

Avaliação da viabilidade do uso de vinhaça como adubo

CHITOLINA, Gustavo de Moraes
HARDER, Marcia Nalesso Costa

Resumo

A vinhaça é um subproduto resultante dos processos de produção do álcool com alto potencial poluente. Caracterizado como um líquido de cor amarronzada, pH ácido, o que acaba tornando-o um resíduo potencialmente corrosivo e altamente poluidor, além de deixar as usinas com a temperatura próxima ou superior à 80° C dificultando o transporte. Apesar das características químicas da vinhaça caracterizando-a como um resíduo nocivo, a mesma é utilizada, in natura, como adubo nas culturas de cana-de-açúcar. No Brasil, mesmo com a difícil gestão do uso da vinhaça, este subproduto substitui, parcialmente, a utilização de adubos minerais nos canaviais, diminuindo os custos envolvidos na aquisição de insumos agrícolas. Os benefícios encontrados para a fertilidade, rendimento e desenvolvimento da microbiota do solo foram satisfatórios, demonstrado pelos estudos que comprovam um aumento de 70% na produtividade de culturas de cana-de-açúcar. Corroborando, houve aumento de culturas de *Bacillus subtilis*, sendo estes organismos responsáveis pelo controle de doenças que afetam as culturas de cana-de-açúcar. Contudo, como malefícios apresentados pelo uso exacerbado e irresponsável da vinhaça, destacam-se a lixiviação de metais do solo, contaminação de fluxos subterrâneo d'água, elevação da densidade do solo, grave desequilíbrio ambiental de rios inviabilizando a vida aquática da região e o consumo da água. Portanto, é viável o uso da vinhaça como adubo, porém, destaca-se a importância dos estudos sobre o uso, aumentando ainda mais a consciência e responsabilidades do uso deste subproduto na agricultura, diminuindo os graves impactos ambientais que podem surgir.

Palavras-chave: vinhoto, microbiota, fertilização, cana-de-açúcar, etanol.

Abstract

Vinasse is a by-product resulting from alcohol production processes with high polluting potential. Characterized as a brownish liquid, acidic pH, which ends up making it a potentially corrosive and highly polluting residue, in addition to leaving the plants with a temperature close to or above 80 ° C, making transportation difficult. Despite the chemical characteristics of vinasse to be characterized as a harmful residue, it is used as fertilizer in sugarcane crops. In Brazil, even with the difficult management of vinasse, this by-product partially replaces the use of mineral fertilizers in sugarcane fields, reducing the costs involved in the acquisition of agricultural inputs. The benefits found for fertility, yield and development of the soil microbiota were satisfactory, demonstrating studies that prove an increase of 70% in the productivity of sugarcane crops. Corroborating, there was an increase in *Bacillus subtilis* cultures, these organisms being responsible for the control of diseases that affect sugarcane crops. However, of the harms presented by the exaggerated and irresponsible use of vinasse, the leaching of metals from the soil, contamination of underground water flows, soil cementation, severe environmental imbalance of rivers, making aquatic life in the region unfeasible and the consumption of water. Therefore, the use of vinasse as a fertilizer is feasible, however, it highlights the importance of studies on its use, further increasing the awareness and responsibilities of using this by-product in agriculture, reducing the serious environmental impacts that may arise.

Keywords: vinasse, microbiota, fertilization, sugar cane, ethanol.

Resumen

La vinaza es un subproducto resultante de los procesos de producción de alcohol con alto potencial contaminante. Caracterizado como un líquido amarronado, pH ácido, que termina convirtiéndolo en un residuo potencialmente corrosivo y altamente contaminante, además de dejar las plantas con una temperatura cercana o superior a 80 ° C, lo que dificulta el transporte. A pesar de que las características químicas de la vinaza se caracterizan como un residuo nocivo, se utiliza como fertilizante en cultivos de caña de azúcar. En Brasil, incluso con el difícil manejo de la vinaza, este subproducto reemplaza parcialmente el uso de fertilizantes minerales en los campos de caña de azúcar, reduciendo los costos involucrados en la adquisición de insumos agrícolas. Los beneficios encontrados para la fertilidad, el rendimiento y el desarrollo de la microbiota del suelo fueron satisfactorios, lo que demuestra estudios que demuestran un aumento del 70% en la productividad de los cultivos de caña de azúcar. Corroborando, hubo un aumento en los cultivos de *Bacillus subtilis*, siendo estos organismos responsables del control de enfermedades que afectan los cultivos de caña de azúcar. Sin embargo, de los daños que presenta el uso exagerado e irresponsable de la vinaza, la lixiviación de metales del suelo, la contaminación de los flujos de agua subterránea, la cementación del suelo, el grave desequilibrio ambiental de los ríos, la inestabilidad de la vida acuática en la región y el consumo de Agua. Por tanto, el uso de la vinaza como fertilizante es factible, sin embargo, se destaca la importancia de los estudios sobre su uso, aumentando aún más la conciencia y responsabilidades del uso de este subproducto en la agricultura, reduciendo los graves impactos ambientales que puedan surgir.

Palabras clave: vinaza, microbiota, fertilización, caña de azúcar, etanol.

INTRODUÇÃO

Com o exponencial crescimento do setor sucroalcooleiro, o aumento da produção de álcool de cana-de-açúcar acaba gerando uma quantidade maior de resíduos ligados a esta produção, exigindo um tratamento e manejo adequado destes resíduos evitando possíveis contaminações ao meio ambiente, como é o caso da vinhaça. A vinhaça é um resíduo da produção de álcool de cana, considerada como um resíduo de potencial contaminante elevado, pois que cada litro de álcool produzido, gera aproximadamente dez litros de vinhaça (FERRAZ et al., 2000). Também conhecida como vinhoto, este resíduo é caracterizado como um líquido de coloração amarronzada escura, pH ácido, constituído de aproximadamente 93% de água e 7% de sólidos orgânicos e inorgânicos, além de deixar as usinas em temperaturas elevadas, dificultando o manejo e transporte para destinações adequadas.

