



INSTITUTO FEDERAL DE SERGIPE
TECNOLOGIA EM AGROECOLOGIA
ELAINE SANTOS VIEIRA

**INFLUÊNCIA DA APLICAÇÃO DE VINHAÇA SOBRE OS ATRIBUTOS
QUÍMICOS E FÍSICOS DO SOLO NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR**

SÃO CRISTÓVÃO, SE
2020

ELAINE SANTOS VIEIRA

**INFLUÊNCIA DA APLICAÇÃO DE VINHAÇA SOBRE OS ATRIBUTOS
QUÍMICOS E FÍSICOS DO SOLO NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Instituto Federal de Sergipe como pré-
requisito para a obtenção do grau de
Tecnólogo em Agroecologia.

Orientadora: Prof^ª. Dra. Liamara Perin

Co-orientador: MSc. Thiago Lima da Silva

SÃO CRISTÓVÃO-SE
2020

Ficha catalográfica

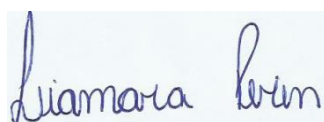
ELAINE SANTOS VIEIRA

**INFLUÊNCIA DA APLICAÇÃO DE VINHAÇA SOBRE OS ATRIBUTOS
QUÍMICOS E FÍSICOS DO SOLO NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR**

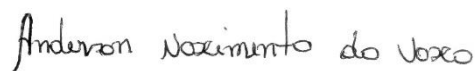
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Instituto Federal de Sergipe como pré-
requisito para a obtenção do grau de
Tecnólogo em Agroecologia.

Aprovado em: 03/12 /2020

BANCA EXAMINADORA



Prof^a. Dra. Lianara Perin – Orientadora
Instituto Federal de Sergipe



Profº Dr. Anderson Nascimento do Vasco
Instituto Federal de Sergipe



Profº MSc. Márcio Trindade Almeida
Instituto Federal de Sergipe

INFLUÊNCIA DA APLICAÇÃO DE VINHAÇA SOBRE OS ATRIBUTOS QUÍMICOS E FÍSICOS DO SOLO NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR.

Elaine Santos Vieira*

Resumo

As atividades antrópicas estão cada vez mais interferindo e alterando o ecossistema. O manejo incorreto dos recursos naturais provocam desequilíbrio no solo, degradando, compactando e promovendo grande perda da vida do solo. O objetivo do trabalho foi comparar e analisar os efeitos da aplicação de vinhaça sobre a qualidade química e física de um Argissolo Vermelho Amarelo utilizado para cultivo da cana-de-açúcar, RB92579 e RB867515, que receberam aplicação de vinhaça outra área de cultivo que não recebe vinhaça e uma área controle com mata nativa, classificada como fragmento da mata atlântica. Para a pesquisa, foram coletadas amostras de solos nas três áreas na profundidade 0-20 cm utilizando trado holandês para análises químicas e 0-4 cm utilizando anel metálico para análises físicas, no município de Laranjeiras-SE. A aplicação de vinhaça promoveu melhoria na maioria das variáveis químicas nos solos estudados da usina São José do Pinheiro em Laranjeiras, em relação à área sem aplicação de vinhaça, porém a aplicação de vinhaça diminuiu o teor de Mg^{+} no solo. A mudança no uso da terra de vegetação natural para uso agrícola com cana-de-açúcar diminuiu o teor de umidade e porosidade, aumentou densidade do solo e não promoveu sua compactação.

Palavras chaves: Fertilidade do solo, Vinhaça, Monocultura.

*Graduanda em Agroecologia, IFS – Campus São Cristóvão. elaynnevieira.2015@gmail.com

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus por me proporcionar perseverança durante toda a minha vida e por ter me mantido na trilha certa durante este projeto de pesquisa com saúde e forças para chegar até o final.

Sou grata aos meus pais, Maria José Nunes Santos Vieira e Erinaldo Vieira de Araújo por sempre me incentivarem e acreditarem que eu seria capaz de superar os obstáculos que a vida me apresentou, por todo o esforço e suor investido na minha educação e por estarem ao meu lado me apoiando ao longo de toda a minha trajetória.

