). Estudos¹² do acúmulo de MO em um solo cultivado com cana-de-açúcar (latossolo vermelho eutroférico), na região de Ribeirão Preto, verificaram a adição de 13,5 t (MS) / ha. Estes dados são da mesma ordem de outros resultados em São Paulo e menores que resultados para o Nordeste brasileiro.¹² Há experimentos¹³ que demonstram o elevado potencial do manejo de cana-de-açúcar sem a queima da palha para elevar a concentração de matéria orgânica dos solos, sobretudo do neossolo quartzarênico (AQ) reconhecidamente pobre em teores de carbono.

Avaliações destes resultados e dos estudos com o uso da vinhaça (Capítulo 9) indicam o potencial de melhoria destes solos com plantio de cana-de-açúcar tanto na parte física, pela adição de matéria orgânica através da palha e raízes, como na parte nutricional, através da adição de importantes resíduos da fabricação de açúcar e álcool, a vinhaça e a torta de filtro.

7.3 Erosão na cultura da cana-de-açúcar: situação e perspectivas

Jorge Luis Donzelli
Centro de Tecnologia Canavieira

O processo erosivo é a maior causa da degradação das terras agrícolas. A aplicação de técnicas de conservação de solo visa mitigar a perda de solo; um projeto de utilização agrícola de terras deve considerar o tipo de solo (textura, tipos de horizonte diagnóstico, taxa de infiltração de água), declividade,

12 LUCA, E.F. et al.: “Efeitos da colheita sem queima da cana-de-açúcar sobre a matéria orgânica e a biomassa microbiana de um Latossolo Roxo”, apresentado no XXVII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Brasília, 11 a 17 Junho 1999

13 FELLER, C.L.: “Efeitos da colheita sem queima da cana-de-açúcar sob a dinâmica de carbono e propriedades do solo”, relatório FAPESP/USP/CENA (98/12648-3), Piracicaba, Universidade de São Paulo, Centro de Energia Nuclear na Agricultura, 2001

regime de chuvas e a cultura a ser instalada. A cultura da cana-de-açúcar é praticada no Brasil há séculos, em muitos casos na mesma área, tendo sido obtido conhecimento suficiente para definir os cuidados necessários para a preservação do solo.

A cana-de-açúcar no Brasil é reconhecidamente uma cultura conservacionista. Bertoni et alii¹⁴ demonstraram que a perda de solo sob soja é cerca de 62% maior do que quando se utiliza cana-de-açúcar; e com mamona, cerca de 235% maior (Tabela 3).

Tabela 3: Perdas de solo e de água em culturas anuais e semi-perenes

Cultura anual	Perdas	
	Solo	Água
	t / ha·ano	% chuva
Mamona	41,5	12,0
Feijão	38,1	11,2
Mandioca	33,9	11,4
Amendoim	26,7	9,2
Arroz	25,1	11,2
Algodão	24,8	9,7
Soja	20,1	6,9
Batatinha	18,4	6,6
Cana-de-açúcar	12,4	4,2
Milho	12,0	5,2
Milho + feijão	10,1	4,6
Batata-doce	6,6	4,2

Como média geral dos manejos aplicados, pode-se considerar que no Brasil a cultura de cana-de-açúcar, em comparação com a produção de grãos na mesma área, evita que sejam erodidas anualmente cerca de 74,8 milhões de toneladas de solo (grãos: perda média de 24,5 t / ha·ano).¹⁴

Avaliações de perdas de solo por erosão separadas por um período de onze anos concluídos em 2004,¹⁵ comparando uma mesma área com plantio de cana-de-açúcar na região de Catanduva, SP, num argissolo vermelho amarelo, eutrófico, textura arenosa/média (PVA-25), mostraram que entre o levantamento inicial¹⁵ e o

14 BERTONI, J.; PASTANA, E.I.; LOMBARDI NETO, F.; BENATTI JUNIOR, R.: “Conclusões gerais das pesquisas sobre conservação de solo no Instituto Agronômico”, Campinas, Instituto Agronômico, 2ª impressão, janeiro de 1982, Circular 20, 57 p., in: LOMBARDI NETO, F.; BELLINAZI JR, R.: *Simpósio sobre Terraceamento agrícola*, Campinas, SP, Fundação Cargill, 1998

15 CTC, “Relatório final de projeto Carta de Solos”, Piracicaba, Centro de Tecnologia Copersucar, Relatório Técnico 604 – Volumes I e II, 1993

Tabela 4: Análises físico-químicas das 4 trincheiras (2004)

Trincheira	Talhão	Profundidade	Horizonte diagnóstico	Argila	Mat. Org.	S. Bases	CTC	V
		cm		g / kg	g / dm³	mmol / dm³	mmol / dm³	%
1	22	0-25	Ap	102	11	35	48	73,1
		25-50	Ap/B1	183	6	30	43	70,0
		90-110	B2	324	4	22	37	60,6
2	27	0-25	Ap	101	9	27	40	67,4
		25-50	Ap/B1	268	6	23	38	61,6
		90-110	B2	325	4	28	43	64,8
3	22	0-25	Ap	110	11	27	45	60,0
		25-50	Ap/B1	198	6	25	43	57,4
		90-110	B2	250	2	21	37	56,3
4	27	0-25	Ap	118	9	46	59	78,0
		25-50	Ap/B1	160	4	30	44	67,4
		90-110	B2	381	2	36	52	69,4

realizado em 2004 não houve alterações significativas na espessura dos horizontes do perfil e nem na composição físico-química do solo da área. (Tabelas 4 e 5).

Para os teores de argila (g / kg) do horizonte Ap as variações estão dentro da classe textural muito arenosa; sua espessura permite enquadrá-lo como argisolo com variação de horizonte Ap de 30 cm a 60 cm. Esta espessura nunca foi inferior a 35 cm, indicando que os processos erosivos sob cultivo com cana-de-açúcar foram eficientemente minimizados, preservando a parte física do solo.

A soma de bases (Ca + Mg + K) indica a adequação do manejo de conservação efetuado na área, sendo mantida ou em alguns casos elevada, mostrando que não há degradação química da área. Reafirmando esta tendência, a *capacidade de troca catiônica* (CTC) do solo atual é sensivelmente maior que a encontrada nos dados históricos.

A saturação por bases (V%) de um solo demonstra quanto da sua CTC está saturada por cátions (Ca + Mg + K = soma de bases) de interesse para o desenvolvimento e produção das plantas. Houve manutenção dos valores de V%, mostrando que o manejo de conservação de solos tem minimizado os impactos ambientais.