A vinhaça, mesmo possuindo um potencial poluente elevado, quando utilizada e manejada de maneira consciente pode ser consideravelmente benéfica para a fertilidade, para a microbiota do solo e para o desenvolvimento das culturas plantadas nos locais tratados com este subproduto. O ganho em fertilidade e desenvolvimento de microrganismos é justificado pela riqueza em nutrientes importantes para as culturas, tais como nitrogênio, potássio, cálcio, magnésio, fósforo, e, em teores menores, sulfato. A vinhaça também é constituída de componentes orgânicos, tais como etanol, glicerol, ácido láctico, frutose, glicose, sacarose e galactose. Contudo, a concentração desses elementos é influenciada diretamente pelos métodos utilizados no processamento do mosto, como também é influenciada pelo tipo de mosto utilizado na produção do álcool (GLORIA, 1984; LUDOVICE, 1996; TONOLI, 2017).

Estudos referentes aos benefícios proporcionados pela utilização da vinhaça como adubo para o solo demonstraram a importância do manejo adequado desse subproduto, melhorando de maneira significativa a absorção de nutrientes das plantas e, conseqüentemente, ampliando a produtividade das culturas. Dessa forma, o equilíbrio destes nutrientes no solo influencia consideravelmente o desenvolvimento de microrganismos responsáveis pelo controle de doenças, principalmente em culturas de cana-de-açúcar. Contudo, a utilização sem estudos prévios de vinhaça no solo pode acarretar em efeitos indesejados ao solo e fluxos subterrâneos d'água. Dentre os diversos malefícios encontrados no uso contínuo e inseguro, destaca-se o desequilíbrio de nutrientes no solo, lixiviação de metais e aumento da densidade do solo. Corroborando, a alta demanda biológica de oxigênio reduz as concentrações de oxigênio dos fluxos d'água e aumentam o crescimento de algas, resultando em um grave desequilíbrio ambiente (CARDOZO & ARAÚJO, 2011). O referente estudo tem como objetivo apontar os benefícios e malefícios da utilização da

vinhaça como adubo, apresentando diferentes estudos que reforçam a importância do manejo adequado deste subproduto.

1 OBJETIVO

O referente estudo tem como objetivo apontar as necessidades do uso apropriado da vinhaça como adubo nas culturas, apresentando diferentes resultados e estudos que demonstram benefícios e malefícios ao uso nas propriedades dos solos cultivados e nas culturas de cana-de-açúcar, comparando os dados levantados ao longo do tempo e reforçar a importância do manejo adequado deste subproduto para minimizar os possíveis impactos ambientais causados pelo uso indevido.

2 REVISAO DE LITERATURA

2.1 A Vinhaça

A vinhaça é um subproduto resultante dos processos de produção do álcool, sendo este um resíduo de potencial de contaminação ambiental, pois cada litro de álcool produzido gera ao menos dez litros de vinhaça (FERRAZ et al., 2000). Caracterizado como um líquido de cor amarronzada, pH ácido, o que acaba tornando-o um resíduo potencialmente corrosivo e altamente poluidor, além de deixar as usinas com a temperatura próxima ou superior aos 80° C. Portanto, estas características tornam a vinhaça, além de poluidora, um subproduto de difícil transporte e armazenamento (LUDOVICE, 1996). A vinhaça, também nomeada como vinhoto ou restilo, possui em sua composição 93% de água e 7% de sólidos orgânicos e inorgânicos (MARQUES, 2006). Apesar das características químicas da vinhaça a caracterizar como um resíduo nocivo, a mesma é utilizada como adubo nas culturas de cana-de-açúcar. No Brasil, mesmo com a difícil gestão do vinhoto, este subproduto substitui, parcialmente, a utilização de adubos minerais nos canaviais, diminuindo os custos envolvidos na aquisição de insumos agrícolas (RESENDE et al., 2006).

Quando depositada no solo, a vinhaça não deve ultrapassar a capacidade de retenção de íons daquele determinado solo, ou seja, as dosagens devem ser calculadas de acordo com as características físico-químicas apresentadas por cada tipo de solo, podendo haver, quando utilizada de maneira desbalanceada, a lixiviação destes íons, principalmente íons de nitrato e de potássio (SILVA et al., 2006). Desta forma, a aplicação deste subproduto nas culturas de cana-de-açúcar pode alterar a dinâmica de ciclo dos elementos no solo, modificando a fertilidade e a nutrição das plantas (CHIARADIA, 2005). A aplicação direta da vinhaça no solo pode gerar problemas, tais como: lixiviação de metais do solo para águas subterrâneas, salinização do solo, desequilíbrio de

nutrientes, redução da alcalinidade, perdas a colheita, aumento da fitotoxicidade e odor desagradável na plantação (CHRISTOFOLETTI et al., 2013). Baffa (2009) relata que a aplicação constante de vinhoto ao longo dos anos pode provocar variação no teor de alumínio trocável no solo, aumento da Capacidade de Troca de Cátions (CTC) elevando a quantia de cargas negativas, diminuindo a lixiviação de cátions, aumento da porosidade do solo, retenção de água, aumento do poder de embebição do solo, favorecimento do preparo do solo e redução a possibilidade de erosão. A aplicação da vinhaça é conhecida pelo método de fertirrigação, sendo este um processo conjunto de irrigação e fertilização que é constituído pela utilização da própria água para distribuir o fertilizante químico e/ou orgânico na lavoura (SANTOS et al., 2011).

2.2 Composição Química da Vinhaça

Sendo um efluente originado das destilarias de álcool, a vinhaça é caracterizada como um subproduto de alto potencial poluente, porém, com alto valor fertilizante. O potencial poluente, cem vezes maior que o esgoto, é explicada pela alta demanda bioquímica de oxigênio (DBO) da vinhaça, considerada nociva tanto para a flora, como para a fauna, microfauna e microflora. (FREIRE & CORTEZ, 2000). A composição química da vinhaça está diretamente relacionada a matéria-prima utilizada na produção do mosto, assim como o preparo do mesmo e os métodos empregados em todos os processos de destilação (GLORIA, 1984; NASCIMENTO, 2003).

A composição da vinhaça é variável, tendo influência de diversos fatores. Quando gerado a partir da utilização do caldo de cana, usado na fermentação, o vinhoto obtido é menos concentrado quando comparado ao vinhoto gerado pelo mosto de melaço ou pelo mosto misto (melaço e caldo de cana). Sendo assim, as diferentes variedades de cana-de-açúcar, maturação, processamento nas usinas e a fertilidade do solo são fatores que influenciam diretamente na qualidade do produto final e, conseqüentemente, nas características da vinhaça (ROSSETTO & DIAS, 2008).

Dessa forma, sabe-se que 60% de toda a vinhaça produzida é originada da utilização de mosto de caldo, enquanto 40% da vinhaça produzida é originada de mosto misto. De acordo com dados apresentados por Prada e colaboradores (1998), a vinhaça produzida a partir do mosto de melaço também possui grande influência sobre a composição química deste subproduto (Tabela 1).

