

# O USO ADEQUADO DE SUBPRODUTOS DA AGROINDÚSTRIA SUCROALCOOLEIRA

ANA LÍDIA TONANI TOLFO  
Centro Universitário de Rio Preto/UNIRP – alttolfo@globo.com

GUSTAVO PRATES VIGNA  
Usina Colombo S/A

ANGELA CRISTINA BIERAS  
Instituto Municipal de Ensino Superior de Catanduva/IMES

## RESUMO

A utilização dos subprodutos da indústria sucroalcooleira (torta de filtro, cinza de caldeira e vinhaça) em substituição à adubação química é uma medida econômica para minimizar custos, quando as propriedades e a composição química desses materiais são exploradas de forma tecnicamente correta. A aplicação de dosagens elevadas desses subprodutos pode acarretar a saturação do solo e um desequilíbrio dos nutrientes do mesmo. Com a análise da sua composição é possível calcular com precisão as quantidades a serem aplicadas bem como a economia que se tem com a substituição da adubação química. Assim, a indústria sucroalcooleira caminha rumo à sustentabilidade, sem esquecer do compromisso ambiental, uma vez que existe uma legislação vigente a ser seguida quanto ao uso desses subprodutos. Este artigo relata as formas de uso dos subprodutos da indústria sucroalcooleira com o objetivo de auxiliar o produtor sucroalcooleiro na correta forma de utilização destes subprodutos.

**PALAVRAS-CHAVE:** aplicação de subprodutos. torta de filtro. cinza de caldeira.

## ABSTRACT

The use of sugarcane industry subproducts (vinasse, filter cake and ash of the boiler) to substitute the chemical fertilization is the economical practice that reduces the production costs of sugar and alcohol. However, the chemical composition and the properties of the sugarcane industry subproducts must be explored properly. The application of high doses of these subproducts can cause saturation and an unbalance of nutrients in the soil. By analyzing the chemical composition of the sugarcane industry subproducts it is possible to calculate accurately the amount of subproducts that must be applied as well as to calculate how much it was saved replacing the chemical fertilization. This way the sugarcane industry progresses bound for sustainability not forgetting the environment commitment since there is a legislation for the sugarcane subproducts use. This article is to give an account of use forms of the sugarcane subproducts aiming to help the sugarcane producer in the correct form of the utilization of these subproducts.

**KEYWORDS:** application of subproducts; filter cake; ash of the boiler

## 1. INTRODUÇÃO

A produção de combustíveis derivados da biomassa como opção energética passou a ser importante devido a alguns fatores, sendo um desses a questão ambiental. Nesse contexto podemos destacar o protocolo de Quioto, denominação dada ao tratado internacional com compromissos mais rígidos para a redução da emissão dos gases que agravam o efeito estufa, considerados, de acordo com a maioria das investigações científicas, como causa antropogênica do aquecimento global. Em vigor desde fevereiro de 2005 com a proposta de que os países-membros devem reduzir as emissões de gases do efeito estufa, no período de 2008 a 2012, em 5,2% quanto aos níveis de 1990.

Outro fator importante é a questão macro econômica do preço do petróleo que castiga os países que não são auto-suficientes. Com a crise do petróleo, na década de 70, o governo deu início ao Pró-álcool, tornando-se o primeiro país do mundo a desenvolver um programa alternativo de combustível para substituição à gasolina. Existe também uma questão estratégica relacionada à segurança energética, com uma fonte de energia que atenda as demandas internas, usando tecnologia cem por cento nacional, renovável, o país não fica vulnerável às oscilações do preço do petróleo e induz a dispersão territorial.

Além disso, existe a questão micro econômica, como por exemplo, o emprego de mão-de-obra direta e indireta, com aumento da renda dos trabalhadores do campo, o que ocasiona a elevação do fluxo de comércio em regiões antes estagnadas economicamente, dando oportunidade de crescimento a outros setores.

O Brasil é o maior produtor de cana de açúcar do mundo. Segundo dados da COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (2011) para safra 2011/2012, aproximadamente, 49% da cana esmagada será destinada a produção de açúcar, enquanto 51% será destinada a produção de etanol. A cultura vem crescendo no país, influenciada pelos preços dos dois principais produtos, açúcar e etanol.

A cana de açúcar é uma cultura de grande potencial produtivo. Alcança, em diversas lavouras, acúmulo anual de matéria natural superior a 150 t ha<sup>-1</sup> (OLIVEIRA, et al., 2007). A alta necessidade em nutrientes da cultura da cana-de-açúcar, decorrente da elevada produção de biomassa por área e da remoção de grande parte dessa massa vegetal no processo da colheita, tem levado a uma revisão periódica das adubações, com alteração para mais, à medida que se esgota a fertilidade natural dos solos ou que se impõe a necessidade ou a conveniência do aproveitamento de áreas de baixa fertilidade natural (ALVAREZ et al., 1991).