Tabela 5: Análises físico-químicas iniciais (1993)

Ponto n.º	Profundidade	Horizonte diagnóstico	Argila	Mat. Org.	S. Bases	CTC	V
	cm		g / kg	g / dm³	mmol / dm³	mmol / dm³	%
148	0-25	Ap	140	13,1	28,1	38,8	72,0
	25-50	Ap/B1	140	11,6	28,4	41,1	69,0
	90-110	B2	290	9,3	26,4	43,7	60,0
150	0-25	Ap	120	13,4	24,2	36,6	66,0
	25-50	Ap/B1	160	11,6	22,7	34,2	66,0
	90-110	B2	330	9,3	30,6	41,0	75,0
155	0-25	Ap	150	10,2	19,3	32,3	60,0
	25-50	Ap/B1	140	10,5	24,0	39,4	61,0
	90-110	B2	330	7,8	34,5	43,5	79,0
156	0-25	Ap	120	12,8	18,4	38,4	48,0
	25-50	Ap/B1	180	7,4	13,8	31,6	44,0
	90-110	B2	320	7,9	30,0	42,1	71,0

A evolução tecnológica do cultivo da cana-de-açúcar tem permitido em algumas áreas o manejo de colheita sem a queima da palha. Esta técnica deixa sobre o solo consideráveis quantidades de palha, cerca de 10 a 15 toneladas de matéria seca por ha-ano; isto permite por ocasião da renovação do canavial a introdução de práticas de preparo de solo reduzido.^{16, 17} O uso crescente das duas tecnologias (colheita sem queima e preparo reduzido) deverá nos próximos anos melhorar o nível de conservação de solos sob plantio com cana-de-açúcar, pois a palha protege o solo (Tabela 6)^{14, 17} contra o impacto

Tabela 6: Efeito do manejo dos restos culturais sobre as perdas por erosão

Sistemas de manejo	Perdas	
	Solo (t / ha)	Água (% chuva)
Palha queimada	20,2	8,0
Palha enterrada	13,8	5,8
Palha na superfície	6,5	2,5

16 GANDINI, M.O.; GAZON, A.L.; CONDE A.J.; DONZELLI, J.L.: “Conservação de solos e planejamento da sulcação em áreas de colheita mecânica de cana crua”, Congresso Nacional STAB, Recife, 1996

17 CONDE, A.J.; DONZELLI, J.L.: “Manejo conservacionista do solo para áreas de colheita mecanizada de cana queimada e sem queimar”, VII Seminário de Tecnologia Agronômica, Centro de Tecnologia Canavieira, Piracicaba, 1997

14 ver p. 139

direto das gotas de chuva, e o preparo reduzido contribui para uma menor mobilização do solo, como ocorre no plantio direto em cereais.

7.4 Resumo e conclusões

- A cultura da cana-de-açúcar tem se expandido em áreas mais pobres (principalmente “cerrados fortemente antropizados”, na sua maioria pastagens extensivas). Ela concorre para a recuperação destes solos, adicionando matéria orgânica e fertilização químico-orgânica, contribuindo para melhorar o seu condicionamento físico-químico e incorporando solos à área agricultável brasileira.
- A cultura da cana no Brasil é reconhecida hoje por apresentar relativamente pequena perda de solo por erosão (na comparação com soja, por exemplo); esta situação continua melhorando com o aumento da colheita sem queima e com técnicas de preparo reduzido, levando as perdas a valores muito baixos, comparáveis aos do plantio direto em culturas anuais.

Capítulo 8:
Uso de defensivos agrícolas

Entre as principais pragas da cana-de-açúcar, os controles da broca e da cigarrinha são biológicos. Doenças das plantas são combatidas com a seleção de variedades resistentes, em programas de melhoramentos genéticos. Não se usam ainda variedades transgênicas, mas os desenvolvimentos em curso podem concorrer para reduzir o uso de agroquímicos. No combate às ervas daninhas, a cana-de-açúcar ainda utiliza mais herbicidas que o café ou milho e menos que a citricultura; é equivalente à soja.

8.1 Introdução

Vários princípios da Declaração do Rio, e mais especificamente os Capítulos 14 e 19 da Agenda 21, tratam dos cuidados no uso de produtos químicos (entre eles, os defensivos agrícolas). Dentre os princípios, o da precaução exige medidas de controle em casos onde não há ainda totalmente estabelecida a certeza científica da degradação ambiental; ele teria evitado alguns dos grandes problemas que temos hoje no mundo, como a contaminação de água com pesticidas, e ações de limpeza muito caras. O princípio da equidade intergeracional é necessário para evitar a repetição de problemas como os que serão causados às gerações futuras pelo uso no passado de DDT, PCBs e dioxinas que contaminaram ecossistemas agrícolas e aquáticos. Outro princípio relaciona-se com a restrição à movimentação comercial de produtos perigosos e o acesso do público à informação sobre seu uso e movimentação.

Na Agenda 21, o Capítulo 14 inclui a área “Controle e gerenciamento integrados de pragas na agricultura”, que entre outras recomendações cita “promover o uso de controles biológicos e pesticidas orgânicos”. No Capítulo 19 é definida uma agenda internacional visando o controle de químicos tóxicos. As preocupações são justificadas pelos problemas que já foram estabelecidos durante o relativamente curto período da agricultura “moderna”, intensificada. Por exemplo, o uso de defensivos (inseticidas, herbicidas e fungicidas) na agricultura nos Estados Unidos dobrou (de 200 para 400 milhões kg / ano) entre 1965 e 1985,¹ enquanto o uso não agrícola de defensivos caiu 33% entre 1970 e 1990.

Hoje começa a crescer em várias situações o interesse em novas tecnologias (PIPs) baseadas no uso de modificações genéticas nas plantas para adi-

¹ GOLDMAN, L.R.: “Toxic chemicals and pesticides”, in: DERNBACH, J.C. (Ed.): *Stumbling toward sustainability*, Washington DC, Environmental Law Institute, 2002

cionar resistência a pragas ou características de pesticidas. Na Agenda 21 são destacadas algumas das promessas destas tecnologias (mais específicas, mais limpas na produção); mas também o potencial para problemas como a difusão de genes, impactos adversos em organismos não visados, potencial contaminação de alimentos etc. Nos Estados Unidos, entre 1992 e 2002 a EPA aprovou nove PIPs (a maioria com genes para produção de toxinas do Bt) e recusou dois.

