

# FERTIRRIGAÇÃO



## CANA-DE-AÇÚCAR

**SISTEMA FAEP**



# **SENAR - ADMINISTRAÇÃO REGIONAL DO ESTADO DO PARANÁ**

## **CONSELHO ADMINISTRATIVO**

**Presidente:** Ágide Meneguette

### **Membros Titulares**

Rosanne Curi Zarattini

Nelson Costa

Darci Piana

Alexandre Leal dos Santos

### **Membros Suplentes**

Livaldo Gemin

Robson Mafioletti

Ari Faria Bittencourt

Ivone Francisca de Souza

## **CONSELHO FISCAL**

### **Membros Titulares**

Sebastião Olímpio Santaroza

Paulo José Buso Júnior

Carlos Alberto Gabiatto

### **Membros Suplentes**

Ana Thereza da Costa Ribeiro

Aristeu Sakamoto

Aparecido Callegari

### **Superintendente**

Pedro Carlos Carmona Gallego

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL  
ADMINISTRAÇÃO REGIONAL DO ESTADO DO PARANÁ

Cana-de-açúcar  
**Fertirrigação**

Curitiba  
2004

Depósito legal na CENAGRI, conforme Portaria Interministerial n.º 164, datada de 22 julho 1994.

Os direitos de reprodução são reservados ao Editor.

Serviço Nacional de Aprendizagem Rural  
Administração Regional do Estado do Paraná – SENAR-PR  
Rua Marechal Deodoro, 450 - 16º andar  
Fone: 041-322-0401 - Fax: 041-323-1779  
e-mail: [senarpr@senarpr.org.br](mailto:senarpr@senarpr.org.br)  
<http://www.senarpr.org.br>

**Catálogo no Centro de Documentação, Informações Técnicas e  
Biblioteca do Senar-PR**

Lemes, Luis Guilherme Paraná Barbosa.

Trabalhador no cultivo de plantas industriais : cana-de-açúcar, fertirrigação  
/ Luis Guilherme Paraná Barbosa Lemes; Miguel Bento de Assis /e/ Sérgio  
Takashi Noguchi. – Curitiba : SENAR-PR, 2004.

52p. ; il.

1. Cana-de-açúcar. 2. Cultivo de plantas industriais. 3. Trabalhador  
rural. I. Assis, Miguel Bento de. II. Noguchi, Sérgio Takashi. III. Cartilha do  
trabalhador. IV. Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. Administração  
Regional do Estado do Paraná. V. Título.

CDU631.558.6

Nenhuma parte desta publicação poderá ser reproduzida, por qualquer meio, sem a autorização do editor.

# APRESENTAÇÃO

O Sistema FAEP é composto pela Federação da Agricultura do Estado do Paraná (FAEP), o Serviço Nacional de Aprendizagem Rural do Paraná (SENAR-PR) e os sindicatos rurais.

O campo de atuação da FAEP é na defesa e representação dos milhares de produtores rurais do Paraná. A entidade busca soluções para as questões relacionadas aos interesses econômicos, sociais e ambientais dos agricultores e pecuaristas paranaenses. Além disso, a FAEP é responsável pela orientação dos sindicatos rurais e representação do setor no âmbito estadual.

O SENAR-PR promove a oferta contínua da qualificação dos produtores rurais nas mais diversas atividades ligadas ao setor rural. Todos os treinamentos de Formação Profissional Rural (FSR) e Promoção Social (PS), nas modalidades presencial e online, são gratuitos e com certificado.



# SUMÁRIO

|  |    |
|--|----|
| INTRODUÇÃO.....                              | 7  |
| 1 O QUE É VINHAÇA E COMO É PRODUZIDA?.....   | 9  |
| 2 EFEITOS DA VINHAÇA NO SOLO E NA CANA ..... | 11 |
| 3 DISTRIBUIÇÃO DA VINHAÇA .....              | 13 |
| 4 MÉTODOS DE FERTIRRIGAÇÃO.....              | 18 |
| 5 DESCRIÇÃO DO EQUIPAMENTO .....             | 23 |
| 6 OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DO EQUIPAMENTO.....  | 26 |
| 7 SEGURANÇA NO TRABALHO .....                | 46 |
| CONCLUSÃO.....                               | 50 |
| REFERÊNCIA.....                              | 51 |





# INTRODUÇÃO

A vinhaça sempre foi um problema nas destilarias de álcool, contudo dada a sua riqueza em potássio, fósforo, nitrogênio e matéria orgânica, passou a ser utilizada na lavoura, com grande sucesso econômico.

