

CONSERVAÇÃO, USO RACIONAL E SUSTENTÁVEL DA ÁGUA

Manejo e Cuidados no Uso da Vinhaça na Fertirrigação (4h)

CAPACITAÇÃO PARA GESTÃO DAS ÁGUAS



**Ministério do Meio Ambiente
Agência Nacional de Águas
Instituto de Pesquisa e Inovação na Agricultura Irrigada**

**Curso de Manejo e Cuidados no Uso da
Vinhaça na Fertirrigação (4h)**

Renata Nayara Câmara Miranda Silveira

Fortaleza, CE
2016

CRÉDITOS

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

Presidente

Michel Miguel Elias Temer Lulia

Ministério do Meio Ambiente

José Sarney Filho

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS

Diretoria Colegiada

Vicente Andreu Guillo (Diretor-Presidente)

Paulo Lopes Varella Neto

Gisela Damm Forattini

João Gilberto Lotufo Conejo

Ney Maranhão

Superintendência de Apoio ao Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos - SAS

Superintendente

Humberto Cardoso Gonçalves

Superintendente Adjunto

Carlos Motta Nunes

Coordenação de Capacitação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos - CCAPS

Especialistas em Recursos Hídricos

Taciana Neto Leme (Coordenadora)

Celina Lopes Ferreira

Daniela Chainho Gonçalves

Elmar Andrade de Castro

Jair Gonçalves da Silva

Jorge Thierry Calasans

Luís Gustavo Miranda Mello

Mariana Braga Coutinho de Almeida

Vivyanne Graça Mello de Oliveira

Analista Administrativo

Lucas Braga Ribeiro

Assistente Administrativa

Sandra Cristina de Oliveira

INOVAGRI - Instituto de Pesquisa e Inovação na Agricultura Irrigada

Douglas Ribeiro Garcia

Joaquim Moreira Viana

Sílvio Carlos Ribeiro Vieira Lima

IFCE - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará

Coordenação de Produção de Material Didático

Breno Giovanni Silva Araújo

Elaboração de Conteúdo

Renata Nayara Câmara Miranda Silveira

Design Educacional

Karine Nascimento Portela

Márcia Roxana da Silva Regis Arruda

Arte, Criação e Produção Visual

Anderson Marçal Moreira

Benghson da Silveira Dantas

Camila Ferreira Mendes

Suzan Pagani Maranhão

Valdir Muniz Rodrigues

Revisão Textual

Débora Liberato Arruda Hissa

Catálogo na Fonte: Islânia Fernandes Araújo (CRB 3 - Nº 917)

S587m Silveira, Renata Nayara Câmara Miranda

Manejo e cuidados no uso da vinhaça na fertirrigação / Renata Nayara Câmara Miranda Silveira. - Fortaleza: INOVAGRI/IFCE, 2016.

37p.: il. ; 27cm.

1. MANEJO DA VINHAÇA. 2. FERTIRRIGAÇÃO. 3. COMPOSIÇÃO DA VINHAÇA. 4. ÁGUAS RESIDUAIS. I. Instituto de Pesquisa e Inovação na Agricultura Irrigada. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE. III. Título.

CDD - 631

SUMÁRIO

Apresentação.....	5
Tópico 1 - Características da Vinhaça	6
Tópico 2 - Vantagens Econômicas do Manejo da Vinhaça no Setor da Agricultura Irrigada.....	11
Tópico 3 - Métodos de Irrigação para Aplicação da Vinhaça.....	15
Tópico 4 - Cuidados Básicos com os Equipamentos Utilizados	19
Tópico 5 - Problemas e Desafios Decorrentes do Manejo Inadequado da Vinhaça	25
Tópico 6 - Implicações Legais no Manejo da Vinhaça.....	29
Glossário	32
Referências	33
Minicurriculo	35

APRESENTAÇÃO

Caro(a) cursista,

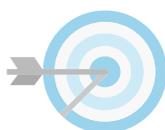
Neste curso, compreenderemos a importância do manejo da vinhaça no processo de fertirrigação (aplicação de fertilizante junto à água de irrigação) e as vantagens econômicas dessa técnica para produção agrícola, a fim de que você tenha condições de utilizar a vinhaça na fertirrigação sem que ocorram danos ambientais. Para deixar nosso estudo mais completo, apresentaremos as legislações que regem o manejo da vinhaça. Vamos à aula então?

OBJETIVOS

- Conhecer as vantagens do uso da vinhaça na fertirrigação.
- Aprender o manejo correto da vinhaça para que ela não venha a causar danos ambientais.
- Aprender sobre os cuidados básicos com os equipamentos utilizados no manejo da vinhaça.

TÓPICO 1

CARACTERÍSTICAS DA VINHAÇA



OBJETIVO

- Conhecer a composição química da vinhaça e seus benefícios para as plantas e para o solo.



Você sabia?

A vinhaça, também conhecida como vinhoto e restilo, é um resíduo líquido derivado da destilação do vinho, resultante da fermentação do caldo da cana-de-açúcar ou melação. Esse resíduo possui um alto valor fertilizante em solos, no entanto são necessários cuidados na aplicação da vinhaça para que ela não cause danos ao meio ambiente, principalmente em corpos d'água, sejam superficiais ou subterrâneos.

Neste tópico, vamos compreender que a composição da vinhaça depende da natureza e da composição da matéria-prima utilizada, do tipo de fermentação, da época de amostragem e do processo utilizado na fabricação do álcool [1]. Por isso, neste primeiro tópico, conheceremos alguns componentes relevantes encontrados na vinhaça e aprenderemos os benefícios que ela traz para a produtividade agrícola.