Há diferenças entre países nas legislações sobre os PIPs; por exemplo, nos Estados Unidos não há etiquetagem de alimentos derivados de GMOs e na União Européia há. O Brasil está definindo gradualmente sua posição, principalmente em função da soja; o setor da cana-de-açúcar não tem ainda se empenhado em obter autorizações para plantio comercial de variedades transgênicas, mas poderá fazê-lo em breve (ver **item 10.3**).

A outra via para obter reduções no uso de defensivos inclui o uso de controles biológicos (e a cana-de-açúcar já utiliza os maiores programas no Brasil nesta área) e de um modo ainda limitado (comercialmente), mas de grande importância pelos resultados e direcionamento para o futuro, a produção “orgânica”.

A produção orgânica objetiva muito mais que a redução de defensivos. Praticada em áreas relativamente pequenas há dez anos, para açúcar mascavo e aguardente,² a produção em larga escala foi desenvolvida no Brasil pela usina S. Francisco, São Paulo, com 13.500 ha de canaviais certificados para a produção orgânica desde 1997. Outras usinas estão certificadas; há algumas agências certificadoras para a produção de açúcar e aguardente. As exigências variam, mas em geral incluem o uso de áreas já há alguns anos sem o uso de defensivos e queimadas e a preservação dos ecossistemas (corredores florestais, ilhas de diversidade). É verificada a conservação dos solos e dos recursos hídricos; o uso de defensivos em dosagens e condições estabelecidas pode ser permitido em alguns casos. Controles biológicos (pragas e doenças) e a cobertura com a palha (substituindo herbicidas) são priorizados; outro recurso é a capina manual. O reciclo da vinhaça e torta de filtro é parte essencial da adubação, que pode utilizar fertilizantes orgânicos ou minerais de baixa solubilidade. Os cuidados são estendidos à produção industrial. Neste escala importante, e já com sete anos de produção certificada, a usina S. Francisco reporta aumento de produtividade de 10%, e de custos de 50 a 60%.²

² ROSSETTO, R.: “O sistema de cultivo orgânico”, Visão Agrícola, ESALQ-USP, Ano 1, Jan 2004

Este trabalho é considerado de grande importância por testar os limites do avanço na redução de impactos da agricultura da cana e deve ser muito bem observado nos próximos anos.

8.2 Defensivos (pesticidas e outros)

Enrico De Beni Arrigoni
Centro de Tecnologia Canavieira

8.2.1 Legislação e controle no Brasil

A legislação brasileira sobre agrotóxicos está atualizada pela Lei 7.802, de 11 de julho de 1989, regulamentada pelo Decreto n.º 98.816 de 11 de janeiro de 1990. São os herbicidas, inseticidas, fungicidas, maturadores, espalhantes adesivos, desfolhantes, entre outros. Como “afins” estão incluídos todos os produtos biológicos, microbianos, extratos vegetais e feromônios que, mesmo sem características e riscos toxicológicos, são utilizados no controle de pragas e doenças. Complementam a legislação Portarias da Secretaria de Defesa Agropecuária, IBAMA e ANVISA.

A recomendação de uso de agrotóxicos e afins é feita por profissionais do setor agropecuário e florestal, através de Receituário Agrônomo específico para cada local e problema, incluindo apenas produtos registrados. As Secretarias Estaduais de Agricultura e os CREAs têm a responsabilidade de fiscalização e autuação. Os agrotóxicos são registrados após a avaliação com testes de eficiência agrônoma, resíduos, estudos toxicológicos e ambientais. Os Ministérios da Agricultura, Meio Ambiente e Saúde são responsáveis pelas avaliações.

8.2.2 Uso de defensivos (inseticidas, fungicidas e outros) na cana-de-açúcar

O consumo de inseticidas, fungicidas, acaricidas e outros defensivos na cultura da cana-de-açúcar no Brasil é inferior ao das culturas de citros, milho, café e soja. Os herbicidas, que são o grupo mais utilizado como produto comercial ou ingrediente ativo, são tratados no **item 8.3**. O consumo de fungicidas é praticamente nulo e o de inseticidas é relativamente baixo. (**Tabelas 1 e 2**).

Tabela 1: Consumo de fungicidas, 1999-2003

		Café	Cana-de-açúcar	Citros	Milho ¹	Soja ¹
Produto comercial (kg / ha)	1999	6,98	0,00	4,54	0,02	0,34
	2000	5,22	0,00	4,98	0,02	0,40
	2001	1,62	0,00	4,71	0,03	0,37
	2002	1,32	0,00	5,02	0,03	0,42
	2003	1,76	0,00	5,51	0,03	0,56
Ingrediente ativo (kg / ha)	1999	1,38	0,00	2,38	0,01	0,16
	2000	1,61	0,00	2,49	0,01	0,18
	2001	0,75	0,00	2,89	0,01	0,16
	2002	0,55	0,00	3,00	0,01	0,16
	2003	0,66	0,00	3,56	0,01	0,16

¹ Foi considerado o uso de defensivos para o tratamento de sementes

Fonte: Tabela elaborada a partir de dados do SINDAG e IBGE/CONAB

Tabela 3: Consumo de acaricidas, 1999-2003

		Café	Cana-de-açúcar	Citros	Milho ¹	Soja ¹
Produto comercial (kg / ha)	1999	0,02	0,00	12,45	0,00	0,00
	2000	0,02	0,00	13,77	0,00	0,00
	2001	0,11	0,00	14,82	0,00	0,01
	2002	0,08	0,00	16,98	0,00	0,01
	2003	0,00	0,05	16,00	0,00	0,01
Ingrediente ativo (kg / ha)	1999	0,00	0,00	8,94	0,00	0,00
	2000	0,00	0,00	9,94	0,00	0,00
	2001	0,08	0,00	10,77	0,00	0,01
	2002	0,06	0,00	12,23	0,00	0,01
	2003	0,07	0,00	10,78	0,00	0,01

¹ Foi considerado o uso de defensivos para o tratamento de sementes

Fonte: Tabela elaborada a partir de dados do SINDAG e IBGE/CONAB

Tabela 2: Consumo de inseticidas, 1999-2003

		Café	Cana-de-açúcar	Citros	Milho ¹	Soja ¹
Produto comercial (kg / ha)	1999	4,72	0,44	2,71	0,39	0,91
	2000	4,47	0,41	2,32	0,51	0,99
	2001	2,35	0,51	2,71	0,47	1,07
	2002	0,97	0,48	2,62	0,42	1,02
	2003	2,22	0,54	2,43	0,53	1,03
Ingrediente ativo (kg / ha)	1999	0,91	0,06	1,06	0,12	0,39
	2000	0,65	0,11	0,96	0,17	0,41
	2001	0,36	0,13	0,88	0,16	0,45
	2002	0,14	0,14	0,66	0,14	0,43
	2003	0,26	0,12	0,72	0,18	0,46