Sua utilização *in natura*, por meio da fertirrigação em quantidades racionais, apresenta efeitos altamente positivos sobre a cultura, dentre eles a elevação da produtividade agrícola, além de evitar o despejo do resíduo em cursos d'água.

Este manual tem a finalidade de explicar os benefícios obtidos mediante a aplicação de vinhaça na cultura da cana-de-açúcar; mostrar as formas de distribuição de vinhaça, os métodos de fertirrigação e os métodos de operar o equipamento que distribui vinhaça, bem como os procedimentos de segurança na sua manipulação.



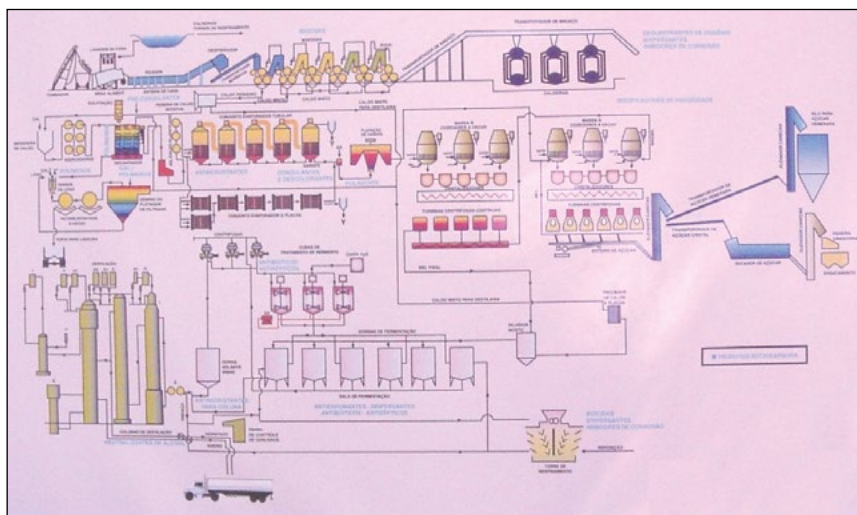
# 1 O QUE É VINHAÇA E COMO É PRODUZIDA?

A vinhaça também conhecida por vinhoto, restilo, caldo ou garapão, dependendo da região; é um líquido que varia da cor marrom escuro a amarelada, de natureza ácida, que sai da bica de destilação à temperatura aproximada de 105°C, com cheiro nauseante, qualidade esta que está relacionada ao teor residual de açúcar o qual, por sua vez, provoca um processo de putrefação tão logo a vinhaça é descarregada.

Sua composição é bastante variável, dependendo, principalmente, da composição do vinho (líquido que sofreu processo de fermentação), o qual, por sua vez, depende de fatores como a natureza e a composição da matéria prima, o sistema usado no preparo do mosto (líquido espumoso que não passou pelo processo de fermentação), o método de fermentação adotado, o tipo de aparelho destilatório e a maneira de destilação.

Segundo Freire (2000), a cana-de-açúcar que chega na usina é lavada e moída nas moendas para extração do caldo de cana. Após ser submetido ao processo de clarificação, concentração e centrifugação, do caldo de cana obtêm-se o açúcar comercial e o mel. Este, depois de passar por um novo processo de cozimento a vácuo para obtenção do açúcar de segunda, transforma-se em melaço.

O melaço, depois de diluído, dá origem ao mosto de melaço, que é enviado às donas de fermentação. Da fermentação do melaço diluído resulta um líquido denominado vinho, o qual, depois de centrifugado com o objetivo de recuperar o fermento, é encaminhado às colunas de destilação, resultando na produção do álcool hidratado e vinhaça, que é o resíduo da destilação do vinho. Para cada litro de álcool produzido são gerados, em média, 13 litros de vinhaça.



Fluxograma da fabricação do álcool de cana-de-açúcar  
(figura cedida pela Usina Santa Teresinha, Paranacity, PR).