Composição química média da vinhaça

A composição química da vinhaça é bastante variável, depende da sua matéria-prima entre outros aspectos. A vinhaça

proveniente de **mosto*** de melação (mel residual da fabricação do açúcar) é,

* **Mosto** - (do latim *mŭstum*, "novo", "jovem"): líquido açucarado destinado à fermentação alcoólica.

em geral, mais rica em matéria orgânica e elementos minerais que a de mosto misto (melaço e caldo de cana) e o mosto de caldo de cana. O potássio é o elemento mineral predominante na vinhaça, seguido de cálcio, sulfatos, nitrogênio, fósforo e magnésio. Em relação aos micronutrientes, o ferro aparece em maior concentração, seguido do manganês, cobre e zinco em pequenas concentrações [1].

É recomendável fazer a contínua atualização de informações sobre os parâmetros químicos, como os teores de fósforo, matéria orgânica, água, entre outros nutrientes presentes na vinhaça, e também um acompanhamento monitorado, durante todo o processo de aplicação da vinhaça, para se evitar que a área que está recebendo a vinhaça se torne uma área com potencial de poluição ou que venha prejudicar a produtividade das culturas agrícolas.

Na tabela 1, podemos consultar a composição química da vinhaça proveniente da produção do álcool a partir do mel residual da fabricação do açúcar (**melaço***), do mosto misto e do mosto caldo de cana, em que é confirmada a predominância de potássio (K) para todos os tipos. Este mineral é fundamental no processo de fotossíntese, na absorção de nutrientes e em diversas reações enzimáticas no interior da planta, por isso a vinhaça se tornou uma ótima alternativa como fertilizante.

Tabela 1 - Composição da vinhaça produzida a partir de diferentes tipos de mosto.

Parâmetro	Melaço	Caldo	Misto
pH	4,2 - 5,0	3,7 - 4,6	4,4 - 4,6
Temperatura	80 - 100	80 - 100	80 - 100
DBO (mg/L O ₂) (1)	25.000	6.000 - 16.500	19.800
DQO (mg/L O ₂) (2)	65.000	15.000 - 33.000	45.000
Sólidos totais (mg/L)	81.500	23.700	52.700
Sólidos voláteis (mg/L)	60.000	20.000	40.000
Sólidos fixos (mg/L)	21.500	3.700	12.700
Nitrogênio (mg/L N)	450 - 1.610	150 - 700	480 - 710
Fósforo (mg/L P ₂ O ₅)	100 - 290	10 - 210	9 - 200
Potássio (mg/L K ₂ O)	3.740 - 7.830	1.200 - 2.100	3.340 - 4.600
Cálcio (mg/L CaO)	450 - 5.180	130 - 1.540	1.330 - 4.570

* **Melaço** - subproduto resultante da etapa de centrifugação, no processo de fabricação de açúcar. É utilizado para produção de álcool, em especial o etanol, como matéria-prima para fabricar cachaça, rum entre outros produtos.

Magnésio (mg/L MgO)	420 - 1.520	200 - 490	580.700
Sulfato (mg/L SO₄²⁻)	6.400	600 - 760	3.700 - 3.730
Carbono (mg/L C)	11.200 - 22.900	5.700 - 13.400	8.700 - 12.100
Relação C/N	16 - 16,27	19,7 - 21,07	16,4 - 16,43
Matéria orgânica (mg/L)	63.400	19.500	3.800
Subst. redutoras (mg/L)	9.500	7.900	8.300

(1) DBO = Demanda Bioquímica de oxigênio

(2) DQO = Demanda Química de oxigênio

* Dependendo da região do Brasil, a vinhaça pode receber diferentes nomes, tais como: vinhoto, vinhote, caldas, restilo, tiborna, caxixi ou garapão.

//////
 Fonte: Prada, Guekezan e Suárez-Iha (1997) [10]

Nos solos da região tropical, os teores de K normalmente são baixos, tornando necessária a complementação desse nutriente com fertilizantes para possibilitar produtividades sustentáveis [2].

É importante lembrar que a composição da vinhaça vai depender das condições já citadas, sendo necessária a análise físico-química da vinhaça que você utilizará na sua área, além da análise do solo para saber a necessidade de adubação, pois o solo é o meio pelo qual as plantas, através da absorção radicular, obtêm os elementos minerais essenciais. Quando o meio não tem ou não fornece as quantidades adequadas dos nutrientes, as plantas não terão as suas exigências nutricionais atendidas. Com isso, haverá a redução do crescimento e produção das culturas devido à deficiência nutricional.

Vamos aprender, a seguir, os efeitos que os componentes da vinhaça têm no solo e na planta.

Efeitos da vinhaça no solo agrícola

- a) elevação do pH;
- b) aumento da disponibilidade de alguns íons;
- c) aumento da capacidade de troca catiônica (CTC);
- d) aumento da capacidade de retenção de água;
- e) melhoria da estrutura física do solo;
- f) aumento da população e atividade microbiana no solo.

Nos primeiros dez dias após a aplicação da vinhaça, o pH do solo sofre uma redução considerável, porém, posteriormente, eleva-se abruptamente, chegando a valores maiores que sete (pH neutro), tornando-se o solo alcalino (pH acima de 7), com isso facilitando a absorção dos nutrientes pela planta, pois o pH do solo está diretamente relacionado ao movimento dos íons no solo [3].

A matéria orgânica exerce influência direta sobre as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo, assim é considerada um elemento de suma importância na produtividade agrícola. Quando a matéria orgânica contida na vinhaça é incorporada ao solo, ela é colonizada por fungos, os quais a transformam em húmus, neutralizando a acidez do meio, proporcionando a proliferação bacteriana. Por isso, a vinhaça também favorece no desenvolvimento desses microrganismos, os quais atuam na fixação biológica do nitrogênio [3].