¹ Foi considerado o uso de defensivos para o tratamento de sementes

Fonte: Tabela elaborada a partir de dados do SINDAG e IBGE/CONAB

Tabela 4: Consumo de outros defensivos agrícolas, 1999-2003

		Café	Cana-de-açúcar	Citros	Milho ¹	Soja ¹
Produto comercial (kg / ha)	1999	0,15	0,12	0,37	0,08	0,74
	2000	0,34	0,13	2,07	0,08	0,71
	2001	0,64	0,09	2,88	0,08	0,65
	2002	0,28	0,10	3,21	0,14	0,60
	2003	0,26	0,08	2,41	0,12	0,80
Ingrediente ativo (kg / ha)	1999	0,06	0,03	0,28	0,05	0,52
	2000	0,15	0,04	1,83	0,04	0,45
	2001	0,32	0,04	2,34	0,06	0,43
	2002	0,17	0,04	2,70	0,09	0,38
	2003	0,14	0,04	1,97	0,09	0,51

¹ Foi considerado o uso de defensivos para o tratamento de sementes

Fonte: Tabela elaborada a partir de dados do SINDAG e IBGE/CONAB

³ RANNEY, J.W.; MANN, L.K.: "Environmental considerations in energy crop production", Biomass and Bioenergy vol. 6, n.º 3, 1994, pp. 211-228

Ainda para comparação, o uso de inseticidas (ingredientes ativos) nos EUA para milho foi de 0,38 kg / ha e para soja, 0,26 kg / ha, em 1991. O uso de fungicidas naquele país é de 0,0008 kg / ha para milho e 0,001 kg / ha para soja.³

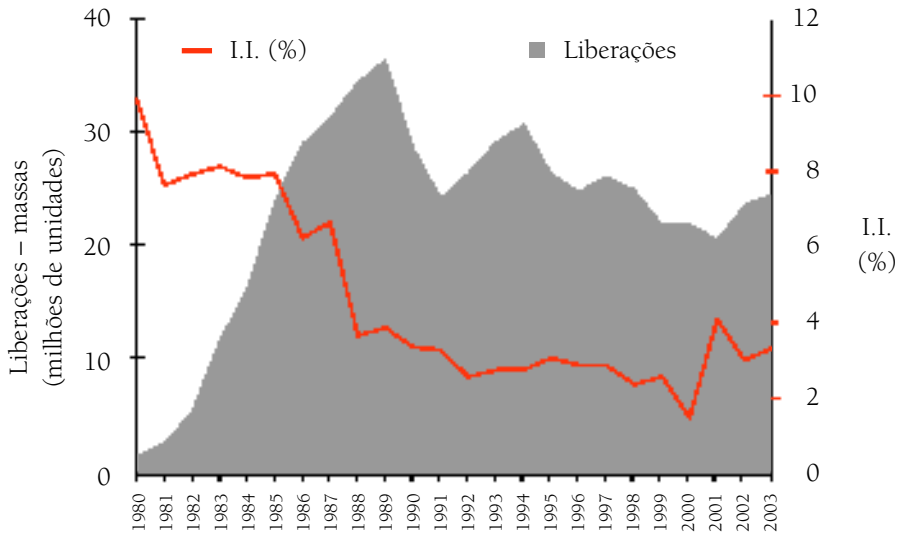
8.2.3 Principais pragas de cana-de-açúcar e seu controle

Broca da cana-de-açúcar (*Diatraea saccharalis*)

Espécie de mariposa que ocorre em todo o território nacional e em diversos países da América do Sul, Central e do Norte. Foi determinado que para cada 1% de infestação ocorrem perdas médias de 0,77% na produção de cana, acrescidas de 0,25% na produção de açúcar e 0,20% na produção de álcool.

O manejo da broca utiliza principalmente o método biológico de controle, que consiste na obtenção de parasitóides e liberação dos insetos benéficos nos canaviais mais infestados. Atualmente, o parasitóide mais empregado é a vespa *Cotesia flavipes*. A **Figura 1** mostra a liberação de parasitóides e seu efeito nas usinas da Copersucar, entre 1980 e 2003. Em 2003 foram liberados 25 milhões de massas de *C. flavipes*, nestas unidades, correspondendo a 1,25 bilhões de adultos da vespa, resultando em intensidade de infestação média de 3,3% de entrenós danificados pela broca.

Figura 1: Número de parasitóides liberados (adultos de Taquinídeos e massas de *Cotesia flavipes*) e intensidade de infestação (I.I., %) nas unidades da Copersucar, no período de 1980 a 2003



A alternativa ao controle biológico é o controle químico, que apresenta muitas desvantagens.⁴ As áreas com colheita mecanizada de cana sem queimar também podem usar o controle biológico.

Lagartas desfolhadoras

Para as cinco espécies de lagartas que causam a desfolha em cana-de-açúcar não há nenhum controle eficiente, porque sua detecção ocorre quando o maior dano já ocorreu e uma única desfolha não traz perdas significativas. O controle realizado pelos parasitóides e predadores naturais é muito elevado. Estas pragas ocorrem em praticamente todas as regiões produtoras de cana-de-açúcar no Brasil, e não há tendência de aumento de incidência da praga em áreas com a colheita da cana sem queimar.

Cigarrinhas

Mahanarva fimbriolata ocorre em São Paulo e Estados limítrofes. Dependendo dos níveis populacionais pode causar perdas significativas de, em média, 15 toneladas de cana / ha-ano, além da redução de 1,5 ponto percentual no teor de açúcar. Com o aumento da colheita mecanizada haverá significativo acréscimo de áreas infestadas por cigarrinhas. Estima-se que em 20% das áreas as populações atinjam níveis de controle.

O controle microbiano, com a aplicação do fungo *Metarhizium anisopliae*, é o método biológico mais indicado e mais eficiente; hoje, corretamente implantado, apresenta-se como a melhor e mais econômica alternativa. Na safra 2003/04 foram utilizadas 30 toneladas deste fungo, em 30.000 ha de áreas infestadas.