## 2 EFEITOS DA VINHAÇA NO SOLO E NA CANA

A vinhaça por ser um resíduo rico em matéria orgânica e em elementos minerais, ao ser aplicada no solo como fertilizante, favorece as seguintes características físicas, químicas e biológicas:

- Aumento da atividade microbiana do solo, propiciando: mineralização do solo (deterioração dos resíduos de culturas e matéria orgânica no solo liberando nitrogênio mineral), imobilização de nitrogênio (passagem do nitrogênio inorgânico para nitrogênio orgânico), nitrificação (processo de oxidação de amônia para nitrato em condições anaeróbias) e elevação do pH do solo (grau de acidez do solo. O pH 7 indica solo neutro; abaixo de 7 é ácido e acima, alcalino) por meio da oxidação da matéria orgânica.
- O potássio encontrado na vinhaça torna a cana-de-açúcar mais succulenta, pois aumenta o teor de umidade dos colmos e o tecido que contém polpa. Quanto menor o teor de fibra no colmo, maior é o teor de polpa, diminuindo o poder de combustão da planta.
- A adição de vinhaça no solo provoca melhoria nas suas propriedades químicas, melhoria essa que é traduzida

pela elevação dos teores de potássio, cálcio e magnésio, redução do teor de alumínio trocável e aumento da capacidade de trocas catiônicas – CTC do solo. Essa elevação da CTC provoca menor lixiviação de cátions (processo em que a água da chuva ao penetrar no solo carrega consigo esses elementos químicos), ao mesmo tempo mantém os cátions em condições de disponibilidade para a planta.

- O acamamento (tombamento da planta) está relacionado com o efeito do potássio sobre a fisiologia da cana, pois reduz o teor de lignina, elemento que, junto com a celulose, é responsável pelo enrijecimento das fibras.

### **OBSERVAÇÃO**

*A aplicação indiscriminada de vinhaça na lavoura canavieira pode acarretar resultados negativos à industrialização do açúcar, pois elevará os teores de potássio e de amido no caldo, cujos efeitos são altamente prejudiciais à qualidade do açúcar obtido.*

### 3 DISTRIBUIÇÃO DA VINHAÇA

A vinhaça que sai da bica de destilação é distribuída pelo terreno através do canal principal. Esse pode ser de terra ou revestido com manta asfáltica.



Preparação de um canal de terra



Canal de terra

As principais vantagens no revestimento dos canais com a manta asfáltica são: o melhor aproveitamento da vinhaça evitando a sua infiltração, que pode chegar até 25%, e a proteção do meio ambiente, principalmente em áreas onde o lençol freático é mais próximo da superfície.

A vegetação na borda dos canais deve estar sempre aparada, a fim de que não caia palha e sujeira no canal.



Canais revestidos por manta asfáltica





Em locais estratégicos, existem pontos de bombeamento, dos quais saem tubulações de PVC (para vinhaça com baixa temperatura), RPVC (para vinhaça com temperatura elevada) ou alumínio, que funcionam como linha primária, distribuindo a vinhaça para outros talhões.



Conexão do canal com tubulação de PVC

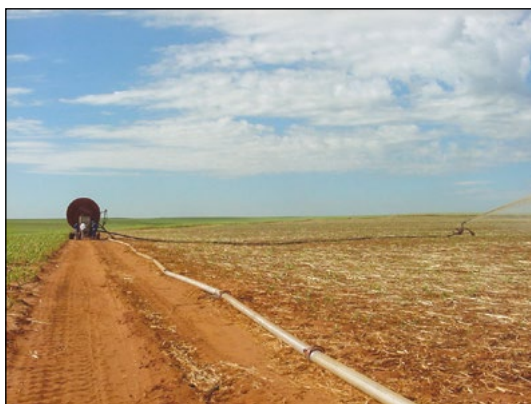


Conexão com tubulação de alumínio

Nessa tubulação é conectada a motobomba ou o carretel irrigador. Estas podem estar enterradas ou podem ficar expostas na superfície do solo.



Conexão entre as tubulações



Conexão das tubulações no carretel

O terreno a ser irrigado é balizado com pedaços de cana, para que não ocorra sobreposição na área irrigada.



Balizamento com cana

## 4 MÉTODOS DE FERTIRRIGAÇÃO

Fertirrigação é o processo conjunto de irrigação e adubação, utilizando a própria água de irrigação para conduzir e distribuir o adubo na lavoura. O método de aplicação por aspersão é o mais indicado tecnicamente, devido à melhor distribuição da vinhaça. Este pode ocorrer da seguinte forma:

- Aspersão com “Rolão”: a vinhaça succionada dos canais que margeiam os talhões com auxílio de uma motobomba é distribuída por meio de um equipamento constituído por um aspersor montado sobre duas rodas, alimentado por um tubo flexível. Este tubo, depois de estendido é enrolado em um carretel movido por uma turbina hidráulica e um redutor, por meio de polia e correias. À medida que o tubo é recolhido pelo carretel, o carro irrigador com o aspersor vai irrigando a faixa de terra que está no seu raio.