Efeitos da fertirrigação com vinhaça sobre estado nutricional da planta

O uso da vinhaça como fertilizante, através da fertirrigação, ocorreu após evidentes desastres ecológicos, como a poluição de recursos hídricos devido ao descarte incorreto da vinhaça, o qual motivou estudos para o aproveitamento desse resíduo na agricultura. Nesses estudos, foi percebido que a vinhaça proporcionou aumento na produção agrícola da cana-de-açúcar, assim, substituindo o uso, em grande parte, da adubação mineral.

Devido à grande concentração de matéria orgânica, potássio, enxofre e outros elementos benéficos à nutrição de plantas, contidos na vinhaça, o uso agrícola desse resíduo como biofertilizante é indiscutível. A vinhaça pode ser armazenada por um longo período, pois adquire uma estabilização biológica, podendo ser aplicada na lavoura quando necessário [4].

O potássio (K), seguido pelo nitrogênio (N), são os nutrientes mais absorvidos pela cana-de-açúcar, tendo efeitos positivos na altura das plantas, perfilhamento e na produção de colmos de cana-de-açúcar [2]. O potássio permite que a planta tenha um uso mais eficiente da água presente no solo, pois ele influencia no fechamento e abertura dos estômatos, havendo uma maior translocação de carboidratos produzidos nas folhas para outros órgãos da planta, tendo uma maior eficiência enzimática, melhorando a qualidade comercial das plantas [5].

A aplicação da vinhaça na cana-de-açúcar provoca um aumento nutricional das plantas, aumentando espessura e a produção de colmos, conseqüentemente aumentando a produtividade desta cultura, além do favorecimento nas



Saiba mais!

Estudos vêm sendo realizados para verificar a eficácia da vinhaça em várias culturas agrícolas, já apresentando benefícios. Veja alguns resultados nas dicas de leitura apresentadas no final deste material.



Navegue!

Veja vídeo relacionado ao uso dos subprodutos da usina canavieira na adubação do plantio de cana. Acesse: <<https://youtu.be/YZedWSl3yco>>.

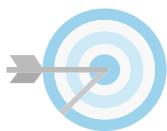
características industriais (produção de açúcar e álcool).

A utilização da vinhaça concentrada como biofertilizante líquido, utilizada em um cultivo experimental de alface na cidade de Descalvado (SP), proporcionou aumento significativo nas características nutricionais da alface, resultando em plantas maiores, com maior número de folhas e maior massa fresca [4]. O maior número de folhas observado na alface foi para a dose 2,98 m³ha⁻¹ de vinhaça concentrada a qual obteve um número médio de vinte e três folhas por pé.

Conhecemos até aqui a composição química que a vinhaça possui e seus efeitos no solo e na planta. Assim, podemos perceber que não há por que descartar a vinhaça, pois ela representa uma excelente fonte de nutrientes. No próximo tópico, vamos conhecer as vantagens econômicas que a vinhaça pode proporcionar ao irrigante.

TÓPICO 2

VANTAGENS ECONÔMICAS DO MANEJO DA VINHAÇA NO SETOR DA AGRICULTURA IRRIGADA



OBJETIVO

- Conhecer as vantagens econômicas da vinhaça para a diminuição nos custos de produção.

Você sabia que a vinhaça é o principal subproduto da produção do etanol? Para cada litro de álcool produzido, é gerado, pelo mesmo processo, em média 12 litros de vinhaça. Por ser rica em matéria orgânica, potássio e outros nutrientes, a vinhaça, antigamente vista como fonte potencial de poluição, hoje tem um grande valor econômico na lavoura da própria cana-de-açúcar, sendo aproveitada para fertirrigação (figura 1). Esse aproveitamento nos dará uma economia no custo de aplicação de fertilizantes, pois se economizam máquinas, mão de obra e compras de adubos.

Utilizar águas residuárias, como a vinhaça, na agricultura, como fontes alternativas de água, pode favorecer a produtividade de culturas, visto que esse resíduo contém bastante macro e micronutrientes, proporcionando uma economia de fertilizantes e de matéria orgânica.

É importante salientar que a água potável está cada vez mais escassa. Um dos principais agravantes dessa

Figura 1 - Fertirrigação na cana-de-açúcar



Fonte: Elaborada pela autora

escassez é o aumento da demanda, do desperdício, do mau uso, associados à poluição ou degradação do meio ambiente, e da má distribuição geográfica deste recurso em relação à densidade populacional. Além disso, há os fatores climáticos que agravam esta situação. Atualmente (2016), podemos perceber uma drástica alteração dos ciclos hidrológicos, em que vários estados do Brasil vêm sofrendo com a estiagem, como é o caso do estado de São Paulo e da maioria dos estados do nordeste brasileiro.

Diante do exposto, podemos afirmar que o uso da vinhaça como fonte hídrica é uma alternativa eficiente para irrigação em áreas próximas a usinas. Veja, na figura 2, algumas vantagens econômicas mais evidentes no uso correto da vinhaça.

Figura 2 - Vantagens econômicas do uso da vinhaça



Fonte: DEaD/IFCE

Vamos entender melhor as vantagens apresentadas na figura 2:

1. Melhoria no aproveitamento do sistema de irrigação

Em áreas com sistema de irrigação, este poderá ser utilizado para aplicação da vinhaça no plantio, melhorando o aproveitamento desse sistema, já que, além de continuar exercendo sua função de irrigar as culturas agrícolas, também servirá para aplicar a vinhaça.

Veremos mais sobre os métodos de aplicação de vinhaça no tópico 3.



Atenção!

Como a vinhaça é rica em nutrientes e é uma fonte de recurso hídrico para os vegetais, isso pode refletir em uma grande economia, no entanto a análise de solo e a análise físico-química do resíduo (vinhaça) são essenciais para que não se provoque algum desequilíbrio mineral no solo.