A alternativa de usar inseticidas sistêmicos apresenta maiores custos e riscos ao ambiente e aos aplicadores, interferindo negativamente nas populações de predadores e de parasitóides das diferentes fases da praga.

Formigas cortadeiras

As saúvas apresentam maior importância; no Estado de São Paulo as principais são *Atta bisphaerica* e *A. capiguara*.

Cada saúveiro adulto causa perdas médias de três toneladas de cana em cada safra e perda na qualidade da matéria-prima pela redução do teor de sacarose. Estima-se que atualmente ocorra infestação média de 0,5 a 0,7 saúveiro adulto por ha, nas áreas ocupadas com cana-de-açúcar na região Centro-Sul, correspondendo a perdas de 1,5 a 2,1 toneladas de cana / ha-ano.

O controle é feito por equipes especializadas que percorrem todas as áreas com cana-de-açúcar nas usinas, empregando a termonebulização, com equipamentos motorizados para aplicação de calda de inseticida. A colheita

⁴ ARRIGONI, E.B.: "Uso de defensivos agrícolas na cultura da cana-de-açúcar", relatório para a UNICA, Piracicaba, CTC, 2005

mecanizada da cana sem queimar favorece a ocorrência desta praga, em função da maior dificuldade de localização dos ninhos e de controle.

Migdolus fryanus (besouro migdolus)

Migdolus fryanus é um besouro da família Cerambycidae cuja fase larval causa danos ao sistema radicular da cana-de-açúcar, que passa a exibir sintomas de seca. Ocorre, em média, uma redução de 25 t / ha-ano nas áreas infestadas, comparadas com parcelas tratadas com inseticidas de solo. No Estado de São Paulo estima-se a existência de 100.000 ha de cana afetados por esta praga, que ocorre na região Centro-Sul.

O controle é realizado principalmente mediante a aplicação de inseticidas no sulco de plantio sobre a muda de cana já distribuída, em operação mecanizada conjunta, de forma a evitar o contato dos trabalhadores rurais com o inseticida aplicado. É imprescindível definir bem a área infestada e o nível de infestação para reduzir o uso de defensivos. Não há interferência do método de colheita, queimada ou crua, sobre a população e a disseminação desta praga.

Sphenophorus levis (sphenophorus ou besouro bicudo da cana-de-açúcar)

Besouro da família Curculionidae, que causa danos aos perfilhos e na base dos colmos em desenvolvimento. Leva a prejuízos de 20 a 23 t / ha-ano nas áreas infestadas.

Ocorre rápida expansão da área infestada, provavelmente pelo trânsito de mudas. O método mais recomendado para o controle da praga é o cultural, com a destruição antecipada das soqueiras nas áreas infestadas destinadas à reforma. Os métodos de controle que incluem a aplicação de inseticidas ou a distribuição de iscas tóxicas apresentam as desvantagens de maiores custos e necessidade de reaplicações constantes.

A colheita mecânica da cana sem queimar favorece, de forma significativa, as populações e infestações desta praga.

Cupins e outras pragas

Estima-se a ocorrência de perdas de, em média, 10 t cana / ha-ano nas áreas infestadas.

O controle baseia-se na identificação das áreas em que ocorreram danos nas touceiras de cana ou nas áreas destinadas à reforma e, com base nestes dados, recomenda-se a aplicação de controle químico apenas onde houver potencial de dano. Com o método de monitoramento de pragas de solo em áreas de reforma foi possível reduzir o controle químico em 86% (dados da Copersucar), reduzindo custos e riscos aos operadores e ao ambiente.

Não há diferença significativa nas populações e danos de pragas de solo em função do sistema de colheita adotado.

8.2.4 As doenças da cana-de-açúcar e os programas de melhoramento de variedades

A cana-de-açúcar, como cultura semiperene, de ciclo anual e de propagação vegetativa, tem uma lavoura plantada com determinada variedade, reformada só após 4 a 5 anos de utilização comercial. Estas características determinam que a cana-de-açúcar tenha como única opção economicamente viável para o controle das doenças o uso de variedades geneticamente resistentes às principais doenças da cultura. As doenças constituem um dos principais fatores para a substituição de uma variedade plantada comercialmente.

São conhecidos em 109 países e regiões produtoras de cana-de-açúcar 9 bactérias, 159 fungos, 8 vírus e 1 micoplasma, num total de 177 patógenos causadores de doenças na cultura, dos quais apenas 40 foram relatados no Brasil.

As principais ocorrências de doenças que provocaram no Brasil a substituição de variedades e prejuízos na produção foram:

- a epidemia do vírus do mosaico na década de 1920, que causou sérios prejuízos e provocou a rápida substituição das chamadas “canas nobres” por híbridos importados de Java.
- na década de 1980, a grande epidemia do carvão da cana sobre a variedade NA56-79, que representava quase 50% da área plantada no Estado de São Paulo, associada à ocorrência da ferrugem (1996) provocou a rápida substituição por variedades como a SP71-6163.
- sobre a variedade SP71-6163 apareceram (1990) sintomas de uma nova doença, chamada de Síndrome do Amarelecimento Foliar da Cana-de-Açúcar (SAFCA), que em três anos tomou conta de todos os canaviais desta variedade e provocou perdas de produção de até 40%, obrigando sua rápida substituição.

Os trabalhos de fitopatologia junto ao programa de melhoramento de variedades (no CTC) visam prevenir a entrada de novos patógenos e evitar ou minimizar as perdas causadas pelos patógenos já presentes. Os trabalhos de salvaguarda em quarentena para variedades estrangeiras, efetuando testes com os patógenos e fornecendo informações sobre as reações dos progenitores e dos novos clones para as principais doenças que ocorrem em nosso país, facilitam o trabalho dos melhoristas na seleção de variedades resistentes e permitem ao produtor a escolha da melhor variedade, sem se preocupar com os danos causados pelas doenças.