Carretel enrolador



Carretel aplicando vinhaça



Rolete com sensor que regula a velocidade de enrolar da mangueira

Normalmente trabalha-se com dois conjuntos de aspersores: enquanto um está sendo utilizado, o outro é transportado e montado em nova posição, permitindo que o sistema funcione com continuidade.

A principal vantagem do processo é possibilitar o melhor controle da qualidade de vinhaça aplicada e a homogeneidade de distribuição.

- Caminhão-extensão: o caminhão-tanque é abastecido em estações de carregamento, distribuídas pelo canavial. Estes caminhões alimentam a motobomba que está ligada a um rolão. Ambos encontram-se sobre um eixo tipo “Julieta”.





Abastecimento dos caminhões



Carretel acoplado ao tanque



Carretel no engate “Julieta”



Conjunto completo

### **OBSERVAÇÃO**

*A composição da vinhaça a ser utilizada também é de fundamental importância, principalmente para orientações quanto às dosagens a serem aplicadas no campo.*



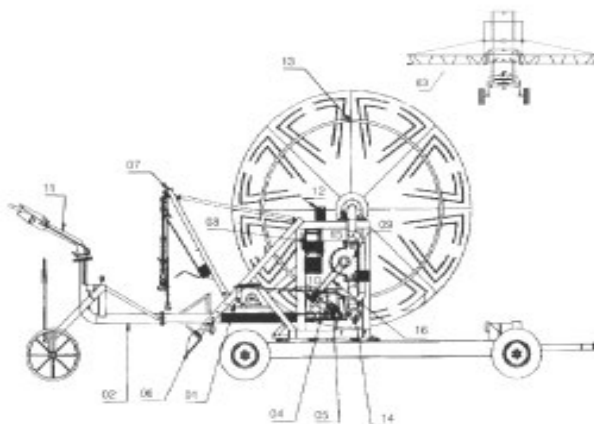
## **5 DESCRIÇÃO DO EQUIPAMENTO**

O equipamento é constituído de um conjunto motriz que aciona o carretel conectado a uma mangueira especial de polietileno. A extremidade dessa mangueira é ligada a um carro com aspersor canhão, ou a um carro com barra irrigadora.

### **COMPONENTES DO CARRETEL**

- 1) Fim de curso: é um mecanismo que, acionado, desengata mecanicamente o redutor, colocando-o em ponto morto conseqüentemente parando o carro irrigador.
- 2) Carro irrigador: tubulação em aço inox com rodas de ferro ou pneus.
- 3) Barra irrigadora: estrutura em aço inox, com quatro rodas e regulável na altura e faixa de abrangência.
- 4) Freio redutor: os freios impedem que o carretel desenvolva velocidade de desenrolamento maior que a efetuada pelo trator.
- 5) Tomada de força para trator: é usada para enrolar a mangueira com o auxílio do trator, quando por qualquer motivo (chuva, falta de vinhaça no canal) o processo de enrolamento automático for interrompido.

- 6) Âncoras: são sapatas reguláveis, com a finalidade de fixar e apoiar a máquina ao solo quando em operação.
- 7) Guincho para transporte: serve para erguer o carro irrigador, quando transportar o equipamento na área.
- 8) Painel eletrônico: o painel é composto por um monitor de controle, um registro, um rolo sensor de velocidade, um motor elétrico responsável pela abertura ou fechamento do registro e uma bateria de 12V que alimenta o conjunto. O equipamento tem a função de regular e manter constante a velocidade de recolhimento da mangueira. Essa velocidade é programada de acordo com a lâmina d'água que se deseja obter.



Carretel

## VANTAGENS DO EQUIPAMENTO

- 1) Baixo custo operacional, pois é operado por apenas um homem e um trator.
- 2) Adapta-se a diversos tipos de terreno e culturas.
- 3) Equipamento de grande versatilidade, fácil de transportar e operar, não necessita de mão-de-obra especializada.
- 4) Opera em terrenos planos, ondulados ou rampas de até 12%, curvas de níveis estreitas ou largas.