Na busca por um custo de produção mais baixo, alguns subprodutos da indústria sucroalcooleira surgem como uma opção à substituição da adubação química, que por sua vez, representa um componente importante do custo de produção da matéria-prima. Entre as culturas com cultivo em grandes extensões de áreas, a cana de açúcar ocupa o segundo lugar, sendo a soja o primeiro, em consumo de fertilizantes, sendo esse insumo responsável por 17 a 25% de todos os custos do plantio da cana (ROSSETTO et al., 2008a).

Os subprodutos sólidos da indústria sucroalcooleira, torta de filtro e cinza de caldeira, substituem as adubações químicas, principalmente de nitrogênio, fósforo e potássio. Segundo Bertoncini (2009), o uso de resíduo é benéfico em solos intemperizados e com baixos teores de matéria orgânica. Contudo, as normas agrícolas e ambientais devem ser obedecidas e revisadas periodicamente, para que seu uso seja sustentável.

A torta de filtro é um subproduto da produção do açúcar proveniente do processo de clarificação do caldo. O lodo dos decantadores e o bagacinho são filtrados a vácuo, em filtros rotativos, aproveitando ainda parcelas de caldo e restando a torta de filtro. Atualmente, algumas destilarias introduziram o sistema de clarificação do caldo e, em consequência, obtêm a torta de filtro no processo de produção do álcool. As quantidades produzidas dependem do sistema de extração do caldo, se por moagem ou por difusor. Em geral, são produzidas entre 22 e 40 kg de torta por tonelada de cana moída, com média de 30 kg (ROSSETTO et al., 2008a).

Resultantes da incineração do bagaço, as cinzas apresentam em média 85% de SiO<sub>2</sub>, 0,9% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 1,7% de K<sub>2</sub>O e 0,6% de MgO, podendo ser utilizada diretamente no solo ou incrementando a composição de compostos orgânicos. Outro resíduo gerado nas usinas é a fuligem de chaminés que são lavadas com água de reuso. Sua composição é semelhante a da cinza qualitativamente, e mais diluída quantitativamente, apresentando de 30 a 70% de água (BERTONCINI, 2009).

A vinhaça é um subproduto merecedor de destaque da produção de cana de açúcar, resultado do processo de fabricação do etanol, especificamente da destilação do caldo fermentado. Trata-se de um líquido de coloração marrom escura, de natureza ácida, que ao sair da bica de destilação atinge temperaturas em torno de 107° C, e apresenta elevada demanda bioquímica de oxigênio (DBO) (LELIS NETO, 2008). Rica em potássio e que também tem cálcio, magnésio, enxofre e micronutrientes. Cada litro de álcool fabricado gera outros 13 litros de vinhaça com diferentes teores de potássio de acordo com a origem. O produto originário do melaço, resíduo da fabricação do açúcar, possui uma concentração de quatro a oito vezes maior do que a gerada na fabricação de álcool. O produto era inicialmente despejado nos rios, poluindo os cursos d'água ou em áreas de sacrifício, poluindo o solo. Apesar do valor nutricional do produto ser conhecido desde a década de 50, uma das primeiras unidades a utilizar a vinhaça na adubação foi a Usina da Pedra, de Serrana, em 1974 (GAZETA MERCANTIL INTERIOR DE SÃO PAULO, 2010).

Dessa forma, as Usinas e Destilarias, buscando minimizar seu custo de produção, aumentando seu poder de concorrência no mercado, procuram a melhor forma de utilização dos subprodutos da agroindústria

sucroalcooleira tentando atingir a sustentabilidade do setor, respeitando as legislações que envolvem a aplicação desses elementos e baseando-se nas necessidades nutricionais da cultura da cana-de-açúcar. Este artigo relata as formas de uso dos subprodutos da indústria sucroalcooleira com o objetivo de auxiliar o produtor sucroalcooleiro na correta forma de utilização destes subprodutos.

## **2. O USO ADEQUADO DE SUBPRODUTOS DA AGROINDÚSTRIA SUCROALCOOLEIRA**

### **2.1 Panorama geral**

Com o aumento da produção de cana-de-açúcar nos últimos anos e as tendências mercadológicas, os investimentos nas empresas do setor aumentaram acirrando a concorrência entre elas. Na busca por um custo de produção mais baixo, alguns subprodutos da agroindústria sucroalcooleira surgem como uma opção para a substituição da adubação química, que por sua vez, representa um componente importante do custo de produção da cana-de-açúcar.