Tabela 1 – Composição química média da vinhaça obtida a partir de fermentação de diferentes mostos

Elementos	Vinhaça de Mosto		
	Melaço	Caldo	Misto
pH	4,2 – 5,0	3,7 – 4,6	4,4 – 4,6
Temperatura (°C)	80 – 100	80 – 100	80 – 100
DBO (mg L ⁻¹ O ₂)	25.000	6.000 – 16.500	19.800
DQO (mg L ⁻¹ O ₂)	65.000	15.000 – 33.000	45.000
Sólidos totais (mg L ⁻¹)	21.500	3.700	12.700
N (mg L ⁻¹ N)	450 – 1.610	150 – 700	480 – 710
P ₂ O ₅ (mg L ⁻¹)	100 – 290	10 – 210	9 – 200
K ₂ O (mg L ⁻¹)	3.740 – 7.830	1.200 – 2.100	3.340 – 4.600
CaO (mg L ⁻¹)	450 – 5.180	130 – 1.540	1.330 – 4.570
MgO (mg L ⁻¹)	420 – 1.520	200 – 490	580.700
SO ₄ (mg L ⁻¹)	6.400	600 – 760	3.700 – 3.730
C (mg L ⁻¹)	11.200 – 22.900	5.700 – 13.400	8.700 – 12.100

Fonte: Adaptado de Prada et al. (1998).

Elias Neto e Nakhondo (1995) apresentaram resultados mais abrangentes em um estudo realizado com vinhaça, demonstrando resultados de análise físico-químicas que auxiliam a compreender a composição do subproduto de modo geral (Tabela 2).

Tabela 2 – Composição físico-química da vinhaça

Descrição	Vinhaça de Mosto			Padrão/ l. álcool
	Mínimos	Média	Máximos	
Dados do Processo				
Brix do Mosto (°B)	12	18,65	23,65	-
Teor Alcoólico do Vinho (°GL)	5,73	8,58	11,3	-
pH	3,5	4,15	4,9	-
Temperatura (°C)	65	89,16	110,5	-
DBO (mg/l)	6680	16949,79	75330	175,13 g
DQO (mg/l)	9200	28450	97400	297,6 g
Sólidos Totais (mg/l)	10780	25154,61	38680	268,9 g

Sólidos Suspensos Totais (mg/l)	260	3966,84	9500	45,71 g
Sólidos Suspensos Fixos (mg/l)	40	294,38	1500	2,69 g
Sólidos Suspensos Voláteis (mg/l)	40	3632,16	9070	43,02 g
Sólidos Dissolvidos Totais (mg/l)	1509	18420,06	33680	223,19 g
Sólidos Dissolvidos Voláteis (mg/l)	588	6579,58	15000	77,98 g
Sólidos Dissolvidos Fixos (mg/l)	921	11872,36	24020	145,21 g
Cálcio (mg/l CaO)	71	515,25	1096	5,38 g
Cloreto (mg/l Cl)	489	1218,91	2300	12,91 g
Cobre (mg/l CuO)	0,5	1,2	3	0,01 g
Ferro (mg/l Fe ₂ O ₃)	2	25,17	200	0,27 g
Fósforo (mg/l P)	18	60,41	188	0,65 g
Magnésio (mg/l MgO)	97	225,64	456	2,39 g
Nitrogênio (mg/l N)	1	10,94	885	3,84 g
Potássio Total (mg/l K ₂ O)	814	2034,89	3852	21,21 g
Sódio (mg/l Na)	8	51,55	220	0,56 g
Sulfato (mg/l SO ₄)	790	1537,66	2800	16,17 g
Levedura (base seca) (mg/l)	114,01	403,58	1500,15	44,1 g

Fonte: Adaptado de Elias Neto e Nakahondo (1995)

De modo geral, a vinhaça apresenta como composição básica: 93% de fase aquosa e 7% de sólidos em suspensão (orgânicos e minerais), possuindo uma alta concentração de potássio e nitrogênio total, cálcio, magnésio, fosforo e enxofre em teores menores (LUDOVICE, 1996; LAIME et al., 2011; CHRISTOFOLETTI et al., 2013). A coloração marrom característica do vinhoto é atribuída a um pigmento castanho escuro denominado melamedina, corroborando com a presença de compostos fênicos, açúcares e melanina (KALAVATHI et al., 2001). A vinhaça também apresenta componentes orgânicos em sua composição, estes encontrados em maior concentração, sendo eles: glicerol, ácido láctico, etanol, ácido acético, frutose, glicose, sacarose, galactose, acetato, oxalato e citrato (DOWD et al., 1994; BORIES, 2002; PARNAUDEAU et al., 2008 & DOELSCH et al., 2009). Corroborando, é possível encontrar, no vinhoto, compostos fenólicos, celulosa e hemicelulose (BANKE, 1998).

2.3 Utilização e Comportamento da Vinhaça no Solo

A adubação do solo com vinhaça deve ser devidamente controlada. Considerando características específicas da planta, entendendo que a adubação é realizada de acordo com as necessidades da cultura, ou seja, é preciso analisar se há carência de nutrientes durante o desenvolvimento da planta. Portanto, é importante ressaltar fatores que influenciam as tomadas de decisões durante a adubação com nutrientes, sendo esses: teores de nutrientes no solo, deficiências observadas, essencialidade (DINIZ, 2010). A norma P4.231 Dez/2006 Vinhaça – Critérios e Procedimentos para Aplicação no Solo, citado no item 6 Plano de Aplicação de Vinhaça pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB); determina que a dosagem máxima de vinhaça a ser aplicada no tratamento de solos agrícolas em cultura de cana-de-açúcar é determinada pela equação:

$$m^3 \text{ vinhaça ha}^{-1} = [(0,05 \times CTC - ks) \times 3744 + 185/kvi]$$

Onde:

0,05 = 5% da CTC

CTC = Capacidade de Troca Catiônica, demonstrada em cmolc/dm^3 fornecida por análise de fertilidade do solo, utilizando de métodos de análise do Instituto Agrônômico (IAC).

Ks = concentração de potássio no solo, expresso em cmolc/dm^3 , na profundidade de 0 a 0,80 metros.

3744 = constante para transformação da análise de fertilidade.

185 = massa, em kg, de K_2O extraído pela cultura.