Agradeço ao meu irmão, Erinaldo Vieira de Araújo Júnior por sempre me apoiar nos momentos mais difíceis me dando força e me encorajando a sempre seguir enfrentando as situações com coragem e determinação.

Agradeço ao meu namorado, Givanildo Nascimento Santos, pelo seu amor incondicional e por compreender minha dedicação ao projeto de pesquisa, pela compreensão e paciência demonstrada durante meu período acadêmico, pelos conselhos, incentivo, companheirismo e por todo carinho, amor e amparo. Obrigada por acreditar em mim!!!

Também agradeço as minhas tias Cláudia Nunes Batista, Josefa Nunes Batista e Maria Scheila Nunes Batista por quem tenho profundo apreço, por sempre acreditarem em mim e me fazer perceber que Deus está presente e regendo toda a minha vida.

Durante esse percurso acadêmico encontrei pessoas maravilhosas, colegas que ficarão marcados para sempre em meu coração são eles: Dandara, Taiane, Andreia, Hayslan, Lucas, Letícia, Ingrid, Elaine Cristina, Adriele Bispo.

Agradeço as minhas amigas e companheiras, Aline Mota, Dayane de Jesus Santos e Mirelle Tavares. Obrigada por cada risada, conselho, incentivo, companheirismo, união e por cada momento marcante que passamos juntas.

Agradeço a equipe do laboratório de Solos, Vanessa Miranda e Breno Freitas por toda dedicação prestada, por todo aprendizado que me proporcionaram e por todos os momentos de alegria e descontração. Aos colegas que contribuíram para realização deste trabalho Lucas Ferreira, Nivea Carolina, Verônica Andrade e Tainá Lisboa. Agradeço ao professor Marcio Trindade e José Dantas por toda colaboração e ajuda prestada para a realização desse trabalho.

Sou grata pela confiança depositada na minha proposta de projeto pela minha Professora Doutora Liamara Perin, orientadora do meu trabalho. Obrigado por me manter motivada durante todo o processo, pela orientação, ajuda, ensinamentos e conselhos. Obrigada

por sempre estar presente para indicar a direção correta, por ter tido paciência e por ter se dedicado além do que era exigido de uma orientadora. Obrigada por perseverar comigo.

Também quero agradecer ao Instituto Federal de Sergipe e a todos os professores que compõem o corpo docente do Curso de Tecnologia em Agroecologia por trabalharem com dedicação e paixão, em especial Thiago Lima, Anselmo de Deus, Wilams Gomes, João Bosco, Sarita Campos, Anderson Vasco, Irineia Rosa, Arão Araújo, Jose Dantas, Edelvio Gomes, e Lindamar pela elevada qualidade do ensino oferecido e por terem contribuído nesse processo de amadurecimento intelectual.

Por último, quero agradecer também a toda equipe da Usina São José Pinheiro por permitir que o projeto de pesquisa fosse realizado e por todo seu acolhimento.

1 INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) é uma das culturas de maior importância socioeconômica para o Brasil, ocupando uma área de mais de 9 milhões de hectares (IBGE, 2017). Somos o maior produtor mundial da cultura, sendo o álcool um produto usado com frequência como alternativa para uma energia renovável na indústria automobilística. A cultura é usada na alimentação humana e o bagaço da cana-de-açúcar também é aproveitado para alimentação de bovinos de leite e produção de energia (CARVALHO, 2016).

Em Sergipe a cultura da cana-de-açúcar ocupa posição de destaque e em área plantada perde apenas para a cultura do milho, ocupando 38.926 hectares. Apresenta produtividade média de 46.106 kg. ha⁻¹, abaixo da média nacional que é de 74 t. ha⁻¹ (IBGE, 2018). A cana-de-açúcar processada no estado gera em torno de 90 mil toneladas de açúcar e 70 mil m³ de etanol (NOVACANA, 2018).

A torta de filtro proveniente da junção entre o bagaço moído da cana e o lodo da decantação, a vinhaça e a cinza de caldeira, são resíduos oriundos do processamento da cana-de-açúcar para produção de açúcar e álcool e acarretam malefícios para o ecossistema quando descartados de forma irregular causando efeitos danosos ao meio ambiente (MENEZES, 2019).