5 FALCO M.C.; NETO A.T.; Ulian E.C.: “Transformation and expression of a gene for herbicide resistance in a Brazilian sugarcane plant cell”, Rep 19 (12) 2000, pp. 1188-1194

6 ULIAN E.C.; BRAGA D.P.V.; LAVRIK P.B.; BAERSON S.R.: “Transgenic sugarcane plants for roundup tolerance obtained through microprojectile bombardment”, in: Plant and Animal Genome VIII San Diego, Abstracts San Diego: NCGR, 2000, p. 205

7 BRAGA D.P.V.; ARRIGONI E.D.B.; BURNQUIST W.L.; SILVA-FILHO M.C.; ULIAN E.C.: “A new approach for control of *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) through the expression of an insecticidal CryIa(b) protein in transgenic sugar cane”, Proc. Int. Soc. Sugar Cane Technol, vol. 24, 2001, pp. 331-336

8 SHEPHERD K.M.; SMITH G.R.; JOYCE P.A., NUTT K.A.; MCQUALTER R.B.; MCGHIE T.K.; ALLSOPP P.G.: “Engineering canegrub-tolerant transgenic sugarcane”, in: Pathology and Molecular Biology Workshop, Kwazulu-Natal, Abstracts, 1997, Kwazulu-Natal: SASAExS, p 16

9 IRVINE J.E.; MIRKOV T.E.: : “The development of genetic transformation of sugar cane in Texas”, Sugar Journal vol. 6,1997, pp. 25-29

10 BRAGA D.P.V.; ARRIGONI E.D.B.; SILVA-FILHO M.C.; ULIAN E.C.: “Expression of the CryIAb protein in genetically modified sugar cane for the control of *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae)”, Journal of New Seeds 5(2/3), 2003, pp. 209-222

Mesmo com a intensificação do uso de progenitores resistentes nos cruzamentos efetuados, doenças como o carvão e o mosaico, que são limitantes para o uso de uma nova variedade, são responsáveis pela eliminação de quase 50% das plantas colocadas em seleção (no CTC), reduzindo assim as oportunidades de seleção para outras características desejáveis.

Os recentes avanços nas áreas de biologia molecular e engenharia genética apresentam um enorme potencial para auxiliar os melhoristas de cana-de-açúcar na produção de variedades comerciais de maior produtividade e mais adaptadas a estresses bióticos e abióticos. As primeiras plantas transgênicas de cana-de-açúcar produzidas no Brasil foram obtidas em 1994 no CTC. Desde então, já foram produzidas plantas de cana-de-açúcar resistentes aos herbicidas glufosinato de amônio⁵ e glifosato,⁶ aos vírus do mosaico (SCMV) e do amarelecimento (SCYLV) e à broca (*Diatraea saccharalis*), que é a principal praga da cultura.⁷

Numerosos têm sido os esforços para a obtenção de variedades transgênicas de cana que expressem resistência a pragas causadoras de danos, resultando em prejuízos na produtividade agrícola e a conseqüente redução na produção de açúcar e álcool. Entre estas estratégias, vale a pena ressaltar o uso de inibidores de proteinase,⁸ produção de lectinas⁹ e as proteínas de *Bacillus thuringiensis* (Bt).

A estratégia mais utilizada para induzir resistência a insetos em plantas, através da engenharia genética, é a inserção de genes que codificam as proteínas Cry produzidas pelo Bt. Estas proteínas são tóxicas para os insetos e são ativadas pelo pH alcalino do sistema digestivo do inseto e por proteinases. Após a ativação, elas causam a morte dos insetos em poucas horas através da quebra do equilíbrio osmótico. Cana-de-açúcar modificada geneticamente contendo o gene CryIAb de Bt foi avaliada no CTC em experimento de campo e demonstrou excelente nível de resistência para a broca da cana-de-açúcar.¹⁰

8.3 Defensivos: herbicidas

Adhair Ricci Junior
Centro de Tecnologia Canaveieira

8.3.1 Plantas daninhas e a redução na produtividade da cana-de-açúcar.

Plantas daninhas levam a grandes perdas na cultura da cana-de-açúcar. A American Weed Science Society¹¹ estimou nos EUA perdas de 20% de pro-

dução com plantas infestantes; no Brasil (1980) perdas de 24% na produção já foram observadas,¹² e perdas muito maiores são relatadas.^{13, 14} A competição entre plantas daninhas e a cana-de-açúcar no Brasil tem sido muito estudada; os períodos de interferência e de prevenção à interferência podem variar inclusive com o ciclo da cana, e perdas de produtividade podem ir de 10% a mais de 80%.¹⁵ A intensidade de interferência das plantas daninhas na cana-de-açúcar depende de fatores ligados à cultura (gênero, espécie ou cultivar, espaçamento entre sulcos e densidade de semeadura), à comunidade de plantas daninhas (composição específica, densidade e distribuição) e a fatores ambientais.¹⁶

8.3.2 Principais plantas daninhas da cultura da cana-de-açúcar no Brasil

Há hoje descritas 566 espécies de plantas encontradas no Brasil que podem ser consideradas indesejáveis ou daninhas, distribuídas em diversas Famílias e Ordens das classes Monocotiledônea e Dicotiledônea, divisão Angiospermae. Destas, aproximadamente 150 espécies são de ocorrência mais freqüente na cultura da cana-de-açúcar. As 12 espécies responsáveis por maiores danos à cultura (1970) são listadas na **Tabela 5**.¹⁷

Tabela 5: As principais plantas daninhas da cultura da cana-de-açúcar

Nome científico	Nome comum
<i>Cyperus rotundus</i> L.	Tiririca
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	Gramma-seda
<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop.	Capim-colchão
<i>Portulaca oleracea</i> L.	Beldroega
<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.	Capim pé-de-galinha
<i>Echinochloa colonum</i> (L.) Link.	Capim-arroz, Capim-coloninho
<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	Capim-massambará, Capim-argentino
<i>Panicum maximum</i> Jacq.	Capim-colonião
<i>Rottboelia exaltata</i> L. f.	Capim-camalote
<i>Amaranthus spinosus</i> L.	Caruru-de-espinho
<i>Ageratum conyzoides</i> L.	Mentrasito
<i>Cyperus esculentus</i> L.	Tiriricão

Hoje devem ser acrescentadas: Capim-braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf.), Capim-marmelada (*Brachiaria plantaginea*), Leiteiro ou Amendoim-

11 KISSMAN, H.: “Controle de plantas infestantes: passado em futuro”, in: Semana do Controle de Plantas Daninhas, 10, 1990, Bandeirantes, Anais Bandeirantes: Fundação Faculdade de Agronomia “Luiz Meneghel”, 1990, pp.01-02

12 COLLETTI, J.T.; RODRIGUES, J.C.S.; GIACOMINI, G.M.: “Influência da época de controle da matocompetição na produtividade da cana-de-açúcar, ciclo de 12 meses”, in: Congresso Brasileiro de Herbicidas e Ervas Daninhas, 13º, Ilhéus/Itabuna, 1980, Resumos, Itabuna, Bahia, SBHED, CEPLAC, 1980, p. 35