Kvi = concentração de potássio na vinhaça, expresso em kg de $\text{K}_2\text{O/m}^3$, apresentada em boletim de resultados analíticos.

Além da equação necessária para obter resultados seguros e precisos durante a aplicação das dosagens de vinhaça, é necessário compreender os aspectos físico-químicos do solo e analisar o comportamento da vinhaça no mesmo. A utilização da metodologia de solutos por extratores apresenta resultados satisfatórios a um baixo investimento monetário. Desta forma, os meios para a utilização dos extratores devem ser precisos e criteriosos, de forma a melhorar ainda mais a qualidade dos resultados obtidos durante o processo (NETO, 2008).

Um estudo realizado por Silva (2002), demonstrou a possibilidade de se mensurar a concentração de cálcio e magnésio do solo através desta metodologia, porém, com menor precisão.

O autor observou que, com o auxílio de extratores de solução por capsulas porosas, é possível evitar processos de salinização do solo, assim como evitar a deficiência nutricional para as culturas estabelecidas ali. Dias (2004), concluiu que o mesmo método é capaz de mensurar a concentração total de íons na solução e manter a salinidade em um nível desejado e controlado, controlando desta forma a condutividade elétrica da solução extraída.

O comportamento e dinâmica de compostos e solos tratados com resíduos orgânicos, como o vinhoto, é complexo. Um estudo realizado por Cunha e colaboradores (1981), concluiu que esta complexidade está diretamente relacionada a transformações bioquímicas causadas pela aplicação de vinhaça. Uma vez que obtém uma baixa relação de C/N no solo, é possível ocorrer o processo de mineralização do nitrogênio, ou seja, é possível ocorrer a conversão deste composto orgânico em um composto novo e inorgânico, através da degradação do mesmo. No entanto, Madejón et al. (2001), observaram que a utilização de vinhaça e outros materiais orgânicos no condicionamento do solo elevou a salinização na matéria orgânica e no nitrogênio total do mesmo.

Lyra et al. (2003) concordam com os dados apresentados por Madejón et al. (2001), ao demonstrarem que com a aplicação contínua de vinhaça no solo ao longo dos anos pode, conseqüentemente, gerar uma elevação dos sais minerais, elevando também o potencial risco de salinização, levando em consideração a taxa de absorção de potássio das plantas cultivadas, sua concentração na vinhaça e a baixa condutividade elétrica que pode, ou não, ser observada no lençol freático.

Canellas et al. (2003), realizaram um estudo utilizando Cambissolo e demonstraram um aumento na concentração de cobre e ferro nas camadas de 0-20cm e 0-40cm de profundidade do solo. Corroborando, houve aumento dos ácidos fulvicos nas camadas de 0-40cm, sugerindo uma evolução química dos compostos orgânicos e uma possível translocação para camadas mais profundas do solo. Desta forma, é importante estudar os benefícios e malefícios da aplicação da vinhaça no solo, garantindo um manejo seguro e não prejudicial ao meio ambiente.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi realizado em revisão de literatura, reunindo estudos e dados que demonstram a viabilidade do uso da vinhaça na agricultura, indicando possíveis benefícios e malefícios da mesma, de forma que possa ser demonstrado seus efeitos no solo. Foram comparados dados de avaliação comportamental da vinhaça no solo, demonstrando resultados de rendimentos nas culturas, mudanças no equilíbrio de nutrientes do solo, ação no solo, crescimento de colônias de fungos e bactérias em solos tratados com vinhaça e efeitos ambientais da utilização de vinhaça.

4 DISCUSSÃO

4.1 Rendimento da Vinhaça no Solo

Oliveira e colaboradores (2009), verificaram que a aplicação de vinhaça na cultura de cana-de-açúcar proporcionou um crescimento significativo da planta, apresentando uma maior produtividade dos colmos ($79,2 \text{ Mg ha}^{-1}$) em doses de $166 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$. Resende e colaboradores (2006) concordam com os dados apresentados por Oliveira, onde também sugerem um aumento na produtividade da cana em culturas submetidas a adição da vinhaça como adubo para o solo. Em contrapartida, um estudo realizado por Junior e colaboradores (2007) utilizando cana-planta e cana-soca, demonstrou que a utilização da vinhaça não resultou em diferenças significativas para a produtividade da cultura quando comparada a fertilização mineral, porém, a presença do vinhoto sugere um aumento do K no solo, podendo substituir a adubação mineral, resultando em uma elevação do Brix no caldo extraído (Tabela 3).

Tabela 3: Produtividade média e variáveis agroindustriais para cana-de-açúcar (cana-planta e cana-soca) cultivada por dois anos consecutivos

Fertilização	CP	CS	°Brix CP (% de caldo)	°Brix CS (% de caldo)
Fertilização mineral	$125,7 \text{ t ha}^{-1}$	$105,6 \text{ t ha}^{-1}$	18,83	22,8
Vinhaça + ureia	$125,9 \text{ t ha}^{-1}$	$94,3 \text{ t ha}^{-1}$	19,26	23,1
Logo de esgoto + vinhaça	$126,5 \text{ t ha}^{-1}$	$99,3 \text{ t ha}^{-1}$	18,57	22,5

CP - Cana-planta; CS - Cana-soca

Fonte: Adaptado de Junior *et al.* (2007).

Lucena (2014) afirma, em seu estudo avaliando os efeitos da vinhaça e torta de filtro em culturas de sorgo sacarino, que o uso da vinhaça e da torta de filtro promoveram aumento significativo das produções de colmos do sorgo sacarino. Paula et al. (1999), demonstraram dados sobre a utilização de vinhaça em culturas de abacaxi, apresentando resultados positivos para o uso da vinhaça, obtendo um aumento no rendimento do fruto em torno de 70% em dosagem de $400 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de vinhoto. Dessa forma, destaca-se a necessidade de estudos que abrangem as modificações físico-químicas e biológicas do solo na presença da vinhaça, visando controle de possíveis bactérias e fungos que podem interferir na qualidade das culturas plantadas.

Silva et al. (2014) realizando aplicação de vinhaça em cultura de cana-de-açúcar, constataram que a presença do vinhoto no solo proporcionou um aumento significativo dos colmos em torno de $10,5 \text{ t ha}^{-1}$, apresentando um aumento de K no solo tratado, sugerindo que o aumento do potássio presente no solo, influência positivamente na absorção de nutrientes pela planta, ficando em evidencia nas camadas de 20-40 cm em cana de 3º soca. Estes dados corroboram

com os apresentados por Paulino et al. (2010) que verificaram o aumento da quantidade de raízes no perfil do solo quando submetido a tratamentos com vinhaça.