O processo de produção do etanol gera como principal subproduto a vinhaça, também conhecido como restilo ou vinhoto. Este resíduo vem sendo utilizado na fertirrigação da cana-de-açúcar por ser rico em potássio, cálcio, magnésio e apresentar resultados satisfatórios em relação às alterações químicas no solo como o aumento da matéria orgânica (BEBÉ et al., 2009).

Porém a aplicação excessiva da vinhaça no solo pode causar lixiviação de nutrientes, risco de salinização pela concentração de sais no perfil do solo, além do impacto severo nas águas ocasionada por altos valores de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO). Estudos mostraram que isso ocorre quando este resíduo é aplicado de forma exacerbada, em grandes quantidades e por um espaço de tempo longo, causando assim saturação dos poros e por isso os nutrientes são lixiviados. Isso mostra a grande necessidade da análise do solo e do cálculo preciso para aplicação (ROLIM et al., 2013).

Estudos relacionados à lixiviação e contaminação de águas subterrâneas pela reciclagem da vinhaça mostraram que não há impactos danosos quando as aplicações são inferiores a 300m³.ha⁻¹/ano (LIBONI, CEZARINO, 2012). Diante disso, a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), através da Norma Técnica P4. 231/2005 estabeleceu critérios para o armazenamento, transporte, aplicação e doses da vinhaça no solo

levando em consideração o tipo de solo, a necessidade da cultura com relação ao potássio e as concentrações no solo desse nutriente (CETESB, 2015).

O aumento dos preços dos fertilizantes somada a crescente preocupação com a sustentabilidade agrícola alavancou o desenvolvimento de tecnologias visando uma agricultura sustentável. Em muitas regiões, existe a possibilidade de aproveitamento de resíduos, os quais constituem opção interessante, quando bem utilizados (CARVALHO et al., 2011).

De acordo com Tomita (2009) as principais causas na perda de produção das culturas é a baixa fertilidade do solo que se dá devido ao manejo deficiente da diversidade biológica do agroecossistema através das práticas da agricultura convencional causando maior impacto ambiental com reflexos direto na degradação do solo. Portanto, se faz necessário a utilização de resíduos naturais disponíveis no agroecossistema, como esterco de animais, restos vegetais, propriedades repelentes de plantas, que são caracterizados como alternativas sustentáveis de adubação e tratamentos culturais agroecológicos.

A adubação do solo com resíduos agroindustriais, de acordo com a literatura, também foram utilizadas como meios alternativos aos insumos químicos. Farinelli et al. (2017), estudando o uso de resíduos agroindustriais de cana-de-açúcar na adubação da cultura do milho constataram que especialmente vinhaça + torta de filtro + cinza como fertilizantes na cultura do milho, mostrou-se eficiente, obtendo melhores resultados para a produção de forragem e de grãos.

A agroecologia fornece as bases científicas necessárias para subvencionar os agroecossistemas para que sejam economicamente rentáveis e, ao mesmo tempo, ambientalmente saudáveis e socialmente equilibrados (ALTIERI, 2004). A doutora Ana Primavesi foi uma das primeiras no Brasil, a combinar o manejo do solo e a ecologia quando publicou o livro *Manejo Ecológico do Solo* em 1979 (PRIMAVESI, 1979), onde evidencia a necessidade de restabelecimento do equilíbrio do solo e de suas relações com o ambiente.

Dentre os princípios agroecológicos um dos mais importantes é o manejo adequado do solo, a valorização desse recurso é visto como um dos pilares da manutenção da vida, juntamente com a água e com a agrobiodiversidade. Ou seja, quando um desses pilares é deteriorado, há uma instabilidade do ambiente e dos seres humanos que dependem dele. Por isso, a manutenção e a melhoria da fertilidade do solo são uma das prioridades da pesquisa em agroecologia (ALCANTARA, 2017).

O solo fica localizado na interface entre a atmosfera e a litosfera, apresentando características únicas, além disso, é um ecossistema constituído por diversos elementos como

água, minerais, gases, seres vivos e matéria orgânica, que formam uma matriz tridimensional (KORASAKI et al., 2013).