## 6 OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DO EQUIPAMENTO

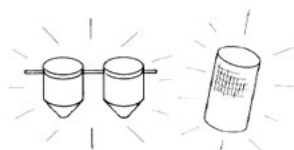
### 6.1 OPERAÇÃO DA MOTOBOMBA A DIESEL

Antes de colocar em funcionamento deve-se proceder da seguinte forma:

- Verificar o nível de óleo no motor e no mancal da bomba, o nível de água no radiador, o nível de água da bateria e a tensão das correias.



- Verificar os filtros de combustível e ar, fechar totalmente o registro da saída da bomba.



- Verificar se o canal onde será colocado o crivo da sucção ou “cebolão” está limpo.



Canal limpo



Canal sujo

- Não deixar o crivo da sucção encostar-se ao leito do canal, para evitar a captação de sujeira.



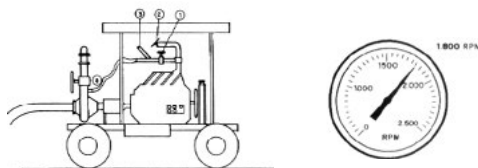
Crivo encostado no canal

- Ao dar a partida, se o motor estiver frio, deve-se aguardar o seu aquecimento.



## Equipamentos dotados de escorva automática:

- Quando o motor atingir 600 rpm, é aberto o registro da mangueira do venturi (1) e restringida a saída dos gases do escapamento (2), até a saída de líquido pelo venturi (3). Fechar o registro da mangueira do venturi e abrir lentamente o registro de saída da bomba (4), liberar a saída de gases e elevar a aceleração do motor no máximo a 1800 rpm. Caso a escorva não ocorra, verificar se não há entrada de ar pela sucção, gaxeta, mangueira do venturi ou vedações da bomba.



- Acelerar lentamente o motor até que o manômetro do rolão alcance a pressão de trabalho (8 a 10 kg/cm<sup>2</sup>). Durante a operação, deve-se observar periodicamente se a sucção não está entupida, principalmente quando a captação é feita em um canal que possa conter palha ou próxima a áreas onde a colheita é mecanizada. Para desligar, deve-se reduzir gradualmente a rotação do

motor até aproximadamente 1000rpm, então, fechar lentamente o registro de saída da bomba e desligar o motor.



### **Equipamentos dotados de tanque de expansão, sucção ou escorva**

- A primeira vez em que é utilizado, o tanque deve ser enchido manualmente.
- Fecha-se o registro, é dada a partida no motor e então é aberto o registro.





Tanque de expansão



Registro

- Eleva-se lentamente a aceleração do motor até que o manômetro do rolão alcance a pressão de trabalho (8 a 10 kg/cm<sup>2</sup>). Não se deve ultrapassar a rotação de 1800 rpm no motor.



Motobomba montada sobre "Julieta"

- Para desligar, deve-se reduzir gradualmente a rotação do motor até aproximadamente 1000 rpm, então, fechar lentamente o registro de saída da bomba e desligar o motor.

## 6.2 OPERAÇÃO DO CARRETEL IRRIGADOR

Posicione a motobomba no local adequado para a captação da vinhaça, em seguida monte a tubulação mestra e coloque o carretel na área a ser irrigada.



Com o equipamento posicionado na linha deve-se proceder da seguinte forma:

- Freie o equipamento.



- Destrave o cavalete e gire o conjunto na posição de 90º em relação ao arruamento.





- Nivela a máquina e ancore o equipamento por meio das sapatas.



- Engate o sistema irrigador no trator.



- Freie o redutor, verifique se o redutor encontra-se na posição neutra. Em seguida, desloque o trator lentamente (5 km/h), puxando o irrigador. É importante observar o desenrolar do carretel, pois quando surgir a faixa branca no carretel ou a luz de sinalização, o trator só pode percorrer mais 15 metros.





- Coloque a alavanca do redutor na posição I ou II de acordo com a velocidade de recolhimento desejada. Para velocidade até 60m/h, usar posição I e acima de 60m/h usar posição II. Caso a alavanca não engate direito, gire manualmente o redutor na tomada de força no sentido horário, forçando simultaneamente a alavanca até engatá-la.



- Solte o freio do redutor, verifique se a mangueira adutora do carretel está conectada na saída adutora da bomba e acione a motobomba. Imediatamente a turbina começará a girar.