4.2 Impacto Físico-químico da Vinhaça no Solo

Em um estudo feito por Lelis Neto (2008), apresentou-se a distribuição de íons de nitrato no solo durante a aplicação de vinhaça. O estudo demonstrou diferentes comportamentos do vinhoto em diferentes tipos de solo, variando entre arenoso e argiloso. Trabalhando em solo argiloso, as concentrações de íons de nitrato foram menores do que as concentrações medidas em solo arenoso. O autor justifica relacionando o fato de tais íons não ficarem retidos em solo com predominância de cargas negativas, sugerindo uma maior tendência a contaminações subterrâneas em solos com teores maiores de cargas negativas. Corroborando, a alta concentração de íons de nitrato provenientes da utilização de vinhaça no solo, sugere um possível desequilíbrio de nutrientes, como o excesso de nitrato. Ainda, o mesmo autor apresentou avaliação dos teores de potássio, demonstrando novamente uma maior concentração em solos arenosos, variando entre 4,4 a 171,2 mg.L⁻¹ em arenosos, e 0 a 30 mg.L⁻¹ em solos argilosos, onde a profundidade não demonstrou influenciar esses teores para ambos os solos. Estes resultados podem sugerir uma possível salinização do solo por excesso de potássio, sendo necessário o controle preciso das doses de vinhaça aplicada.

No entanto, Brito et al. (2007) demonstraram em um estudo utilizando Nitossolo, Argissolo e Espodossolo, uma baixa elevação de potássio nos três solos. Utilizando testes em 60 dias após aplicação (DPA), o estudo apresentou concentrações de 5 mg.L⁻¹ para Nitossolo, 15 mg.L⁻¹ para Argissolo e 30 mg.L⁻¹ para Espodossolo. Estes resultados sugerem que os tipos de solos utilizados possuem um bom desempenho como redutores do elemento analisando quando comparado com os elementos existentes na vinhaça *in natura*. Canellas (2003) não observou aumento de potássio trabalhando com as profundidades de Cambissolo. Silva (2012) concorda com os resultados apresentados por Brito (2007) e Canellas (2003), não apresentando mudanças efetivas nas concentrações de potássio na solução extraída do solo, analisada nas camadas de 0 a 80 centímetros. Contudo, Silva acrescenta apresentando teores elevado de Cl⁻, NO₃⁻, Mg⁺² e SO₄⁻² em dosagens de 30 m³.ha⁻¹ de vinhaça concentrada.

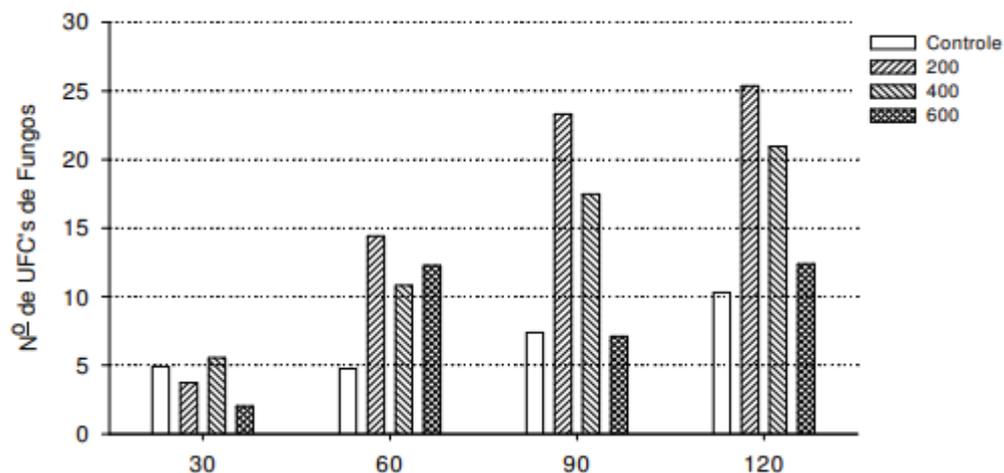
Schultz (2009), afirma que a vinhaça possui ação redutora elevada, exigindo uma demanda significativa de oxigênio, alterando as concentrações em cursos d'água, possuindo uma Demanda Biológica de Oxigênio (DBO) superior a 20000 mg 1⁻¹, tornando a água imprópria para consumo e alterando vida aquática, causando um desequilíbrio biológico dos rios e conseqüentemente dos dependentes dos mesmos. Portanto, a utilização contínua e inadequada deste resíduo pode ocasionar o aparecimento de moscas, cuja alimentação se dá pelo vinhoto, prejudicando regiões

onde há criação de gado de corte ou vacas leiteiras, diminuindo a produção de leite e tornando os gados anêmicos pela ação das moscas nos animais (Fialho et al., 2019). Dalri et al. (2011), estudando a influência da aplicação da vinhaça na capacidade de infiltração do solo, apresentou que o solo sem a aplicação de vinhaça possui uma taxa de infiltração básica (TIB) de 12 cm ha⁻¹ na, reduzindo para 4,8 cm ha⁻¹ na aplicação da lâmina de vinhaça. Essa redução sugere que a matéria orgânica presente no vinhoto aumente ainda mais a densidade do solo.

4.3 Impacto Microbiológico da Vinhaça no Solo

Um estudo realizado por Santos et al. (2011), demonstrando os efeitos da fertirrigação com vinhaça nos microrganismos do solo, apresentou que o número de unidades formadoras de colônias (UFC) de fungos no solo aumentou significativamente com a aplicação da vinhaça com doses de 200 m³.ha⁻¹ e um tempo de incubação de 60 dias após a aplicação (DPA), chegando a quase dobrar a quantidade de UFC presentes no solo com tempo de incubação de 120 DPA (Figura 1). O aumento na quantidade de fungos no solo em decorrência da aplicação de vinha é motivada pelas mudanças no pH do solo (ALMEIDA, 1953).