O uso desses subprodutos no solo, quando bem manejados, tem garantido a sustentabilidade do sistema produtivo e juntamente com outras tecnologias ligadas aos conceitos de mecanismos de desenvolvimento limpo, com o reuso da água, o controle biológico de pragas, as variedades melhoradas e tolerantes a doenças e tantas outras, fizeram com que a cana, de cultura degradadora do ambiente no passado, entrasse neste novo milênio como atividade agrícola sustentável e conservacionista (ROSSETTO, 2004).

O conhecimento da composição desses materiais possibilitou sua utilização na forma de fertilizantes organo-minerais e fertirrigantes. Isso proporcionou um maior controle ambiental e relevante economia na adubação de canaviais (ROSSETTO; SANTIAGO, 2010).

As vantagens nutricionais da vinhaça e da torta de filtro são conhecidas há várias décadas e algumas unidades de produção já os utilizam desde a década de 70, mas o uso destes subprodutos aumentou sensivelmente em 1999, quando houve a mudança cambial e os adubos químicos encareceram. As usinas buscam agora racionalizar o uso e melhorar o aproveitamento dos subprodutos para reduzir a utilização de adubos químicos. O Brasil é o país mais desenvolvido na utilização dos subprodutos da cana na lavoura (GAZETA MERCANTIL INTERIOR DE SÃO PAULO, 2010).

### **2.2 Torta de filtro**

De acordo com Pereira et al. (2005) a torta de filtro é conhecida como torta de Oliver, possui um efeito positivo no melhoramento das propriedades físicas do solo atribuídas a sua maior retenção de água ocasionada pela adição da matéria orgânica no solo.

Em geral considera-se que 50% do fósforo da torta pode estar prontamente disponível para a cana de açúcar. De acordo com Rossetto et al. (2008a), utiliza-se a torta em condições diversas como:

1. Área total nos talhões em reforma, com incorporação;
2. Em soqueiras nas entrelinhas, com leve incorporação ou sem incorporação;
3. No sulco de plantio;
4. Compostagem.

As opções 1 e 2 procuram elevar o patamar de fertilidade do solo, acrescentando uma fonte orgânica. Não são formas muito eficientes de fornecer fósforo da torta para a cana. As opções 3 e 4 representam uso mais racional da torta de filtro, com maior aproveitamento dos nutrientes.

Em geral, observa-se que a torta de filtro (úmida) é aplicada em área total em doses entre 80-100 t ha<sup>-1</sup> em pré-plantio; no sulco de plantio entre 15-30 t ha<sup>-1</sup> ou nas entrelinhas, nas soqueiras entre 40-50 t ha<sup>-1</sup>. Se necessário, faz-se complementação com fertilizante fosfatado solúvel (ROSSETTO et al., 2008a).

Os principais benefícios do uso da torta de filtro são:

a) sendo matéria orgânica, a torta contribui com todas as melhorias advindas do uso de matéria orgânica no solo, como aumento da CTC, maior retenção de cátions que serão fornecidos pela adubação, como potássio, cálcio e magnésio;

b) auxilia na retenção de água;

c) além do fósforo, a torta é rica em cálcio, nitrogênio e ferro, embora apresente baixa concentração de potássio e magnésio. Os nutrientes da torta estão pouco sujeitos à lixiviação e estarão disponíveis com a mineralização da matéria orgânica. A torta também apresenta outros micronutrientes;

d) durante a mineralização da torta, assim como de outras fontes de matéria orgânica, os microrganismos produzem substâncias quelantes e complexantes que podem reduzir a fixação do fósforo no solo e também podem produzir substâncias promotoras de crescimento radicular;

e) quando utilizada logo após sua produção na indústria nos sulcos de plantio, o teor de água da torta é elevado, sendo importante para a brotação das gemas de cana. Também o calor desprendido durante a decomposição da torta no fundo do sulco pode favorecer a brotação, principalmente em plantios realizados no inverno (ROSSETTO et al., 2008a).

A torta de filtro, nos anos 60, era aplicada em área total, nas áreas de renovação dos canaviais, ou na entrelinha das soqueiras com caminhões. No início dos anos 70, a Usina São José, de Macatuba, SP, aplicava esse subproduto nos sulcos usando carretas e descargas manuais, mostrando a eficiência dessa forma de uso em solos arenosos. A partir dessa idéia, foram desenvolvidas carretas com sistemas de esteiras para a distribuição uniforme do material (ROSSETTO et al., 2008a).

**Figura 1.** Aplicação de torta de filtro: **A** - na soqueira; **B** - no sulco de plantio.



Indicada para aplicação no sulco de plantio, a torta de filtro é rica em fósforo, substituindo a adubação fosfatada mineral e dispensa a adubação nitrogenada por apresentar na matéria seca cerca de 1,5% de nitrogênio (RIOS, 2008).