Figura 3 - Sistema de carretel enrolador com autopropelido para aplicação da vinhaça



Fonte: br.freepik.com

2. Economia de insumos (fertilizantes)

A utilização da vinhaça como adubo melhora a qualidade do plantio de cana-de-açúcar. Como se trata de um aproveitamento de um subproduto, apresenta uma economia na compra de adubos minerais, substituindo em grande parte

os nutrientes de adubação mineral e, dependendo da fertilidade do solo e da composição da vinhaça, a adubação mineral pode ser totalmente substituída pela vinhaça.



Navegue!

Veja reportagem que mostra as vantagens do uso da vinhaça, sua aplicação e dicas de cuidados em <https://youtu.be/VWm7j_3Q1Uw>.

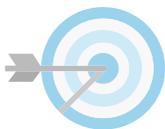
3. Aumento da produtividade

Vários trabalhos científicos já constataram o aumento da espessura do colmo da cana-de-açúcar adubada com a vinhaça, além de aumentar o número de perfilho, significando, assim, uma maior produção por hectares [6].

Diante dos benefícios apresentados neste tópico, não temos motivos de não aproveitarmos a vinhaça em nossas lavouras. No próximo tópico, conheceremos alguns sistemas de irrigação utilizados para aplicação da vinhaça.

TÓPICO 3

MÉTODOS DE IRRIGAÇÃO PARA APLICAÇÃO DA VINHAÇA



OBJETIVO

- Conhecer os métodos mais comuns para aplicação da vinhaça.

Há décadas, vem-se estudando a melhor técnica para aplicação da vinhaça nas lavouras. O método de aspersão foi a alternativa que mais evoluiu para aplicação da vinhaça em cana. Ele permite uma distribuição da vinhaça em maior área agrícola, além de evitar o tráfego de caminhões nos talhões da cana e permitir um maior controle da lâmina que está sendo aplicada no solo visando às exigências da legislação.

Neste tópico, vamos conhecer alguns métodos já testados e os mais usados atualmente.

1. Aspersão convencional

Na aspersão convencional (figura 4), apesar de permitir um melhor controle da quantidade da lâmina de vinhaça que está sendo aplicada e conseguir uma maior uniformidade de aplicação, a vinhaça acaba diminuindo a vida útil dos aspersores e das tubulações de aço zincado ou alumínio devido ao seu alto poder corrosivo. Dito isso, é aconselhável utilizar o método de aspersão mecanizada para aplicação da vinhaça e equipamentos com maiores resistência à corrosão como os fabricados em PVC, aço galvanizado e em fibra de vidro.

Figura 4 - Irrigação por aspersão convencional



Fonte: www.gettyimages.com/

2. Aspersão mecanizada

Dentre os sistemas de irrigação por aspersão mecanizada para aplicação da vinhaça, destacamos quatro métodos mais indicados: de montagem direta, de carretel enrolador com autopropelido, de carretel enrolador com barra irrigadora e do tipo pivô rebocável.

a) Sistema de montagem direta

O sistema de montagem direta é um conjunto moto-bomba acoplado a um aspersor tipo canhão hidráulico montado em um chassi com quatro rodas (figura 5). A vantagem principal do sistema de aspersão com montagem direta, quando comparado com o sistema de caminhões-tanque, é o menor custo por unidade de área fertirrigada. Por outro lado, a maior limitação é a exigência de uma rede de canais alimentadores, que implica em sistematização parcial do terreno e recortes da lavoura de cana.

Figura 5 - Sistema de montagem direta para fertirrigação com vinhaça



Fonte: www.corbisimages.com

b) Sistema de carretel enrolador com autopropelido

A evolução dos sistemas de montagem direta veio através da aplicação da vinhaça por sistema de irrigação por aspersão através de equipamentos autopropelidos acoplados a um tubo de polietileno denominado de carretel enrolador. A vantagem principal



Navegue!

Veja o funcionamento de um sistema autopropelido em: <https://youtu.be/jModHRp-p4o>.

desse sistema, por ser semimecanizado, é o fato de requerer menos mão de obra que a montagem direta (transporte e manuseio das extensões). Por outro lado, o autopropelido exige maior potência da moto-bomba e, conseqüentemente, consome mais combustível.

Figura 6 - Sistema de carretel enrolador com autopropelido para aplicação da vinhaça



Fonte: www.corbisimages.com

c) Sistema de carretel enrolador com barra irrigadora

A barra irrigadora é adaptada na extremidade da mangueira do carretel irrigador (figura 7). Ela surgiu como uma opção de equipamento que reduz a pressão de serviço, ou seja, diminui o consumo de energia. Além de minimizar a mão de obra, ela também aumenta a uniformidade e a eficiência de aplicação da vinhaça e da água.

d) Pivô rebocável

Quando se tratar da utilização do sistema apenas para fertirrigação, deverão ser utilizados sistemas do tipo pivô rebocável (figura 8), pois não será viável a utilização de um sistema fixo para aplicação das pequenas lâminas correspondentes à fertirrigação.

Navegue!



Veja uma opção eficiente para aplicação da vinhaça em: <https://youtu.be/YmljPDhs8ZE>.

Figura 7 - Equipamento barra irrigadora acoplada em uma mangueira de carretel irrigador



Fonte: www.corbisimages.com

Esse sistema é menos versátil que os carretéis, mas reduz significativamente a mão de obra e já é bastante utilizado para aplicação de efluentes.

Figura 8 - Equipamento pivô rebocável



Fonte: www.corbisimages.com



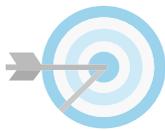
Saiba mais!