Com o passar do tempo à exploração agrícola traz consigo uma crescente diferença do solo através de modificações, como preparo da terra, desmatamento, alternância de culturas, uso de fertilizantes e incorporação de resíduos orgânicos, fazendo com que uma mesma área com cultivo ou não em distintos sistemas de manejos apresente variação nos atributos químicos do solo (MILINDRO et al., 2016).

As atividades antrópicas estão cada vez mais interferindo e alterando o ecossistema. O uso e manejo dos recursos naturais com o uso excessivo de fertilizantes e agrotóxicos nas culturas agrícolas, provocam desequilíbrio no solo, degradando, compactando e promovendo grande perda da fauna edáfica (RENNER et al., 2017).

Os atributos físicos, químicos e biológicos do solo são de extrema importância pois são capazes de mensurar o nível de desequilíbrio ao qual um ambiente está sujeito e os efeitos positivos e negativos sobre a qualidade do mesmo e a sustentabilidade das práticas de manejo (FARIAS, 2018; SILVA, 2019). A qualidade dos atributos químicos, juntamente com os físicos e os biológicos propiciam condições adequadas para o crescimento e o desenvolvimento das plantas e para manutenção da diversidade de organismos que habitam o solo. Assim, qualquer modificação no solo pode alterar diretamente sua estrutura e sua atividade biológica e conseqüentemente sua fertilidade com reflexos na qualidade ambiental e produtividade das culturas (CARNEIRO et al., 2009).

Na observação da qualidade do solo, alguns parâmetros químicos, físicos e biológicos são considerados como indicadores de qualidade e mudanças do solo. Dentre os principais atributos químicos e indicadores de qualidade do solo estão o pH, a matéria orgânica do solo (MOS), a CTC (Capacidade de Troca de Cátions), e o índice de saturação de bases do solo, sendo estes responsáveis pelo indicativo da condição geral da fertilidade do solo, representando a participação das bases trocáveis no complexo de troca (FARIAS, 2018).

As propriedades físicas e os processos do solo estão envolvidos no suporte ao crescimento das raízes; armazenagem e suprimento de água e nutrientes, trocas gasosas e atividade biológica (ARSHAD et al., 1996). Dentre os principais atributos físicos do solo estão densidade, estrutura, capacidade de retenção de umidade e infiltração, estes fatores têm sido utilizados para caracterizar, por exemplo, as modificações físicas resultantes da compactação do solo, ocasionadas a partir da pressão exercida pelo rodado das máquinas agrícolas, pelo casco dos animais ou, ainda, pelos diferentes sistemas de preparo e manejo do solo (MOREIRA et al., 2012).

Todavia, estes fatores podem ser melhorados com a adição de matéria orgânica, e com práticas agroecológicas, sendo que a matéria orgânica do solo é fundamental para os processos produtivos, para a estrutura do solo e sua diversidade biológica (SILVA, 2019).

Quando se busca a produção agrícola sustentável, o manejo adequado dos solos é o principal fator a ser considerado visto que sistemas de preparo e cultivo interferem diretamente nas condições físicas, químicas e microbianas do solo (HUNGRIA et al., 2010). A adoção de técnicas de manejo conservacionistas do solo e da água são essenciais para manter níveis satisfatórios de produtividade, além da importância de garantir esses recursos para as gerações futuras (SILVA, 2019).

Como dito anteriormente, resíduos são utilizados para reposição de nutrientes em sistemas agroecológicos de produção. Na agroecologia não se permite o uso de vinhaça devido seu potencial de acidificar o solo, poluir o lençol freático e espantar fauna. Porém a legislação atual proíbe seu despejo no ambiente, e a aplicação consciente efetuando estudos de solo e composição do resíduo, utilizando a dosagem necessária de vinhaça na fertirrigação reduz o risco de contaminação de lençóis freáticos. Por isso, dentre várias soluções possíveis para tratar este efluente, a fertirrigação se mostrou a melhor técnica difundida, quando utilizada de forma racional e controlada e o resíduo pode trazer benefícios ao solo, à planta e evitar poluição do meio ambiente (ANDRADE, 2012).