13 BLANCO, H.G.: “Ecologia das plantas daninhas: competição das plantas daninhas com culturas brasileiras”, in: MARCONDES, D.A.S. et al.: *Controle integrado de plantas daninhas*, São Paulo, CREA, 1982, pp. 42-75

14 LORENZI, H.: “Plantas daninhas e seu controle na cultura da cana-de-açúcar”, in: Copersucar – Reunião Técnica Agronômica, 1983, pp. 59-73

15 GRAVENA, R.; KUVA, M.A.; MATTOS, E.D.; PITELLI, R.A.; ALVES, P.L.C.A.: “Períodos de convivência e controle das plantas daninhas em cana-planta (*Saccharum spp*)”, in: XXIII Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas, Gramado, RS, 2002, Resumos: Gramado, RS, SBCPD, 2002, p. 95

16 PITELLI, R.A.; KUVA, M.A.: “Bases para manejo integrado de plantas daninhas em cana-de-açúcar”, in: Semana da Cana-de-Açúcar de Piracicaba, 2, Piracicaba, Abril 22-25, 1997, anais

17 ver p. 154

17 HOLM, L.G.; PLUCKNETT, D.L.; PANCHO, J.V.; HERBERGER, J.P.: *The world's worst weeds. Distribution and Biology*, Honolulu, The East-West Center, University Press of Hawaii, 1977, 609 p.

18 LORENZI, H.: "Tiririca – Uma séria ameaça aos canaviais", Boletim Técnico Copersucar n.º 36, Cooperativa Central dos Produtores de Açúcar e Alcool do Estado de São Paulo, 1986, pp. 3-10

19 PITELLI, R.A.: "Manejo Integrado de plantas daninhas", in: *Controle integrado de plantas daninhas*, São Paulo, CREA – Conselho Regional de Engenharia Arquitetura e Agronomia – SP, 1982, pp. 28-41

20 DEUBER, R.: *Ciência das Plantas daninhas: fundamentos*, Jaboticabal, FUNEP, vol. 1, 1992

bravo (*Euphorbia heterophilla* L.), Trapoeraba (*Commelina benghalensis* L.) e as denominadas Corda-de-viola (*Ipomoeas*) que englobam várias espécies e estão adquirindo grande importância nas lavouras colhidas mecanicamente sem a queima da palha.

8.3.3 Principais métodos de controle

O controle ou manejo de plantas daninhas engloba métodos específicos ou combinações de métodos mecânicos, culturais, químicos e biológicos compondo um processo extremamente dinâmico, que é freqüentemente revisto. A utilização de defensivos é regulamentada pela legislação descrita em 8.2.1.

Medidas preventivas tentam impedir a introdução, desenvolvimento e disseminação de plantas daninhas numa determinada área onde estas não existam. Por exemplo, a utilização de mudas oriundas de áreas livres desta praga e a manutenção e controle de plantas daninhas nos canais de vinhaça constituem métodos preventivos de controle.¹⁸ Também a limpeza de máquinas agrícolas na mudança de locais de trabalho.¹⁹

Medidas culturais são práticas como a rotação de culturas, a variação do espaçamento entre plantas da cultura e utilização de coberturas verdes.

Medidas mecânicas ou físicas incluem o preparo do solo para o plantio; e também o arranquio, capina, roçada, inundação, queima, cobertura morta e cultivo mecanizado.

Medidas biológicas envolvem a utilização de inimigos naturais (pragas e doenças) para o controle de plantas daninhas, incluindo a possível inibição alelopática de uma planta sobre outra. O controle da tiririca (*Cyperus rotundus* L) pelo feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*) é um exemplo desta possibilidade.²⁰ No Brasil não se têm utilizado inimigos naturais no controle de plantas daninhas.

Medidas químicas incluem o uso de herbicidas, muitos com a capacidade seletiva de eliminar alguns tipos ou espécies de plantas, preservando outras. Constituem hoje a principal ferramenta de controle de plantas daninhas, e seu uso correto pode ser eficiente e seguro.

O manejo integrado de plantas daninhas consiste no uso simultâneo medidas de controle, geralmente de caráter preventivo, com métodos mecânicos e químicos. Na cultura da cana-de-açúcar a utilização de mudas produzidas em áreas isentas de tiririca, a de leguminosas em rotação e o preparo do solo (controle mecânico) ajudam a limitar o controle químico necessário ao uso de herbicidas pré-emergentes para impedir a germinação de

sementes das plantas daninhas, reduzindo drasticamente sua emergência e população. Estas quatro medidas integram um manejo muito utilizado para controle de plantas daninhas. A necessidade de controlar diversas espécies de plantas daninhas (mono e dicotiledôneas), antes da emergência da cana-de-açúcar e no maior período possível durante o ciclo da cultura, faz com que herbicidas de largo espectro e longo poder residual sejam os mais utilizados.

A utilização de herbicidas na cultura da cana-de-açúcar, (kg de princípio ativo / ha), manteve-se estável de 2000 a 2003. A retração de uso em 1999 deveu-se às difíceis condições financeiras dos produtores, na época (**Tabela 6**). Comparativamente com outras culturas, no Brasil a cana-de-açúcar utiliza mais herbicida que o café e milho e um pouco menos que a citricultura, igualando a soja. Os valores são próximos.

Tabela 6: Uso de defensivos agrícolas pelas principais culturas comerciais²¹

Consumo relativo de herbicidas	Destino	Café	Cana-de-açúcar	Citros	Milho ¹	Soja ¹
Produto comercial (kg / ha)	1999	3,38	2,78	3,23	2,51	4,44
	2000	3,10	3,91	3,28	3,21	5,24
	2001	3,99	5,24	5,80	2,84	4,57
	2002	2,57	4,23	5,53	2,58	4,45
	2003	2,42	4,14	6,69	3,31	4,92
	Média	3,09	4,06	4,90	2,89	4,73
Ingrediente ativo (kg / ha)	1999	1,84	1,52	1,75	1,21	2,01
	2000	1,56	2,17	1,69	1,54	2,33
	2001	2,01	2,77	2,46	1,38	2,09
	2002	1,35	2,22	2,63	1,24	2,05
	2003	1,27	2,29	3,40	1,70	2,50
	Média	1,61	2,20	2,39	1,41	2,20

1 Foi considerado o uso de defensivos para o tratamento de sementes

Fonte: Tabela elaborada a partir de dados do SINDAG e IBGE/CONAB

21 MARZABAL NEVES, E.; GASTADI, H.L.G.: "Demanda relativa por defensivos agrícolas pelas principais culturas comerciais, pós-desvalorização do Real", ESALQ-USP, agosto 2004 (no prelo)

22 RANNEY, J.W.; MANN, L.K.: "Environmental considerations in energy crop production", Biomass and Bioenergy, vol. 6, n.º 3, 1994, pp. 211-228

23 CHISTOFOLLETI, P.J.; OVEJERO, R.F.L.; CARVALHO, J.C.: *Aspectos de Resistência de Plantas Daninhas a Herbicidas*, Campinas, SP, Associação Brasileira de Ação a Resistência de Plantas aos Herbicidas (HRAC-BR), 2ª edição, 2004, 100 p.