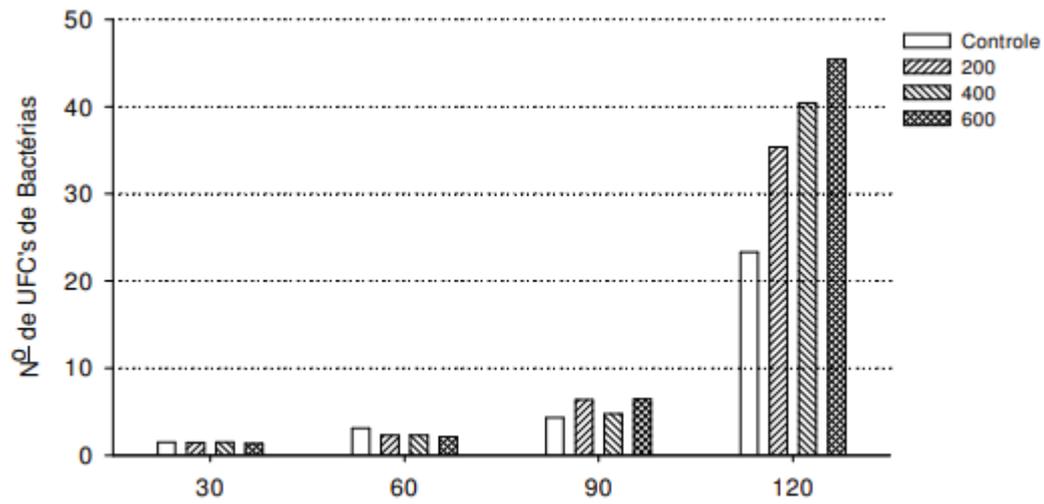
Figura 1: Número de unidades formadoras de colônias de fungos (UFC's) g⁻¹ de um solo tratado com 0, 200, 400 e 600 m³ ha⁻¹ de vinhaça



Fonte: Santos et al. (2011).

O aumento da quantidade de fungos no solo sugere que deve haver uma maior prevenção de doenças causadas por fungos na cultura trabalhada, havendo uma possível elevação nos gastos com fungicida. Santos et al. (2011) ainda apresentam dados sobre o desenvolvimento bacteriano, demonstrando baixa formação de unidades formadoras de colônias até os 90 DPA. Contudo, houve um crescimento significativo aos 120 DPA, onde as maiores elevações destas UFC acontecem na dosagem de 600 m³ ha⁻¹ (Figura 2).

Figura 2: Número de unidades formadoras de colônias de bactérias (UFC's) g⁻¹ de um solo tratado com 0, 200, 400 e 600 m³ ha⁻¹ de vinhaça



Fonte: Santos *et al.* (2011).

Casarini *et al.* (1985), em um estudo avaliando os efeitos da vinhaça na microflora do solo, concluíram que houve um aumento significativo dos microrganismos no solo em 60 DPA. Bordignon (2012), também constatou uma alta elevação das unidades formadoras de colônia, tanto de fungos como de bactérias na presença de vinhaça aplicada no solo. Cardozo e Araújo (2011) em um estudo de multiplicação de *Bacillus subtilis* em vinhaça e viabilidade no controle da meloidoginose em cana, demonstraram que a presença da vinhaça em culturas de *Bacillus subtilis* mostrou-se favorável ao desenvolvimento desta bactéria (Tabela 4). A elevação das UFC de *Bacillus subtilis* em testes aplicados com a utilização de vinhaça, sugerem que este resíduo pode ser utilizado como um aditivo determinante para estes microrganismos no solo, corroborando para um maior controle de doenças do filoplano e controle de doenças na pós-colheita. Visando ampliar a segurança na utilização deste subproduto, destaca-se a necessidade de estudos que enfatizem os possíveis impactos ambientais da utilização indevida da vinhaça como agente fertilizante do solo.

Tabela 4: Crescimento de *Bacillus subtilis* em unidades formadoras de colônia (UFC) por mL durante cinco dias, utilizando-se diferentes concentrações de vinhaça

Tratamentos	UFC (x10 ⁸) mL ⁻¹
Vinhaça pura	1,30 b
Vinhaça 50%	1,91 b
Vinhaça 25%	1,81 b

Fonte: Adaptado de Cardozo & Araújo (2011).

Bento et al. (2017), demonstram um crescimento significativo de colônias de fungo em solo nunca antes tratado com vinhaça, com o crescimento elevado a partir de doses de 200 m³ ha⁻¹, porém, o mesmo não ocorre em um solo tratado com vinhaça continuamente por 15 anos, apresentando resultados semelhantes para culturas de bactérias, sugerindo que a aplicação contínua de vinhaça possa possivelmente estabilizar o desenvolvimento destas culturas ao longo dos anos. Santos et al. (2009), sugerem que o aumento da fertilidade do solo, promovido pela adição de vinhaça, interfira diretamente no desenvolvimento de fungos e bactérias no mesmo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados apresentados neste trabalho, demonstram os benefícios do uso moderado e seguro da vinhaça e também os estudos e análises necessárias que devem ser respeitados para que os malefícios do uso indevido deste resíduo não agravem as condições dos solos e das águas. Os estudos apresentados demonstram que os efeitos positivos da adição de vinhaça no solo são significativos, representando uma grande melhoria da fertilidade do solo e da produtividade da cultura, gerando um rendimento ainda maior para as culturas tratadas com esse subproduto. Do mesmo modo, os efeitos da vinhaça na microbiota do solo são significativos, aumentando o desenvolvimento de colônias de fungos e bactérias, destacando colônias de *Bacillus subtilis*, sendo este um importante microrganismo para o controle de doenças do filoplano. Portanto, é importante reforçar a necessidade do bom manejo da vinhaça, visando aproveitar da melhor forma possível seus benefícios e reduzir seus impactos negativos.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F. P. Interferência dos fungos na adubação do solo pela vinhaça. *Boletim nº5 do Instituto Zimotécnico da ESALQ*. p. 99, 1953.

BAFFA, D. C. F.; FREITAS, R. G.; BRASIL, R. P. C. O uso da vinhaça na cultura da cana-de-açúcar. *Nucleus*. p. 31-46, 2009.

BENKE, M. B.; MERMUT, A. R.; CHATSON, B. Carbon-13 CP/MAS NRM and DF-FTIR spectroscopic studies of sugarcane distillery waste. *Canadian Journal of Soil Science*, Ottawa. v. 78, p. 227-236, 1998.

BENTO, A. S.; RAMARI, T. O. I.; SILVA, C. N.; FILHO, E. S.; GASPAROTTO, F. *Influência da aplicação de vinhaça sobre as características biológicas e químicas de amostras de Argissolo*. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v. 14, n. 25, p. 806, 2017. Disponível em: <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2017a/agrar/influencia%20da%20aplicacao.pdf>. Acesso em 11 de junho, 2019.