Uma evolução nas técnicas de aplicação de vinhaça é a utilização de **sistemas de gotejamento subsuperficial**. Experimentos conduzidos pelo Centro de Tecnologia Canavieira (CTC) mostram que é viável tecnicamente a aplicação da vinhaça por gotejamento. Entretanto, devido ao elevado custo, somado ao fato desse tipo de sistema de irrigação ser fixo, torna-se economicamente viável somente nas condições em que a irrigação por gotejamento na cana-de-açúcar apresentar viabilidade econômica, e a aplicação da vinhaça pelo sistema vier agregar valor.

Neste tópico, vimos várias opções de métodos de aspersão para aplicação da vinhaça. A escolha vai depender da viabilidade econômica do irrigante. No próximo tópico, conheceremos os cuidados básicos com os equipamentos utilizados no manejo da vinhaça na fertirrigação.

TÓPICO 4

CUIDADOS BÁSICOS COM OS EQUIPAMENTOS UTILIZADOS



OBJETIVO

- Aprender sobre os cuidados básicos com os equipamentos utilizados no manejo da vinhaça na fertirrigação.

Sabendo que a vinhaça tem um auto poder corrosivo e um potencial de poluição, surge a necessidade de alguns cuidados na escolha e manutenção dos equipamentos utilizados no manejo desse resíduo. Neste tópico vamos conhecer os materiais mais utilizados atualmente no manejo da vinhaça e aprenderemos alguns cuidados à serem tomados com os equipamentos.

Os canais mestres ou primários de uso permanente para distribuição de vinhaça durante o período de safra e os tanques de armazenamento deverão ser impermeabilizados com geomembrana de Polietileno de Alta Densidade (PEAD) ou serem impermeabilizados com materiais de igual ou superior efeito (figuras 9 e 10).

Figura 9 - Canais permanentes revestidos com Geomembrana de PEAD



Fonte: Elaborada pela autora

Figura 10 - Tanques de armazenamento de vinhaça revestidos com Geomembrana de PEAD



Fonte: Elaborada pela autora

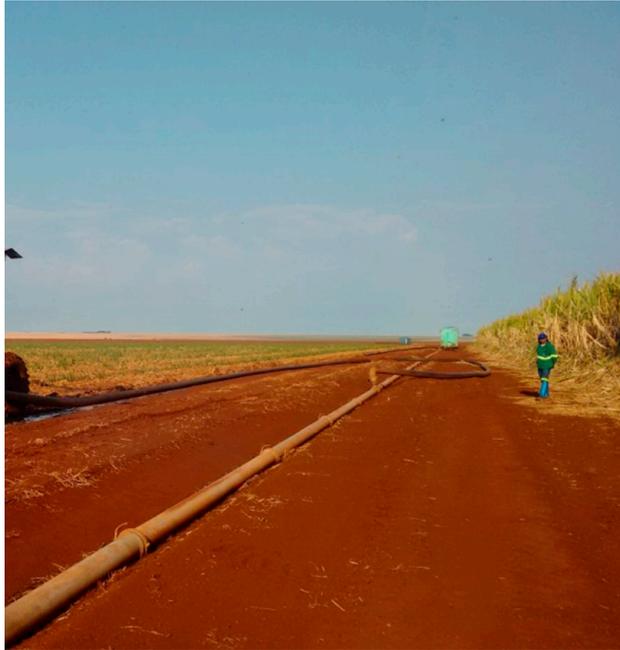
Caso o transporte da vinhaça até a lavoura seja realizado através de tubos, esses devem ser de material com maior resistência à corrosão, como aqueles fabricados em RPVC, PRFV ou alumínio. Para tubos com diâmetros maiores que 15 cm, dê preferência aos fabricados a partir de PRFV (figura 11).

Figura 11 - Tubo subterrâneo de PRFV para transporte da vinhaça até a lavoura



Fonte: Elaborada pela autora

Figura 12 - Tubo de alumínio para transporte de vinhaça e mangueira de plástico



Fonte: Elaborada pela autora

Ao término de cada safra, os tanques de armazenamento de vinhaça e canais de distribuição impermeabilizados devem ser lavados para evitar sedimentação, encrostamento e aumentar a vida útil dos materiais impermeabilizantes (figura 13).

Figura 13 - Lavagem de um tanque de armazenamento de vinhaça após a safra



Fonte: Elaborada pela autora

Para a aplicação da vinhaça em campo, normalmente se utilizam os sistemas de irrigação por aspersão mecanizada, como visto no tópico anterior. Recomendam-se utilizar equipamentos fabricados com materiais de maiores resistências à corrosão, como aço galvanizado, polietileno de média à alta densidade, PVC, fibras e alumínio.

Para aumentar a vida útil desses equipamentos, alguns produtores optam por uma pintura especial, como a tinta Alcatrão de Hulha, que possui ação anticorrosiva, resistência química a abrasão e em ambientes altamente úmidos. Na figura 14, é possível observar as estruturas de um pivô utilizado para fertirrigação com vinhaça pintados com a tinta Alcatrão de Hulha. Perceba que a pintura só é feita onde o resíduo alcança.

Figura 14 - Pivô rebocável pintado com Alatrão de Hulha



Fonte: Elaborada pela autora

Perceba ainda, na figura 14, que o motor de rotação dos pneus está com uma capa protetora de plástico, que permite que o motor não entre em contato com a vinhaça, aumentando sua vida útil.

Outro aspecto importante é o material do peso utilizado nos emissores de pivô. Recomenda-se o uso de pesos fabricados em plásticos. Observe, na figura 15, um peso construído de liga de zinco e, na figura 16, um peso construído a partir de termoplástico resistente à corrosão. Este último é mais barato que o de zinco e mais resistente a deteriorações, além de diminuir possíveis problemas de furtos de metais.

Figura 15 - Pesos de metal

Figura 16 - Peso de plástico



Fonte: Elaborada pela autora

Para proteção do gerador, é recomendável a utilização de uma lona de plástico. A lona evitará o contato da vinhaça na caixa de controle e diminuirá possíveis danos corrosivos dos equipamentos. Observe na figura 17 um exemplo dessa lona e veja que ela isola o gerador.