Além disso, é empregada principalmente em cana-planta, nas dosagens de 80 a 100 toneladas por hectare (torta úmida); em área total, de 15 a 35 toneladas por hectare (sulco) e 40 a 60 toneladas por hectare na entrelinha das soqueiras, substituindo parcial ou totalmente a adubação fosfatada, dependendo da dose de  $P_2O_5$  recomendada. A elaboração da compostagem da torta de filtro adicionando gesso, cinzas de caldeiras e palhada, tem agregado valor à torta de filtro, melhorando sua concentração em nutrientes e reduzindo sua umidade, o que pode ser vantajoso para o transporte a distâncias maiores e desvantajoso para plantios em épocas de estiagem (ROSSETTO; SANTIAGO, 2010), sendo essa uma das suas utilizações.

**Tabela 1.** Composição química da torta de filtro de uma partilha de usina do estado de São Paulo, comparada com dados apresentados por Orlando Filho e Leme (1984).

Elemento	Máximo*	Mínimo*	Média*	Partilha**
	% na matéria seca			
N	2,84	0,97	1,41	1,80
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2,89	0,95	1,94	2,70
K <sub>2</sub> O	0,60	0,24	0,39	0,85
Cão	4,68	0,97	2,10	4,70
MgO	2,35	0,33	0,89	0,53
C	50,36	20,47	39,60	24,30
C/N	17,70	21,10	28,10	13,50
Umidade	79,41	60,72	74,98	53,10
pH				6,90

\*\* amostra obtida de uma determinada usina do Estado de São Paulo  
Fonte: Rossetto et al. (2008a).

A melhoria da fertilidade do solo é esperada após a adição da torta de filtro. O trabalho de Rodella et al. (1990, apud ROSSETTO, et al, 2008a) demonstrou que após 30 meses de aplicação de torta de filtro, análises de solo ainda apresentavam dados mais elevados de cálcio, fósforo e da CTC (Tabela 2).

**Tabela 2.** Propriedades químicas do solo após oito e 30 meses da aplicação da torta de filtro.

	pH	C %	P ug g <sup>-1</sup>	K	Ca	Mg	Al	CTC
				Cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>				
Testemunha	5,00	1,07	32,00	0,12	1,07	0,54	1,11	2,75
Torta após 8 meses	5,20	1,24	188,00	0,12	3,63	0,61	0,25	4,62
Torta após 30 meses	5,00	1,21	109,00	0,10	3,15	0,57	0,45	4,29

Fonte: Rodella et al., 1990 apud Rossetto et al., 2008a.

### 2.3 Vinhaça

De maneira geral, a vinhaça - resultado do processo de fabricação do etanol, especificamente da destilação do caldo fermentado - apresenta elevadas concentrações de nitrato, potássio e matéria orgânica; sua utilização pode alterar as características do solo promovendo modificações em suas propriedades químicas, favorecendo a aumento da disponibilidade de alguns elementos para as plantas. Por outro lado, a vinhaça também pode promover modificações das propriedades físicas do solo, de duas formas distintas: essas alterações podem melhorar a agregação, ocasionando a elevação da capacidade de infiltração da água no solo e, conseqüentemente, aumentar a probabilidade de lixiviação de íons, de forma a contaminar as águas subterrâneas quando em concentrações elevadas, além de promover a dispersão de partículas do solo, com redução da sua taxa de infiltração de água e elevação do escoamento superficial, com possível contaminação de águas superficiais (SILVA et al., 2007).

De acordo com Glória e Orlando Filho (1983) os benefícios trazidos pela vinhaça ao solo, são os seguintes: elevação do pH; aumento da disponibilidade de alguns íons; aumento da capacidade de troca catiônica (CTC); aumento da capacidade de retenção de água; melhoria da estrutura física; aumento da população e da atividade microbiana.

Na fertilização dos canaviais a vinhaça pode se empregada, por geralmente implicar no aumento de produtividade de colmos, a não ser que o produto seja aplicado em dosagens excessivas, o que pode diminuir os rendimentos e aumentar a salinidade dos solos. De maneira geral, as áreas que recebem aplicações de vinhaça apresentam melhores rendimentos de colmos, de açúcar e de álcool (MOTA et al, 1999).

A grande vantagem no emprego da vinhaça é que ela pode substituir em grande parte os nutrientes da adubação mineral, sendo vários os estudos que mostram aumento de produtividade da cana de açúcar devido à sua aplicação. O uso agrícola da vinhaça e seus benefícios oriundos do solo são indiscutíveis, tanto do ponto de

vista agrônomo, econômico, quando social. O benefício imediato decorrente do uso racional desse resíduo nas lavouras canavieiras se dá pelo aumento da produtividade, que ocorre com mais intensidade em solos mais pobres e em regiões mais secas, e inclui-se aqui a economia de fertilizantes (GHIACHINI; VIEIRA, 2009).