- Regule a velocidade de recolhimento do carro irrigador no painel, conforme o manual de instruções de funcionamento do painel eletrônico do equipamento. Caso o processo de enrolamento automático for interrompido, a mangueira poderá ser enrolada, por meio de sua tomada de força, acoplada ao eixo de entrada do redutor.



Modelos de painel eletrônico

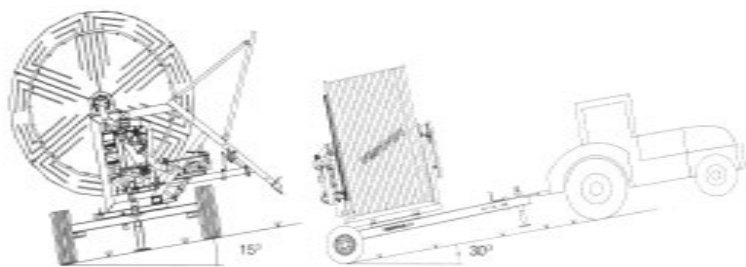
- Ao término da irrigação, desconecte a mangueira de entrada do carretel e enrole-a no suporte apropriado. Prenda o carro irrigador nos devidos cabos, erga as sapatas e transporte o equipamento. Procure mantê-lo limpo, lubrificado e guardando em local coberto.



### 6.3 OPERAÇÕES DE TRANSPORTE NO CAMPO

O transporte do equipamento no campo deve obedecer às seguintes condições:

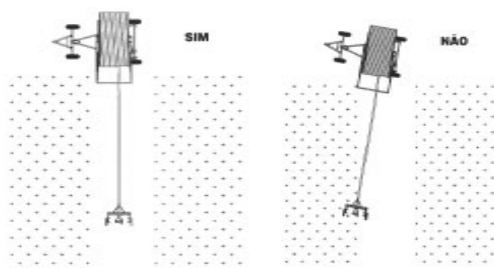
- a) velocidade de transporte máxima de 10 Km/h;
- b) ângulo de inclinação transversal máxima de 15° graus;
- c) ângulo de inclinação longitudinal máximo de 30° graus;



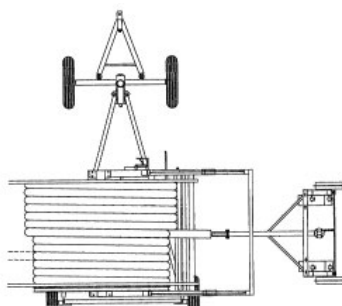
- d) máquina sempre nivelada no ponto de irrigação;



- e) máquina posicionada de maneira que a mangueira seja desenrolada em linha paralela ao plantio;



- f) trabalho em posição de 90° graus em relação ao seu eixo.



## 6.4 MANUTENÇÃO

### Diária

- Verifique o estado e pressão dos pneus (60 libras).
- Verifique as correias em geral.
- Verifique os manômetros.

- Verifique a pressão de entrada na máquina.
- Verifique o monitor e baterias.
- Verifique o parafuso das rodas.

### **Semanal**

- Engraxe e lubrifique todos os pontos necessários (mancais, correntes, fim de curso e rodas).
- Lubrifique as correntes com óleo 90.

### **Anual**

- Troque graxa do cubo de roda.
- Troque óleo do redutor 1 vez ao ano ou a cada 800 horas de serviço.

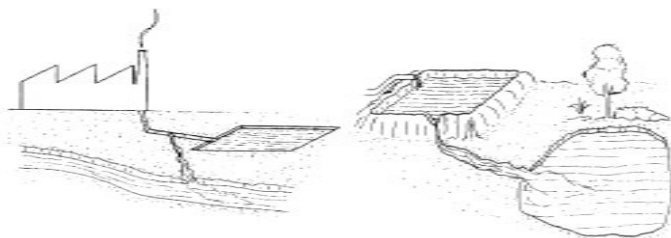
### **Cuidados Especiais**

- Verifique periodicamente o correto aperto e a fixação de todos os componentes da máquina.
- Nunca coloque a máquina em funcionamento sem que a carenagem esteja devidamente presente e fixada.
- Não se aproxime do aspersor canhão quando em operação.
- Nunca ligue a moto bomba sem conectar a mangueira adutora do carretel na saída adutora da bomba.