Figura 17 - Pivô rebocável com lona protetora de plástico



Fonte: Elaborada pela autora

Quando a aplicação da vinhaça é feita via sistemas de irrigação dotados de aspersores, como o pivô rebocável, é importante que haja um adequado sistema de filtragem para minimizar os problemas de entupimentos dos seus componentes.

Após a aplicação da vinhaça, é recomendada a lavagem do sistema, ou seja, o sistema de fertirrigação deve funcionar com água pura para limpar os seus componentes. Quando o sistema possuir filtro, este deve ser inspecionado para identificar se há necessidade de ser realizada uma limpeza ou de ser substituído.

Para o transporte da vinhaça em caminhões, os tanques de fibra de vidro são ideais, pois apresentam alta resistência à corrosão, baixo custo de manutenção e proporcionam um armazenamento mais seguro (figura 18).

Figura 18 - Tanque para o transporte de vinhaça



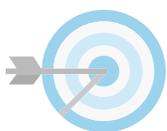
Fonte: <http://www.unifibra.ind.br/>

Após o esvaziamento do tanque, é importante que se faça uma limpeza de manutenção. Tanques com as paredes lisas e regulares evitam o acúmulo de resíduos e facilitam o processo de limpeza.

Neste tópico vimos alguns cuidados básicos que devemos ter com os equipamentos utilizados no armazenamento, transporte e aplicação da vinhaça para que estes venham a ter uma maior eficiência e vida útil. No próximo tópico, conheceremos alguns problemas e desafios decorrentes do manejo inadequado da vinhaça.

TÓPICO 5

PROBLEMAS E DESAFIOS DECORRENTES DO MANEJO INADEQUADO DA VINHAÇA



OBJETIVO

- Conhecer alguns problemas e desafios decorrentes do manejo inadequado da vinhaça e os aspectos legais relacionados ao manejo e uso da vinhaça.

Vimos que a vinhaça, de maneira geral, possui elevadas concentrações de matéria orgânica, potássio, nitrogênio entre outros elementos essenciais para o desenvolvimento e produtividade vegetal. Por outro lado, as propriedades químicas da vinhaça podem promover modificações na estrutura do solo, elevando a capacidade de infiltração da água no solo, conseqüentemente, aumentando a probabilidade de lixiviação de íons, o que pode promover a poluição das águas subterrâneas quando a vinhaça é aplicada em elevadas concentrações, e possíveis contaminações de águas superficiais, tanto através de escoamento superficial, como pelo movimento das águas subterrâneas que podem chegar aos corpos hídricos superficiais [3].

Veja algumas possíveis conseqüências do descarte da vinhaça em corpos d'água:

- Proliferação de microrganismos;
- Esgotamento do oxigênio dissolvido na água;
- Elevação da demanda bioquímica por oxigênio (DBO);
- Eutrofização;
- Destruição da flora e da fauna aquática;
- Impossibilidade de aproveitamento para consumo da água;

- Proliferação de insetos;
- Possíveis causas de endemias [7].

Na figura 19, temos um exemplo de crime ambiental, podendo o poluidor pagar por este crime.

Figura 19 - Descarte de vinhaça diretamente no Rio Ipojuca.



Fonte: www.corbisimages.com

A matéria orgânica existente na composição da vinhaça, quando lançada nos rios, representava alimento para a fauna aquática, mas até o ponto em que o oxigênio disponível na água não se torne fator limitante para sobrevivência, podendo ocasionar morte por asfixia, como ilustrado na figura 20.

Figura 20 - Mortalidade de peixes por falta de oxigênio na água. Rio Ipojuca.



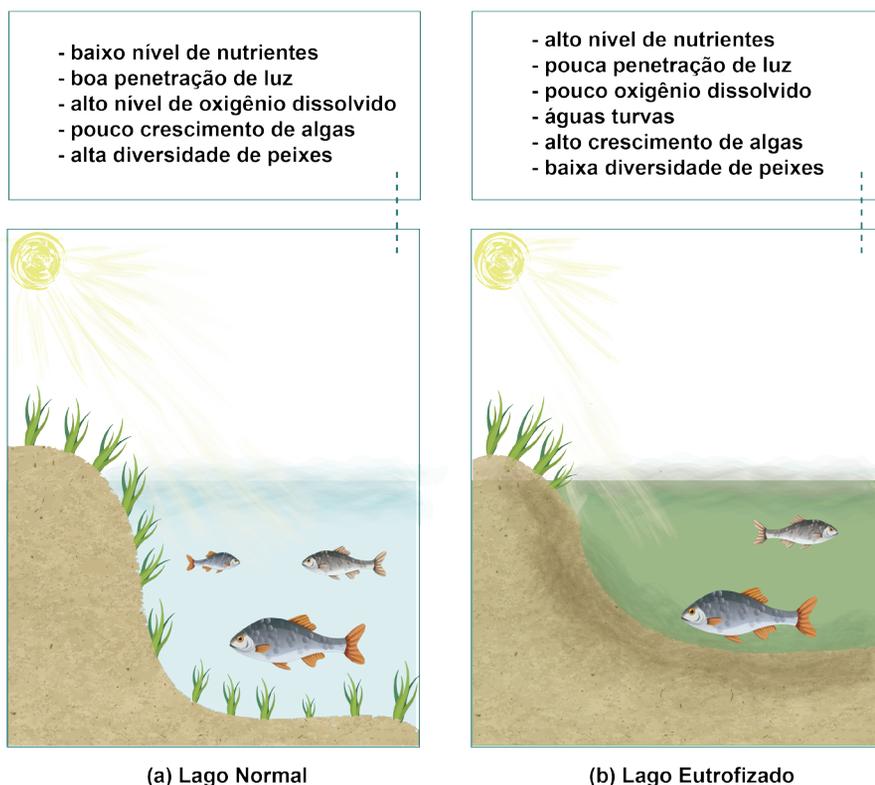
Fonte: www.corbisimages.com

Em 1976, o governo estadual passou a regulamentar a disposição de matérias poluentes nos recursos hídricos, e em 1978 o governo federal publicou a Portaria do Ministério do Interior nº 323 que proibiu o despejo da vinhaça em qualquer corpo hídrico. O aumento na produção de vinhaça e as restrições impostas no final da década de 1970 mobilizaram os centros de pesquisas a gerar informações para o uso racional deste resíduo, principalmente na agricultura, como fertilizante complementar a adubação mineral.