A aplicação de vinhaça em doses adequadas, segundo Rossetto e Santiago (2010), oferece uma série de benefícios, como:

- melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo;
- aumento da matéria orgânica e microflora do solo;
- facilita a mineralização do nitrogênio;
- melhoria nas condições gerais de fertilidade do solo;
- aumento do poder de retenção de água;
- aumento da produtividade da cana.

Entretanto, o excesso de vinhaça provoca retardamento do processo de maturação da planta, o que leva à queda no teor de sacarose e compromete a qualidade final da cana. Além disso, o uso contínuo de vinhaça pode levar à contaminação do lençol freático através da lixiviação de ânions em função do excesso de potássio (ROSSETTO; SANTIAGO, 2010).

Os primeiros estudos para a aplicação da vinhaça nos solos datam da década de 50, quando surgiu a preocupação quanto aos impactos do uso da vinhaça no ambiente. Inicialmente a vinhaça era jogada nos rios, causando grande mortalidade de peixes devido à sua alta demanda biológica de oxigênio. Dessa forma, através do Decreto-Lei n. 303, de 28 de fevereiro de 1967, ficou proibida a disposição da vinhaça nos rios, lagos e cursos de água (ROSSETTO, et al., 2008b).

A utilização da vinhaça como prática de adubação, atende perfeitamente às exigências nutricionais da cana de açúcar, determinando uma redução nos custos de produção do álcool (SANTANA, 1985 apud SANTOS et al., 2009).

A tabela 3 mostra as quantidades de fertilizantes que correspondem a dosagem de 150m<sup>3</sup> de vinhaça/ha usada na cana-planta e 200m<sup>3</sup>/ha usada na cana soca, e as necessidades de fertilizantes de cada um desses dois casos.

**Tabela 3.** Comparação entre as necessidades de fertilizantes Kg/ha e quantidades de fertilizantes fornecidos por vinhaça Kg/ha.

Fertilizantes	Planta		Soca		Superávit*	
	Necessidade	Vinhaça	Necessidade	Vinhaça	Planta	Soca
Sulfato de amônio	200	230	500	310	30	-190
Super fosfato triplo	220	48	75	65	-172	-10
Cloreto de potássio	117	302	167	403	185	236

Fonte: Melo e Silva (2010). \*Superávit = quantidade de fertilizante fornecida pela vinhaça menos a necessidade de fertilizante da planta ou soca.

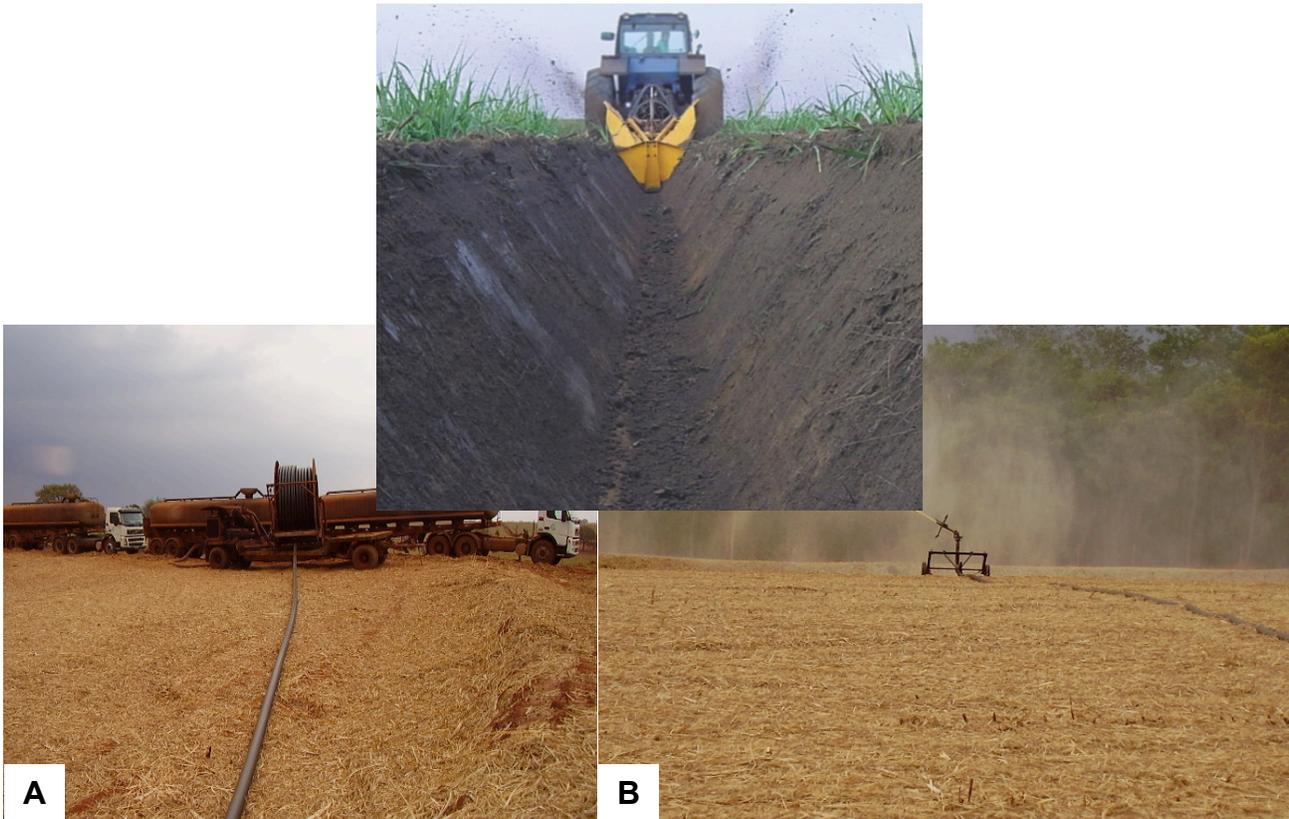
Os dados da tabela revelam que a vinhaça é suficiente no que se refere às necessidades de cloreto de potássio, tanto da planta quanto da soca. Na verdade, até supera esta necessidade em 158% e 141% respectivamente.