## 7 SEGURANÇA NO TRABALHO

### ROMPIMENTO DE TUBULAÇÃO E TANQUE DE VINHAÇA

Vazamentos na tubulação que transporta a vinhaça para a lavoura ou dos tanques que armazenam a vinhaça podem causar contaminação no lençol freático, em rios e no solo. Por isso, deve-se fazer a manutenção preventiva na tubulação, trocando tubos em mau estado de conservação. Além disso, verificar periodicamente as condições dos diques (muros ao redor do tanque).



### QUEIMADURAS

A vinhaça que sai da destiladora com uma temperatura elevada pode causar queimaduras nos operadores. Por isso, como medidas preventivas, recomenda-se o uso de equipamentos de



proteção individual – EPIs (luva de pvc e de raspa, calça e blusas compridas, protetor auricular, óculos de lente escura, óculos de lente transparente e botina).



## **ROMPIMENTO DE CANAIS**

São comuns trabalhos para aprofundar o canal no ponto onde o crivo do conjunto motobomba irá coletar vinhaça; recomenda-se uma profundidade mínima de 60 centímetros.

O responsável por esse serviço deve utilizar EPI para evitar contato com a vinhaça caso o canal se rompa.

Também pode ser utilizada uma lona plástica que serve de barragem ou comporta para represar a vinhaça no canal.



## PROTEÇÃO DE MÁQUINAS

Mantenha a máquina sempre com as carenagens, a fim de evitar contato do operador com partes móveis do equipamento, colocando-o em risco.



## CONCLUSÃO

Como vimos, a aplicação racional de vinhaça na cultura da cana-de-açúcar, por meio da fertirrigação, é uma prática altamente lucrativa, pois pode substituir total ou parcialmente a adubação mineral, resolve o problema de descarte da vinhaça de forma não poluente, além de proporcionar aumento da produtividade agrícola.

Além disso, observamos que, para a aplicação sair de forma correta, é necessário seguir todos os passos da operação com o carretel irrigador, conforme foi apresentado.

***Em caso de dúvidas na consulta a este manual, entre em contato com o Senar-PR.***

## REFERÊNCIA

BERGAMASCO, A. F; **Modelo de balanço de nitrogênio para cana-de-açúcar: fase I – análise teórica e ajustes**. Campinas: Embrapa Informática, 2001.

DUARTE, N. F; **Potenciais impactos ambientais da monocultura da cana-de-açúcar**. Disponível em: [www.lagoadaprata.mg.gov.br/secma/analise/cana\\_de\\_acucar/PotenciaisImpactosAmbientais\\_canadeacucar\\_Neimar.pdf](http://www.lagoadaprata.mg.gov.br/secma/analise/cana_de_acucar/PotenciaisImpactosAmbientais_canadeacucar_Neimar.pdf). Acesso em 15/06/2003.

FREIRE, W.J; CORTEZ, L.A.B. **Vinhaça de cana-de-açúcar**. Guaíba: Agropecuária, 2000.

MELO, A.S.S.A; SILVA, M.P; **Estimando o valor da “externalidade positiva” do uso da vinhaça na produção de cana-de-açúcar: um estudo de caso**. Disponível em: <[www.nepam.unicamp.br/ecoeco/artigos/encontros/iv\\_en/mesa4/2.pdf](http://www.nepam.unicamp.br/ecoeco/artigos/encontros/iv_en/mesa4/2.pdf)>. Acesso em: 15/06/2003

MORENO, A; **Produtores pagarão R\$ 0,01 por m<sup>3</sup> de água tirada dos rios**. Disponível em: < [www.jornalcana.com.br/conteudo/noticia.asp?id\\_materia=2980](http://www.jornalcana.com.br/conteudo/noticia.asp?id_materia=2980) >. Acesso em: 15/06/2003

ZAMPIERI, R. H. **Fertirrigação**. Curitiba: Senar-PR, 1995.

[illegible]



## **SISTEMA FAEP**



Rua Marechal Deodoro, 450 - 16º andar  
Fone: (41) 2106-0401  
80010-010 - Curitiba - Paraná  
e-mail: [senarpr@senarpr.org.br](mailto:senarpr@senarpr.org.br)  
[www.sistemafaep.org.br](http://www.sistemafaep.org.br)



**Facebook**  
Sistema Faep



**Twitter**  
SistemaFAEP



**Youtube**  
Sistema Faep



**Instagram**  
sistema.faep



**Linkedin**  
sistema-faep



**Flickr**  
SistemaFAEP