24 Weed Science, International survey of herbicide resistant weeds (2004), disponível no site: www.weedscience.org/in.asp (01/05/2003)

25 PHILLIPS, M.: “Trash blanketing on the increase in Bundaberg”, in: BSES Bulletin, n.º 55, 1996, pp. 14-15

26 MANECHINI, C.: “Manejo agrônômico da cana crua”, in: Anais do VII Seminário de Tecnologia Agronômica Copersucar, 1997, pp. 309-327

27 AREVALO, R.A.; BERTONCINI, E.I.: “Manejo químico de plantas daninhas nos resíduos de colheita de cana crua”, STAB vol. 17. n.º 4, 1999, pp. 36-38

28 PITELLI, R.A.: “Plantas daninhas no sistema de plantio direto de culturas anuais”, in: Congresso Latinoamericano de Malezas, 12, Montevideu, 1995, Resumos Montevideu: INIA (INIA. Série Técnica, 56), 1995, pp. 37-42

29 VELINI, E.D.; NEGRISOLI, E.: “Controle de plantas daninhas em cana crua”, in: Anais do XXII Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas, Foz do Iguaçu, PR, 2000, pp. 148-163

8.3.4 Resistência de plantas daninhas a herbicidas

O aparecimento de plantas daninhas resistentes aos herbicidas é recente,²³ datando da década de 1960, mas o seu número tem aumentado rapidamente. Há hoje 286 biótipos resistentes no mundo²⁴ distribuídos entre 171 espécies (102 monocotiledôneas e 69 dicotiledôneas). Os países com maiores números de biótipos de plantas daninhas resistentes a herbicidas estão os Estados Unidos (107), Canadá (43), Austrália (41), França (30) e Espanha (26). Diversos casos de resistência aos herbicidas têm sido apontados em áreas de arroz e soja no Brasil, desde 1993; a cultura da soja apresenta maior número de biótipos resistentes, talvez por ser a principal usuária de herbicidas (mais de 50%).²³ Embora a extensão de áreas agrícolas atualmente com biótipos resistentes de plantas daninhas seja relativamente pequena, sua expansão tem sido rápida e torna necessária a adoção de medidas de prevenção e manejo para a preservação da eficiência dos herbicidas. As estratégias para prevenir ou retardar o aparecimento ou evolução de plantas daninhas resistentes incluem: rotação de culturas, controle mecânico, planejamento e utilização de herbicidas diferentes e controle integrado (cultural, mecânico e químico).

8.3.5 Tendências

A cultura da cana-de-açúcar no Brasil, principalmente no Estado de São Paulo, terá duas modalidades de cultivo nos próximos anos: com e sem a queima da palha para colheita.

No segundo caso (cana crua), acreditou-se inicialmente que a palha remanescente sobre o solo seria suficiente para controlar as plantas daninhas em todo o ciclo da cultura.^{25, 26, 27} Hoje, sabe-se que a palha provoca alterações de ordem física, química e biológica^{28, 29} favorecendo o desenvolvimento de espécies até então raras ou incomuns em canaviais com solo descoberto; e que um descuido no controle do mato na formação do canavial pode levar a severas infestações nas soqueiras. Sendo assim, estima-se que os herbicidas continuarão a ser utilizados, em sua maioria na modalidade pré-emergente, integrados com o controle mecânico do preparo do solo. Um eficiente controle na cana-planta deverá reduzir o potencial de infestação nas primeiras soqueiras diminuindo a necessidade de utilização dos atuais herbicidas que, quando utilizados sobre a palha, necessitam de chuva para atingir a superfície do solo, sofrendo restrição de eficiência em épocas secas. Algumas usinas estão optando por retirar a palha da linha de cana visando o controle da cigarrinha das raízes, e reduzindo a área de aplicação do herbicida.

Nas áreas de cana queimada não há previsão de mudança nas técnicas de controle de plantas daninhas.

8.4 Resumo e conclusões

- A preocupação com o impacto do uso de defensivos agrícolas está presente em várias instâncias da Agenda 21, que prevê ações específicas de controle. O uso de novas tecnologias baseado em modificações genéticas de plantas é uma promessa (redução de defensivos), mas leva a cuidados adicionais. Idealmente seriam usados controles biológicos e, na medida do possível, técnicas da agricultura “orgânica”.
- A legislação brasileira, incluindo normas e controles desde a produção até o uso e disposição dos materiais, cobre todas as áreas importantes.
- O consumo de pesticidas na cultura da cana é inferior aos das lavouras de citros, milho, café e soja; o uso de inseticidas é baixo, e o de fungicidas é praticamente nulo.
- Entre as principais pragas da cana, os controles da broca (praga mais importante) e da cigarrinha são biológicos; a broca tem o maior programa de controle biológico no país. Formigas, besouros e cupins têm controle químico; tem sido possível reduzir muito os defensivos, com aplicações seletivas.
- Doenças da cana são combatidas com a seleção de variedades resistentes, em grandes programas de melhoramento genético. Este procedimento tem sido suficiente para resolver, com a substituição de variedades, ocorrências de grandes proporções como o vírus do mosaico (1920), o carvão e ferrugem (anos 1980) e o SCYLV (anos 1990).
- Modificações genéticas (em fase de testes de campo) produziram plantas resistentes a herbicidas, ao carvão, ao vírus do mosaico, ao SCYLV e à broca da cana.
- Os métodos de controle das ervas daninhas têm sido freqüentemente modificados em função de avanços em tecnologias (culturais e mecânicas, ou químicas). No Brasil, a cana ainda utiliza mais herbicidas que o café ou milho e menos que a citricultura; é equivalente à soja.
- Há forte tendência para o aumento das áreas com colheita de cana crua, com palha remanescente no solo. Hoje não parece ser possível eliminar totalmente os herbicidas nestes casos, como se esperava, inclusive pelo surgimento de pragas até então incomuns.