A adoção do sistema de aplicação de vinhaça na cultura da cana de açúcar deve contemplar aspectos técnicos e econômicos. Tecnicamente um sistema deve proporcionar a distribuição da vinhaça da forma mais uniforme possível, além de permitir a regulagem, com precisão, da dose a ser aplicada (MARQUES, 2006).

A aplicação da vinhaça normalmente é realizada através de canhões de aspersão pressurizados por motobombas potentes, capazes de impor na saída do canhão entre oito e 12 Kg de pressão. Do motobomba ao canhão, é montada uma linha de canos de alumínio de onde sai o rolão até o canhão ou diretamente com um rolão acoplado a um motobomba, que conduz a vinhaça.

O transporte desse subproduto da destilaria à lavoura é realizado através de canais revestidos ou caminhões-tanque com capacidade de transportar 30 m<sup>3</sup> por tanque, mas como são utilizados dois tanques atrelados, essa capacidade dobra.

**Figura 3. A** - caminhão tanque com rolão, usado para transporte de vinhaça da indústria até a área de aplicação; **B** - aplicação de vinhaça com uso de canhão.



O uso direto da vinhaça oferece algumas vantagens, como fertilizante devido a riqueza de matéria orgânica, potássio e enxofre (REZENDE, 1984 apud MELO; SILVA, 2010) e também possibilita o plantio na época de inverno, com uso da fertirrigação.

## 2.4 Cinza de caldeira

A cinza de caldeira, subproduto resultado da queima do bagaço, por ser rica em nutrientes, pode ser aproveitada em solos com baixa fertilidade natural, melhorando as características físico-químicas destes. De acordo com Malavolta (2001) para cada 1000 kg de cana de açúcar são gerados 550 kg de bagaço e 16,5 kg de cinza. Com base nestas considerações, inferiu-se que a produção de 431 milhões de toneladas de cana da região Centro-Sul do País, safra de 07/08 (PORTAL ÚNICA, 2009), gerou 237,05 milhões de toneladas de bagaço e 7,11 milhões de toneladas de cinza.

De acordo com Brunelli e Pisani Junior. (2006) a utilização da cinza como insumo no processo produtivo agrícola é ambiental e economicamente viável, uma vez que esse material possibilita alta capacidade de retenção de água, melhorando o desenvolvimento da cultura e reduzindo impactos ambientais provocados pela irrigação.

As cinzas resultantes da incineração do bagaço apresentam em média 85% de  $\text{SiO}_2$ , 0,9% de  $\text{P}_2\text{O}_5$ ; 1,7% de  $\text{K}_2\text{O}$  e 0,6% de  $\text{MgO}$ , podendo ser utilizada diretamente no solo ou incrementando a composição de compostos orgânicos (BERTONCINI, 2009).

Além desses compostos a cinza de caldeira contém micronutrientes conforme mostra a Tabela 4.