É importante ressaltar que grandes doses de vinhaça podem ter um impacto severo no solo e nas águas superficiais e subterrâneas, sendo recomendadas dosagens de acordo com a composição química da vinhaça, para que não ocorra degradação do solo ou processo de eutrofização dos recursos hídricos.

O processo de eutrofização consiste no aumento excessivo da concentração de nutrientes, sobretudo os nitrogenados e fosforados, nas águas superficiais, promovendo um elevado crescimento de algas e outras espécies vegetais aquáticas, quebrando o equilíbrio natural do ambiente. A morte e o apodrecimento desta flora aquática provocam um grande consumo do oxigênio dissolvido na água, levando à mortandade de peixes por asfixia [8].

Figura 21 - Processo de eutrofização de um lago



Fonte: Raven et al. (1998) adaptado por Langanke (2016)

Outra consequência da eutrofização, e um dos problemas mais graves, é o desenvolvimento de cianobactérias (bactérias fotossintetizantes), também conhecidas como algas azuis. As cianobactérias podem produzir diferentes toxinas, que podem ser fatais aos animais e ao homem. Em muitos casos, essas

toxinas continuam na água mesmo após tratamento de desinfecção da água.



Navegue!

Veja os problemas que a vinhaça pode causar quando não é manejada da forma correta em: <<https://youtu.be/xjDjO6110SU>>.

Importante ressaltar que o acúmulo da vinhaça no solo, além da poluição potencial dos corpos hídricos, também pode atrair a mosca do estábulo (mosca capaz de transmitir doenças para o gado), podendo ser fatal para o gado.

Veja na tabela 2 algumas consequências ocasionadas pelo manejo inadequado da vinhaça.

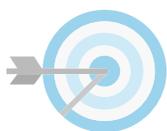
Tabela 2 - Exemplos de manejo inadequado da vinhaça

Erros mais comuns	Consequências
Acúmulo da vinhaça na área agrícola devido à aplicação em excesso.	Proliferação de insetos Percolação da vinhaça Potencial de contaminação das águas subterrâneas
Falta de uniformidade do sistema de irrigação.	Área duplamente fertirrigada Áreas sem fertirrigação
Não impermeabilização dos reservatórios de armazenamento ou dos canais de distribuição da vinhaça.	Perdas da vinhaça por percolação Contaminação das águas subterrâneas
Falta de análise do solo antes do período de aplicação da vinhaça.	Aplicação deficitária ou excessiva Perda da produtividade do cultivo
Lançamento da vinhaça em corpos hídricos.	Proliferação de microrganismos Redução ou esgotamento do oxigênio dissolvido na água Danos ou destruição da fauna e da flora aquática

Qualquer fonte de matéria orgânica, macro ou micronutrientes usados no solo podem ser considerados como fontes potenciais de poluição quando não são bem manejados. Por isso precisamos saber que o uso da vinhaça na agricultura é regido por leis específicas, para assim ter seu manejo adequado sem causar reflexos negativos ao meio ambiente, assuntos de nosso próximo tópico.

TÓPICO 6

IMPLICAÇÕES LEGAIS NO MANEJO DA VINHAÇA



OBJETIVO

- Conhecer os aspectos legais relacionados ao manejo e uso da vinhaça.

Estudos vêm sendo discutidos para uso da vinhaça de forma mais racional, levando em conta a composição química da vinhaça e a aplicação desta como fertilizante.

Existem diversas restrições com relação ao uso e destino da vinhaça, estas são regidas por legislações ambientais, tais como:

- **Portaria nº 323, de 29 de novembro de 1978, do Ministério do Interior**, que proíbe o lançamento direto ou indireto, da vinhaça, em qualquer coleção hídrica, pelas destilarias instaladas ou que venham a se instalar no país;

- **Portaria nº 124, de 20 de agosto de 1980, do Ministério do Interior**, que dita as normas no tocante à prevenção de poluição hídrica, para a localização de indústrias, construções ou estruturas potencialmente poluidoras e para dispositivos de proteção;

- **Portaria nº 518, de 25 de março de 2004, do Ministério da Saúde**, que estabelece procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade;



Saiba mais!

A Norma Cetesb P4.231/2005, sem tirar a importância das outras legislações ambientais, é a que mais nos interessa. A versão mais recente desta norma é a 2ª versão da 3ª edição de fevereiro de 2015 (veja na íntegra nos materiais para leitura complementar). No anexo desta norma, está disponível uma planilha referente ao controle da aplicação da vinhaça, que pertence ao Plano de Aplicação da vinhaça, apresentado no item 6 da P4.231. Esse plano tem o objetivo de pôr em prática o estabelecido nessa norma, possibilitando o uso racional e produtivo da vinhaça.



Vídeo

Confira o vídeo **Armazenamento, transporte e aplicação da vinhaça no solo agrícola** disponível no Ambiente Virtual de Aprendizagem. Com ele você aprenderá algumas considerações específicas para evitar ocorrência de poluição.