Em Sergipe a vinhaça vem sendo utilizada para fertirrigação, porém nem todos os agricultores e fornecedores de cana-de-açúcar possuem informações sobre seu uso e das quantidades que devem ser utilizadas para obter benefícios e evitar desequilíbrio químico no solo e contaminação de águas. Diante disso, fica evidenciada a extrema importância de técnicas de pesquisa capazes de informar o estado dos recursos naturais, mostrando as atitudes a serem tomados para uma maneira eficiente que gere a recuperação e o aproveitamento sustentável das terras nesse ambiente (SILVA, 2019).

Desta forma, o objetivo do trabalho foi comparar e analisar os efeitos da aplicação de vinhaça sobre a qualidade química e física de um Argissolo Vermelho Amarelo utilizado para cultivo da cana-de-açúcar, RB92579 e RB867515, em área que receber aplicação de vinhaça outra área de cultivo que não recebe vinhaça e uma área controle com mata nativa, classificada como fragmento da mata atlântica.

2 METODOLOGIA

2.1 Local de estudo

O trabalho foi desenvolvido em áreas de produção de cana-de-açúcar em Sergipe. Foram avaliados solos da Usina São José do Pinheiro, no município de Laranjeiras, coordenadas 10°48' latitude Sul e 37°10' longitude Oeste, com elevação de 9 m (IBGE, 2019), inserida no domínio morfoclimático da Mata Atlântica, com o clima também do tipo As (clima Tropical) e precipitação pluviométrica em torno de 1368 mm anuais concentrados nos meses de abril a julho, com temperatura média anual de 25,4° C. Todas as áreas deste estudo apresentam solos da ordem Argissolo.



Figura 1: Localização geográfica do município de Laranjeiras, Sergipe.

2.2 Amostragem

As coletas foram realizadas no mês de outubro de 2018, período seco do ano, em 3 diferentes áreas da usina. As áreas definidas foram: plantio de cana-de-açúcar com aplicação da vinhaça (CV), plantio de cana-de-açúcar sem aplicação da vinhaça (SV) e mata nativa (MN) utilizada como reserva ambiental próxima aos canaviais. Para análise química foram realizadas 9 amostras compostas de solo na profundidade 0-20 cm utilizando um trado holandês, sendo 3 amostras compostas para cada área. Já para as análises físicas foram retiradas 9 amostras superficiais (0-4 cm) indeformadas de solo utilizando anel metálico com volume conhecido, sendo 3 amostras para cada área de estudo.

As áreas avaliadas com cana-de-açúcar da Usina Pinheiro, apresentavam cana soca e receberam anualmente 300 kg.ha⁻¹/ano de adubo químico tendo formulação 10-08-00. Esta área recebeu 40mm.ano⁻¹ de vinhaça em aplicação única durante 20 anos.

2.3 Análises

As amostras de solo foram transportadas para o Laboratório de Solos do Instituto Federal de Sergipe – Campus São Cristovão onde foram pesadas para obtenção do peso úmido e secas em estufa a 105° C por 24 horas para as análises físicas. Após obtenção do peso seco foi obtido o teor de umidade, densidade do solo e porosidade (EMBRAPA, 2017).

Para as análises químicas as amostras foram secas, destorroadas e peneiradas. Foram determinados os valores de: o pH em água; CE (condutividade elétrica), cálcio mais magnésio (Ca²⁺ + Mg²⁺), potássio (K⁺), alumínio (Al³⁺), fósforo disponível e carbono orgânico total, conforme metodologia da EMBRAPA, (2017). Em função dessas determinações, foi calculada a capacidade de troca catiônica (CTC) e a percentagem de saturação por base (V).

Todos os dados obtidos para análises químicas foram interpretados segundo SOBRAL e colaboradores (2017), e comparados em relação ao diagnóstico da fertilidade dos solos do Estado de Sergipe, interpretando como valores baixos, médios e altos.

2.3 Análise estatística

O tratamento dos dados consistiu na análise de variância e na comparação de médias pelo teste de Scott-Knott (1974) a 5% de probabilidade. Os dados foram submetidos análise do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2000).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização química da vinhaça

A análise abaixo foi disponibilizada pela Usina São José do Pinheiro, indicando os teores de nutrientes presentes na vinhaça no ano de 2018.

Tabela 1: Caracterização química da vinhaça produzida pela Usina São José do Pinheiro no ano de 2018.