BORDIGNON, A. J.; DELFINO, E. R.; MARTINS, N. M.; SILVA, R. F., MARGARETH. Quantificação da microbiota de solos fertirrigados com vinhaça. *Cadernos de Agroecologia*. V. 7, n. 2, 2012.

BRITO, F. L.; ROLIM, M. M.; PEDROSA, E. M. R. Concentração de cátions presentes no lixiviado de solos tratados com vinhaça. *Engenharia Agrícola*. v. 27, n. 3, p. 773-781, 2007.

CANELLAS, L. P.; VELLOSO, A. C. X.; MARCIANO, C. R.; RAMALHO, J. F. G. P.; ROUMJANEK, V. M.; REZENDE, C. E.; SANTOS, G. A. Propriedades química de um Cambissolo cultivado com cana-de-açúcar, com preservação de palhico e adição de vinhaça por longo tempo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa. V. 27, n. 5, p. 935-944, 2003.

CARDOZO, R. B.; ARAÚJO, F. F. Multiplicação de *Bacillus subtilis* em vinhaça e viabilidade no controle da meloidoginose, em cana-de-açúcar. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. V. 15, n. 12, p. 1283-1288, 2011.

CASARINI, D. C. P.; CUNHA, R. C. A.; FILHO, B. M. Modificação da densidade da microflora em um solo tratado com vinhaça. *Revista Dae*. V. 45, n. 142, p. 316-321, 1985.

CHIARADIA, J. J. *Avaliação agrônômica e fluxo de gases do efeito estufa a partir de solo tratado com resíduos e cultivado com mamona (Ricinus communis L.) em área de reforma de canavial*. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

CHRISTOFOLETTI, C. A.; ESCHER, J. P.; CORREIA, J. E.; MARINHO, J. F. U.; FONTANETTI, C. Sugarcane vinasse: environmental implications of its use. *Waste Manage.* V. 33, n. 12, p. 2752, 2013.

CUNHA, R. C. A.; COSTA, A. C. S.; MASET FILHO, B.; CASARINI, D. C. P. Effects of irrigation with vinasse and dynamics of its constituents in the soil: I – physical and chemical aspects. *Water Science Technology*, Washington. V. 19, n. 8, p. 155-165, 1981.

DALRI, A. B.; CORTEZ, G. E. P.; RIUL, L. G. S.; ARAÚJO, J. A. C.; CRUZ, R. L. Influência da aplicação de vinhaça na capacidade de infiltração de um solo de textura franco arenosa. *Irriga, Botucatu*. V. 15, n. 4, p. 344-352, 2010.

DECLoux, M.; BORIES, A. Stillage treatment in the French alcohol fermentation industry. *International Sugar Journal*, London. V. 104, n. 1247, p. 509-517, 2002.

DIAS, N. S. *Manejo da fertirrigação e controle da salinidade em solo cultivado com melão rendilhado sob ambiente protegido*. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2004.

DINIZ, K. M. *Subsídios para Gestão dos Planos de Aplicação de Vinhaça (PAV) um estudo de caso da região de Piracicaba*. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Agroenergia, Escola de Economia de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas, 2010.

DOELSCH, E.; MASON, A.; CAZEVIEILLI, P.; CONDOM, N. Spectroscopic characterization of organic matter of a soil and vinasse mixture during aerobic or anaerobic incubation. *Waste Management*, Amsterdam. V. 29, n. 6, p. 1929-1935, 2009.

DOWD, M. K.; REILLY, P. J.; TRAHANOSVKY, W. S. Low molecular weight organic composition of ethanol stillage from sugarcane molasses, citrus waste, and sweet whey. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Easton. V. 42, n. 2, p. 283-288, 1994.

ELIAS NETO; NAKAHONDO, T. Caracterização físico-química da vinhaça. *Relatório Técnico. Piracicaba: Seção de Tratamento de Água do Centro de Tecnologia Copersucar*. P. 26, 1995.

FERRAZ, J. M. G.; PRADA, L. S.; PAIXÃO, M. Certificação socioambiental do setor sucroalcooleiro. Jaguariúna: *Embrapa Meio Ambiente*, p. 195, 2000.

FIALHO, M. L.; CARNEIRO, A. P. C.; REIS, K. P.; CAMPOS, O. N.; FRANCO, M. V. O impacto da vinhaça produzida pela cana-de-açúcar na produção de etanol – poluição ambiental. *Intraciência*. Disponível em: http://uniesp.edu.br/sites/_biblioteca/revistas/20190312105011.pdf. Acesso em: 11 de junho, 2019.

FREIRE, W. J.; CORTEZ, L. A. B. *Vinhaça de cana-de-açúcar*. Guaíba: Agropecuária, 2000. 203 p. GLÓRIA, N. A.; ORLANDO FILHO, J. Aplicação da vinhaça: um resumo e discussões sobre o que foi pesquisado. *Álcool e Açúcar*, São Paulo. V. 4, n. 15, p. 22-31, 1984.

JUNIOR, L. C. T.; MARQUES, M. O.; FRANCO, A.; NOGUEIRA, G. A.; NOBILE, F. O.; CAMILOTI, F.; SILVA, A. R. Produtividade e qualidade de cana-de-açúcar cultivada em solo tratado com lodo de esgoto, vinhaça e adubos minerais. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal. V. 27, n. 1, p. 276-283, 2007.

KALAVATHI, D. F.; UMA, L.; SUBRAMANIAN, G. Degradation and metabolization of the pigment—melanoidin in distillery effluent by the marine cyanobacterium *Oscillatoria boryana* BDU 92181. *Enzyme and Microbial Technology*. V. 29, n. 5, p. 246-251, 2011.

LAIME, E. M. O.; FERNANDES, P. D.; OLIVEIRA, D. C. S.; FREIRE, E. A. Possibilidades tecnológicas para a destinação da vinhaça: uma revisão. *Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas*. V. 5, n. 3, p. 16, 2011.

LELIS NETO, J. A. *Monitoramento de componentes químicos da vinhaça aplicados em diferentes tipos de solo*. Dissertação (Mestrado em Drenagem e Irrigação). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008. P. 19.

LUCENA, E. H. L. *Efeitos da aplicação de vinhaça e torta de filtro na cultura do sorgo sacarino visando produção de biomassa e rendimento de caldo*. Dissertação (Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Pernambuco, 2014. P. 50.