**Tabela 4.** Teor de micronutrientes contido na cinza de caldeira (Usina Cerradinho, Catanduva, SP).

Micronutriente	Cinza de caldeira	Micronutrientes fornecidos g/xt		Extração 100 t colmos (g ha <sup>-1</sup> )
	Garantias (mg kg <sup>-1</sup> )	Dose de cinza		
	Base úmida	X = 5t	X = 10t	
Boro	27,7	138,5	277,0	235
Cobre	4,9	24,6	49,1	339
Ferro	1366,4	6832,0	13664,0	7318
Manganês	103,5	517,5	1035,0	2472
Zinco	17,1	85,4	170,8	592

Fonte: Vitti et al., (2006).

Glória et al. (1993) verificaram que a fuligem úmida (65% umidade) aplicada na entrelinha da variedade SP 71-1406, em Latossolo Roxo, na dose de 20 toneladas por hectare apresentou ganhos de 20 toneladas por hectare em relação à testemunha não adubada. As cinzas restantes nas caldeiras após a queima também apresentam concentrações altas de potássio. Tanto a fuligem quanto as cinzas tem pH muito alto, cerca de nove, e por essa razão sua utilização pode elevar o pH dos solos.

A aplicação de cinza de caldeira in natura tem sido realizada sobre a linha da cultura, pois alguns estudos mostram que esse tipo de atividade reduz a incidência do ataque de pragas como a broca e a cigarrinha, por exemplo.

**Figura 4. A** - aplicação de cinza de caldeira na linha de plantio;  
**B** – vista geral de área após aplicação de cinza de caldeira.



De acordo com Brunelli e Pisani Junior. (2006) esse material é potencialmente capaz de corrigir o teor de acidez do solo, tendo uma tonelada de cinza efeito equivalente a 0,5 toneladas de calcário.

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A agroindústria sucroalcooleira, desde seu início se deparou com dificuldades, como incentivos inconstantes, preconceitos, falta de planejamento adequado, entre outros. Mesmo assim seu crescimento foi

inevitável por apresentar vantagens em aspectos importantes como produção de biocombustível e energia, o que é economicamente interessante para qualquer país que pretende se desenvolver não só na área agroindustrial.

Assim como em outros processos, resíduos são conseqüências inevitáveis, no entanto, como em todo o processo sucroalcooleiro, altas tecnologias são empregadas, o que destaca o setor, sendo possível que seus resíduos analisados e corretamente empregados possam ser aplicados na produção da matéria-prima usada, podendo então, ser tratados como subprodutos.

Uma legislação vigente regulamenta e fiscaliza a aplicação de vinhaça através dos planos de aplicação (PAV) e o mesmo deve ocorrer com os subprodutos sólidos. A nova lei que regulamenta a aplicação desse tipo de material foi aprovada e deve entrar em vigor rapidamente. Trata-se da política nacional de resíduos sólidos, lei número 12.350. Mais uma vez as empresas do setor terão que buscar soluções para se adequar às novas normas impostas, investindo e criando, destacando mais uma vez o segmento.

Em busca da sustentabilidade o setor hoje usa seus subprodutos de maneira racional, mudando sua imagem, de uma agroindústria altamente prejudicial ao meio ambiente para uma indústria com vistas ao desenvolvimento ético, produzindo um biocombustível que causa menos emissões, fazendo uso de seus subprodutos (resíduos) de acordo com as normas vigentes, que além de ambientalmente adequado economiza recursos e solidifica o segmento.

## REFERÊNCIAS

ALVAREZ, R.; et al. Adubação da cana-de-açúcar: XIV. Adubação NPK em Latossolo Roxo. **Bragantia**, v.2, p.359-374, 1991.

BERTONCINI, E. I. Geração e gestão de resíduos da indústria sucroalcooleira. **SBERA** - Sociedade Brasileira dos Especialistas em Resíduos das Produções Agropecuária e Agroindustrial, n.3, p.1, 2009.

BRUNELLI, A.M.M.P.; PISANI JÚNIOR, R. Proposta de Disposição de Resíduo Gerado a partir da Queima do Bagaço de Cana em Caldeiras como Fonte de Nutriente e Corretivo do Solo. In: CONGRESO INTERAMERICANO DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL, 30., 2006, Punta del Leste. **Anais...** Punta del Leste: Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, 2006. v. 1. p. 1-9.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento de safra brasileira: cana-de-açúcar**, segundo levantamento, agosto/2011 - Companhia Nacional de Abastecimento. – Brasília : Conab 2011.

GAZETA MERCANTIL INTERIOR DE SÃO PAULO. **Balanço Ambiental** – Caderno 6. Subprodutos da cana se tornam fonte de receita. Disponível em: <<http://www.udop.com.br/index.php?item=noticias&cod=907>>. Acesso em: 23 de setembro de 2010.