Detrminação	pH	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	S	MO	CO	C/N
Unidade	--				kg.m-3					--
Resultados	4,6	0,12	0,03	0,80	0,47	0,19	0,23	4,13	2,40	20 : 1

Análise dos atributos químicos da vinhaça utilizada nesta pesquisa, pH, Nitrogênio Total – N, Fósforo - P₂O₅, Potássio - K₂O, Cálcio – CaO, Magnésio – MgO, Enxofre – S, Matéria Orgânica- MO, Carbono Orgânico- CO, Relação C/N

3.2 Atributos químicos

Os dados químicos do solo das três áreas são apresentados na tabela 2.

Tabela 2: Atributos químicos de qualidade do solo avaliados em sistema de monocultura de produção no município de Laranjeiras, Sergipe.

Áreas avaliadas	pH H ² O	Ca -----	Mg Cmolc kg ⁻¹ -----	Al -----	K mg kg ⁻¹ ----	P	MOS g kg ⁻¹	CE (mS/cm)	V %
Mata	5,24 b	3,9 a	1,44 a	0,12 b	156 a	15,14 c	12,16 a	0,07 a	42,41 b
CV	5,96 a	3,31 b	0,73 b	0,12 b	169 a	493,81 a	7,08 b	0,05 b	61,91 a
SV	4,69 c	1,69 c	1,38 a	0,45 a	39 b	64,48 b	5,1 c	0,02 c	39,91 b

Médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott (1974) a 5% de probabilidade. Análise dos atributos químicos do solo, pH, condutividade elétrica (CE), fósforo (P), potássio (K⁺), cálcio (Ca²⁺), magnésio (Mg²⁺), alumínio (Al³⁺), matéria orgânica (MO) e saturação por bases (V%) para as camadas 0 – 20 cm.

Em relação aos dados de fertilidade dos solos analisados nas 3 áreas da Usina São José do Pinheiro (Tabela 2), foi observado que o pH das áreas estudadas diferiram estatisticamente e que apenas a área que recebeu aplicação de vinhaça apresentou pH dentro da faixa considerada ideal para os solos (5,5 – 6,5) estando as áreas restantes com pH abaixo do ideal.

De acordo com a literatura, os solos fertirrigados com vinhaça tendem a aumentar o pH. Barros e colaboradores (2010), afirmaram que nos primeiros dez dias após a aplicação, o pH pode sofrer redução considerável com posterior aumento, podendo alcançar valores superiores a sete, e que esta ação ocorre devido à ação de microrganismos do solo.

A condutividade elétrica (CE), um indicativo da concentração de sais de um solo, apresentou valores entre 0,02 a 0,07 mS.cm⁻¹ e diferenciou estatisticamente entre as áreas. Foi observado maior valor na área de mata, porém todas as áreas apresentaram valores baixos (menores que 2 mS.cm⁻¹ de solo) e não interferem no desenvolvimento das culturas.

Apesar da diferença estatística entre as áreas analisadas para os teores de cálcio, os resultados mostraram altos teores para este elemento, maiores para as áreas de mata e com aplicação de vinhaça. Já para magnésio, foi observado maiores valores com diferença estatística para as áreas de mata e sem aplicação de vinhaça e menores valores para a área com aplicação de vinhaça. Os resultados observados neste estudo para magnésio diferem da literatura, já que estudos com adição de vinhaça ao solo, por 30 anos, proporcionaram elevação do conteúdo de cálcio, magnésio e zinco, quando comparada com áreas sem irrigação com vinhaça, devido aos elevados teores destes elementos na vinhaça (MAGALHÃES, 2010).

Apesar dos níveis altos de cálcio, a relação Ca/Mg considerada ideal para o desenvolvimento das culturas ficar entre 4:1 e 8:1 segundo Medeiros et al., (2008) na maioria dos trabalhos que considera esta relação, o único tratamento que atinge esta relação satisfatória e o CV, confirmando as pesquisas que a adição deste produto aumenta os teores de cálcio no solo.