LUDOVICE, M. T. F. *Estudo do efeito poluente da vinhaça infiltrada em canal condutor de terra sobre o lençol freático*. Dissertação (Mestrado em engenharia Civil) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1996.

LYRA, M. R. C. *Toposequência de solos fertirrigados com vinhaça: contribuição para a qualidade das águas do lençol freático*. Dissertação (Mestrado em Ciências de Solo). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2003. P. 122.

MADEJÓN, E.; LOPEZ, R.; MURILLO, J.M.; CABRERA, F. Agricultural use of three (sugar-beet) vinasse composts: effect on crops and chemical properties of a Cambisol soil in the Guadalquivir river valley (SW Spain). *Agriculture, Ecosystems and Environment*. Seville. V. 84, n. 1, p. 55-65, 2001.

MARQUES, M. O. Aspectos técnicos e legais da produção, transporte e aplicação de vinhaça. In: SEGATO, S. V.; PINTO, A. S.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J. C. M. (Org.). *Atualização em produção de cana-de-açúcar. Piracicaba: Livro Ceres*, 2006. P. 369- 375.

NASCIMENTO, C. L. *Avaliação econômica do aproveitamento do vinhoto concentrado como fertilizante*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacases, 2003. P. 87.

OLIVEIRA, E. L.; ANDRADE, L. A. B.; FARIA, M. A.; EVANGELISTA, A. W. P.; MORAIS, A. R. Uso vinhaça de alambique e nitrogênio em cana-de-açúcar irrigada e não irrigada. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. V. 44, n. 11, p. 1398-1403, 2009.

PARNAUDEAU, V.; CONDOM, N.; OLIVER, R.; CAZEVIEILLI, P.; RECOUS, S. Vinasse organic matter quality and mineralization potential, as influenced by raw material, fermentation and concentration processes. *Bioresource Technology*. V. 99, n. 6, 2008. P. 1553-1562.

PAULA, M. B.; HOLANDA, F. S. R.; MESQUITA, H. A.; CARAVALHO, V. D. Uso da vinhaça no abacaxizeiro em solo de baixo potencial de produção. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. V. 34, n. 7, 1999. P. 1217-1222.

PAULINO, J.; ZOLIN, C. A.; BERTONHA, A.; FREITAS, P. S. L.; FOLEGATTI, M. V. Estudo exploratório do uso da vinhaça ao longo do tempo. II Características da cana-de-açúcar. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. V. 15, 2010. P. 244-249.

PRADA, S. M.; GUEKEZIAN, M.; SUÁREZ-IHA, M. E. V. Metodologia analítica para a determinação de sulfato em vinhoto. *Química Nova*. V. 21, n. 3, p. 249-252, 1998.

RESENDE, A. S.; SANTOS, A.; XAVIER, R. P.; COELHO, C. H.; GONDIM, A.; OLIVEIRA, O. C.; ALVES, B. J. R.; BODDEY, R. M.; URQUIAGA, S. Efeito da queima da palhada da cana-de-açúcar e de aplicações de vinhaça e adubo nitrogenado nas características tecnológicas da cultura. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 30, p. 937-941, 2006.

RESENDE, A. S.; XAVIER, R. P.; OLIVEIRA, O. C.; URQUIAGA, S.; ALVES, R. J.; BODDEY, R. M. Long-term effects of pre-harvest burning and nitrogen and vinasse application on yield of sugarcane and carbon and nitrogen stocks on a plantation in Pernambuco, NE. Brazil. *Plant and Soil*. V. 281, n. 1-2, p. 339-351, 2006.

ROSSETTO, R.; DIAS, F. L. F. Potássio. *Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas*. V. 1, p. 289-312, 2008.

SANTOS, T. M. C.; SANTOS, M. A. L.; SANTOS, C. G.; SANTOS, V. R.; PACHECO, D. S. Efeitos da fertirrigação com vinhaça nos microrganismos do solo. *Revista Caatinga*. V. 22, n. 1, p. 155-160, 2011.

SCHULTZ, N. *Efeito residual da adubação em cana planta e adubação nitrogenada em cana de primeira soca com aplicação de vinhaça*. Dissertação (Mestrado em Ciências). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, Rio de Janeiro, 2009.

SILVA, A. P. M.; BONO, J. A. M.; PEREIRA, F. A. Aplicação da vinhaça na cultura da cana-de-açúcar: Efeito no solo e na produtividade de colmos. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande. V. 18, n. 1, p. 38-43, 2014.

SILVA, E. F. F. *Manejo da fertirrigação e controle da salinidade da cultura do pimentão utilizando extratores de solução do solo*. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002. P.136.

SILVA, M. A. S.; 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*, Campina Grande. V. 11, n. 1, p. 108-114, 2006.

TONOLI, F. C. *Adaptação de leveduras para fermentação com alto teor alcoólico*. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2017. P. 77.

1 CHITOLINA, Gustavo de Moraes. É graduado em Tecnologia em Biocombustíveis pela Faculdade de Tecnologia de Piracicaba - Dep. Roque Trevisan (FATEC) e participou de treinamento científico no Laboratório de Ecotoxicologia no Centro de Energia Nuclear na Agricultura. Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em Fitossanidade. Durante o treinamento científico, participo do Projeto de Iniciação Científica no Centro de Energia Nuclear na Agricultura, no qual foi bolsista de Iniciação Científica pela CNPq, orientado pelo Prof. Dr. Valdermar Luiz Tornisielo.

2 HARDER, Márcia Nalesso Costa. Possui graduação em Engenharia Agrônoma pelo Centro Regional Universitário de Espírito Santo do Pinhal (2002), mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade de São Paulo (2005) e doutorado em Ciências (Energia Nuclear na Agricultura) pela Universidade de São Paulo (2009). Atualmente é coordenadora da Faculdade de Tecnologia de Piracicaba e professora de ensino superior PIII do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza. Tem experiência na área de Agronomia, Ciência e Tecnologia de Alimentos, Análise Sensorial, Técnicas de Conservação e Processamento de Alimentos, Operações Unitárias, Aplicações Industriais de Radioisótopos, Biocombustíveis, atuando principalmente nos seguintes temas: biocombustíveis, bioetanol/açúcar, análise sensorial e suas aplicações, irradiação de alimentos, processamento e conservação de alimentos, operações unitárias, plantas medicinais e alimentos funcionais, ecossustentabilidade, aplicação do uso de energias ionizantes e não ionizantes. Atua também como mentora de programas de mentorias de incubadora.