GIACHINI, C. F.; FERRAZ, M. V. Benefícios da utilização de vinhaça em terras de plantio de cana de açúcar – Revisão de Literatura. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, ano VII, n. 15, jun. 2009.

GLORIA, N. A.; PAGGIARO, C. M.; ALBUQUERQUE, F. C. Utilização da Fuligem na fertilização da cana-de-açúcar. In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB – SOCIEDADE DOS TÉCNICOS AÇUCAREIROS E ALCOOLEIROS DO BRASIL, 5., 1993. Águas de São Pedro. **Anais...** Águas de São Pedro, 1993. p 87-90.

GLÓRIA, N. A.; ORLANDO FILHO, J. **Aplicação de vinhaça como fertilizante**. São Paulo: Coopersucar, 1983. 38p.

LELIS NETO, J. A. **Monitoramento de componentes químicos da vinhaça aplicados em diferentes tipos de solo**. 2008. 89p. Dissertação (mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2008.

MALAVOLTA, E. Sobre a utilização agrícola do resíduo de cinza de caldeira, CNA- Centro de Energia Nuclear na Agricultura, USP, In: **Parecer para a Cargill Citrus Ltda**, Piracicaba, 2001, 17 p.

MARQUES, M. O. Aspectos técnicos e legais da produção, transporte e aplicação de vinhaça. In: SEGATO, S. V. et al. (orgs.) **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: CP2, 2006, p. 369-375.

MELO, A. S. S. de A.; SILVA, M. P. da. Estimando o valor da “externalidade positiva” do uso da vinhaça na produção de cana de açúcar: um estudo de caso. Disponível em: <[http://www.ecoeco.org.br/conteudo/publicacoes/encontros/iv\\_en/mesa4/2.pdf](http://www.ecoeco.org.br/conteudo/publicacoes/encontros/iv_en/mesa4/2.pdf)> Acesso em 23 de setembro de 2010.

MOTA, M. R. et al. Efeitos da aplicação de vinhaça na produção e na qualidade tecnológica da cana de açúcar. **STAB, Açúcar, Álcool e Subprodutos**, v. 18, n. 1, p. 28, set./out. 1999.

OLIVEIRA, M. W. de; et al. Nutrição mineral e adubação da cana de açúcar. **Informe Agropecuário**, v.28, n.239, p. 30-43, jul./ago. 2007.

ORLANDO FILHO, J., LEME, E.J. de A. Utilização dos resíduos da agroindústria canavieira. In: SIMPÓSIO SOBRE FERTILIZANTES NA AGRICULTURA CANAVIEIRA. 1984, Brasília. **Anais...** Brasília: EMBRAPA, Depto de Estudos e Pesquisas, 1984, p. 451-75.

PEREIRA, J. R. et al. Adubação orgânica com torta de filtro de cana-de-açúcar no algodoeiro semiperene BRS. 200 no Cariri Cearense. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO 5., 2005, Salvador. **Anais...** Salvador, 2005.

PORTAL UNICA. **Avaliação da Safra da cana de açúcar na Região Centro-Sul do País**. Disponível em: <<http://www.portalunica.com.br/portalunica/>>. Acesso em: 17 abr. 2009.

RIOS, M. Torta de filtro e cinza de caldeira devem passar por compostagem. **Jornal Cana**, Adamantina, 2008. Tecnologia agrícola, p.46.

ROSSETTO, R. A cultura da cana-de-açúcar da degradação à conservação. **Visão Agrícola**, v. 1, n. 1, p. 86-87, 2004.

ROSSETTO, R. et al. Fósforo. In: DINARDO-MIRANDA, L. L.; VASCONCELOS, A. C. M. de; LANDELL, M. G. de A. (eds.) **Cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2008a. p. 271-288.

ROSSETTO, R. et al. Potássio. In: DINARDO-MIRANDA, L. L.; VASCONCELOS, A. C. M. de; LANDELL, M. G. de A. (eds.) **Cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2008b, p. 289-312.

ROSSETTO, R.; SANTIAGO, A. D. **Adubação – resíduos alternativos**. Disponível em: <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01\\_39\\_711200516717.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_39_711200516717.html)>. Acesso em 23 set. 2010.

SANTOS, T. M. C. dos. et al. Efeito da fertirrigação com vinhaça nos microrganismos do solo. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 1, p. 155-160, jan./mar. 2009.

SILVA, M. A. S. da; GRIEBELER, N. P.; BORGES, L. C. Uso de vinhaça e impactos nas propriedades do solo e lençol freático. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, n. 1, p. 108-114, 2007.

VITTI, G. C.; OLIVEIRA, D. B. de; QUINTINO, T. A. Micronutrientes na cultura da cana de açúcar. In: SEGATO, S. V. et al. (orgs.) **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: CP2, 2006, p. 122-138.