- **Resolução nº 357, de 2005, alterada pela de nº430 de 2011, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA)**, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, e estabelece, ainda, as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências;

- **Norma Cetesb P4.231/2005**, que estabelece critérios e procedimentos para o **armazenamento, transporte e aplicação no solo agrícola de vinhaça** gerada pela atividade sucroalcooleira para o Estado de São Paulo.

Neste tópico, vimos que existem várias legislações capazes de nos auxiliar no manejo adequado dos resíduos líquidos, seja a vinhaça ou outras fontes capazes de poluir o meio ambiente.

Neste curso, percebemos os benefícios que a vinhaça traz na produtividade agrícola, no entanto vimos também que este mesmo resíduo que é benéfico na agricultura pode causar sérios danos ambientais se atingir os corpos hídricos, por isso, o armazenamento, transporte e aplicação são regidos por lei. Seguindo as leis apresentadas, não há o que temer para começar a usar este maravilhoso e rico resíduo.

Dicas de leitura

Vinhaça: o futuro da fertirrigação: Acesse: <<http://www.usp.br/aun/exibir.php?id=7108&edicao=1216>>.

Fique por dentro das últimas notícias do setor canavieiro! Acesse: <<http://www.unica.com.br/noticias/>>.

Utilização das vinhaças para fertirrigação, com professor Dr. Pedro Henrique de Cerqueira Luz, AGRÁRIAS/FZEA/USP. Acesse: <http://www.nest.unifei.edu.br/portugues/pags/novidades/seminario_internacional_2009/files/Fertirrigacao%20vinhaca.pdf>.

Artigo “Uso da vinhaça no abacaxizeiro em solo de baixo potencial de produção”. Acesse: <http://www.scielo.br/pdf/pab/v34n7/8210>

Artigo “Girassol: emergência e crescimento inicial de plantas sob resíduos de cana-de-açúcar”. Acesse: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782008005000041>

Artigo “Vinhaça como fonte de potássio: resposta da sucessão aveia-preta/milho silagem/milho safrinha e alterações químicas do solo na Região Noroeste do Rio Grande do Sul”. Acesse: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782013000400006>

GLOSSÁRIO

Melaço - subproduto resultante da etapa de centrifugação, no processo de fabricação de açúcar. É utilizado para produção de álcool, em especial o etanol, como matéria-prima para fabricar cachaça, rum entre outros produtos.

Mosto - (do latim *mŭstum*, “novo”, “jovem”) - líquido açucarado destinado à fermentação alcoólica.

REFERÊNCIAS

- [1] SILVA, G. M. de A.; ORLANDO FILHO, J. **Caracterização da composição química dos diferentes tipos de vinhaça no Brasil**. PLANALSUCAR, 1981.
- [2] OTTO, R.; VITTI, G. C.; LUZ, P. H. C. de. Manejo da adubação potássica na cultura da cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, p. 1137-1145, 2010.
- [3] 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. Campina Grande, PB, DEAg/UFCG.
- [4] DALRI, A. B., et al. Fertirrigação com vinhaça concentrada no desenvolvimento da alface. **Revista Agrogeoambiental**, v. 6, n. 2 – Agosto, 2014.
- [5] ELIA NETO, André. **Uso e reuso de água na indústria canvieira**. Workshop on the impact os new technologies on the sustentability of the sugarcane/Bioethanol prodution cycle. Campinas, Brasil, 2009.
- [6] DA SILVA, Aletéia P. M.; BONO, José A. M.; DE AR PEREIRA, F. Aplicação de vinhaça na cultura da cana-de-açúcar: Efeito no solo e na produtividade de colmos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 1, p. 38-43, 2014.
- [7] BARBOSA, E. A. A. **Fertirrigação e aplicação de vinhaça via gotejamento subsuperficial na produção de cana-de-açúcar**. 2010. 91f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Produção Agrícola) - Instituto Agrônômico, Campinas, 2010.

[8] LANGANKE, R. **Eutrofização**. Disponível em: <http://eco.ib.usp.br/lepac/conservacao/ensino/des_eutro.htm#>. Acesso em: 17 abr. 2016.

[9] CETESB, NORMA **P4.231/2015 - Vinhaça** – critérios e procedimentos para aplicação no solo agrícola. 3. ed. 2ª versão. São Paulo: 2015.

[10] PRADA, S. M.; GUEKEZIAN, M.; SUÁREZ-IHA, M. E. **Metodologia analítica para a determinação de sulfato em vinhoto**. Instituto de Química - Universidade de São Paulo: 1997.

MINICURRÍCULO

Renata Nayara Câmara Miranda Silveira

Graduada em Agronomia pela Universidade Federal do Ceará (2011). Mestre em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal do Ceará (2014), onde pesquisou a exploração de água subterrânea no Perímetro Irrigado Curu-Pentecoste, Ceará. Doutoranda (desde 2014) em Geologia, na Área de Concentração em Hidrogeologia e Gestão Hidro-Ambiental do Departamento de Geologia da Universidade Federal do Ceará. Docente colaboradora nos Cursos de Capacitação de Agricultores através da parceria com a Agência Nacional das Águas (ANA) e o Instituto de Pesquisa e Inovação na Agricultura Irrigada (INOVAGRI). Professora colaboradora no Curso Técnico em Agrimensura do CEPEP, tendo ministrado aulas de Topografia no Curso de Graduação em Agronomia da UFC (2012-2014). Publicou artigos técnicos em congressos focados para água subterrânea e solos. Possui experiência na área de Engenharia Agrícola, com ênfase em Manejo de Bacias Hidrográficas, atuando principalmente nos seguintes temas: hidrogeologia, manejo na irrigação, conservação de água e solo, desenvolvimento sustentável, conhecimentos agroecológicos, educação ambiental, horticultura e floricultura.