A área da mata e a área cultivada com cana-de-açúcar com aplicação de vinhaça apresentaram valores iguais para teores de alumínio, valores menores do que o encontrado na área onde não houve aplicação do subproduto. Estes dados estão relacionados ao aumento do índice de saturação de bases e também é possível notar que pH e o Al tem comportamento inversos, ocorrendo a diminuição na concentração de Al no solo que recebeu vinhaça quando comparado ao solo que não recebeu o resíduo. Sousa et al., (2007), afirmam que isso é efeito do uso da vinhaça, pois com o aumento no pH é possível reduzir ou até mesmo eliminar os efeitos tóxicos do Al³⁺ trocável do solo.

Para os teores de potássio, a área sem aplicação da vinhaça difere das demais áreas apresentando valor inferior às áreas de mata e com aplicação de vinhaça. Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Bebé et al. (2009) que obtiveram resultados similares, comparando solo cultivado com cana que recebe aplicação vinhaça e solo que não recebe, onde a área fertirrigada apresentou teor de K maior, sendo que o aumento no teor de K no solo causado pela adição de vinhaça é esperado já que a mesma possui uma elevada concentração deste nutriente.

É importante considerar a necessidade de K e a capacidade de retenção de cátions no solo, na tomada de decisão da dose de vinhaça a ser aplicada, com o intuito de abrandar os impactos ambientais ocasionados pelo uso agrícola do subproduto, já que potássio tem alto potencial de lixiviação (SANTOS et al., 2012). O alto teor deste elemento pode modificar condições como a salinidade do solo e a condutividade elétrica do meio (SANTOS, et al., 2012).

Para teor de Fósforo, todas as áreas analisadas diferem entre si. A área que recebeu aplicação de vinhaça destaca-se apresentando maior concentração deste nutriente no solo, diferente da mata que apresentou a menor concentração do elemento no solo.

Devido aos solos brasileiros serem naturalmente pobres neste nutriente, além de sua grande habilidade de reagir com outros nutrientes formando compostos insolúveis, são necessários grandes volumes de adubações para atender as exigências das culturas quanto ao fornecimento do fósforo (TRINDADE et al, 2011).

Lucena (2014), verificou que houve redução no teor de fósforo no solo, mas com o aumento das doses de vinhaça, ocorreu posteriormente elevação desse nutriente no solo.

Barros e colaboradores (2010) estudando sobre alterações em atributos químicos de solo cultivado com cana-de-açúcar e adição de vinhaça constataram que houve acréscimo significativo de P, nas três profundidades do solo da área fertirrigada com vinhaça, quando comparada com a área não fertirrigada. Este aporte evidencia a importância da vinhaça como fornecedora deste nutriente para a cultura da cana-de-açúcar, corroborando com os dados do presente estudo.

Em relação à matéria orgânica do solo (MOS), seu teor foi maior em área de mata que nas áreas agrícolas e este comportamento é esperado já que em solos sob vegetação natural não ocorrem grandes variações nos estoques de MOS, havendo um equilíbrio entre a entrada e saída de nutrientes (COSTA et al., 2013), onde a ciclagem da MOS é controlada por taxas de deposição, decomposição e renovação dos resíduos, que ocorrem de forma dinâmica (MULVANEY et al., 2010). Porém, é interessante observar que nas duas áreas agrícolas avaliadas, seu teor foi maior na área que recebeu aplicação de vinhaça (Tabela 2), indicando que seu uso alterou positivamente a matéria orgânica do solo, contribuindo para a melhoria na fertilidade. Barros e colaboradores (2010), estudando sobre alterações em atributos químicos de solo cultivado com cana-de-açúcar e adição de vinhaça constataram que quando comparadas as áreas com aplicação e sem aplicação de vinhaça em relação ao teor de matéria orgânica do solo, a área com aplicação de vinhaça teve melhor resultado, confirmando a importância deste subproduto no acréscimo gradativo da matéria orgânica no solo.

Mesmo com o valor da matéria orgânica do solo sendo maior na área onde ocorreu a aplicação da vinhaça em relação à área onde não ocorreu, esse valor ainda é considerado baixo e de acordo com Martins (2011), esse resultado pode ser justificado por que essas áreas agrícolas são manejadas de forma convencional e submetidas ao uso do fogo para a colheita da cana-de-açúcar sucessivas vezes, já que estas são áreas de cana soca, possivelmente influenciando na redução e não reposição da matéria orgânica do solo.

Segundo Barros et al. (2010), pelas características coloidais da matéria orgânica contida na vinhaça, sua adição provoca uma elevação da CTC, conferindo ao solo uma maior quantidade de cargas negativas, diminuindo a lixiviação de cátions. Sua aplicação aos solos causa também um acréscimo no teor de cátions trocáveis, principalmente potássio e cálcio, que são os elementos minerais que se apresentam em maiores proporções na vinhaça, aumentando com isso a soma de bases, corroborando os achados do presente estudo.

De todos os elementos avaliados apenas o teor de magnésio foi menor na área que recebeu aplicação de vinhaça em relação a área que não recebeu vinhaça. Em todos os demais foi observado aumento em suas quantidades com o uso de vinhaça e isso se reflete em maior índice de saturação de bases (V). Maior índice de saturação de bases indica um solo com maior fertilidade geral, mostrando que a aplicação de vinhaça contribuiu para a melhoria da qualidade do solo.

Das nove variáveis analisadas, a área que recebeu aplicação de vinhaça apresentou aumento nos teores de pH, Ca, CE, K, P, MOS, V e diminuição nos níveis de Mg e Al, quando comparada a área não fertirrigada. Já quando comparada com a Mata, a área fertirrigada apresentou os seguintes resultados: aumento do pH, P, V, diminuição nos teores de CE, Ca, Mg e Mo e permaneceu igual os níveis de Al e K.

3.3 Atributos físicos

Os dados físicos do solo das três áreas são apresentados na tabela 2.

Tabela 3: Atributos físicos de qualidade do solo avaliados em sistema de monocultura de produção no município de Laranjeiras, Sergipe.

Áreas avaliadas	Umidade (%)	Densidade do Solo (g.cm ⁻³)	Porosidade Total (%)
Mata	17,23 a	1,04 a	56,51 a
CV	13,49 b	1,48 b	40,69 b
SV	11,42 b	1,57 b	36,42 b

Médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott (1974) a 5% de probabilidade. Média formada por 9 repetições. Valores de umidade e porosidade total em % e DS= densidade do solo (g/cm³).

Os valores referentes ao teor de umidade no momento da coleta variaram de 11,42% a 17,23 % e a área da mata diferiu estatisticamente das demais, apresentando maior teor de umidade em comparação às duas áreas agrícolas com e sem aplicação de vinhaça (Tabela 3).

Também nestas áreas a colheita é realizada mediante a queima da palhada e de acordo com Redin e colaboradores (2011) os atributos físicos do solo sofrem grandes modificações quando submetidos ao uso do fogo para a colheita da cana-de-açúcar.

A queima além de alterar a umidade do solo, em função das mudanças na taxa de infiltração e na taxa de transpiração, pode alterar também o estoque de água no solo. Além disso, o solo desprotegido oferece uma maior possibilidade de lixiviação de nutrientes (REDIN et al., 2011). Segundo Moitinho et al. (2013), a cobertura vegetal propiciada pela palhada da cultura auxilia na preservação da umidade e favorece as menores temperaturas na superfície do solo.

Os dados de densidade do solo variaram de 1,04 a 1,57 g/cm³ (Tabela 3), valores considerados normais para solos de textura média e não indicaram compactação destas áreas (EMBRAPA, 2007). Conforme a análise estatística a área da mata apresentou menor densidade do solo, provavelmente este valor de densidade do solo ocorreu porque em área de mata não houve revolvimento do solo e seu teor de matéria orgânica é maior (FARIAS, 2018).

O uso principal da densidade do solo é como indicador da compactação, e sua alteração ocorrem devido a mudanças na estrutura e porosidade do solo. A densidade do solo tende a aumentar com o aumento da profundidade no perfil, isto se deve, provavelmente, ao menor teor de matéria orgânica, menor agregação, pouca quantidade de raízes e compactação causada pela massa das camadas superiores (REICHERT, 2009).

Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Portugal et al. (2010) e Freitas et al. (2017) que obtiveram resultados similares, comparando solo cultivado com cana e mata nativa. A maior densidade nos solos cultivados está relacionada com a compactação do solo pelo tráfego de máquinas e implementos agrícolas, perda de matéria orgânica (FREITAS, 2011).

Em relação a porosidade, foi observado que variou de 36,42 % a 56,51% da composição do solo (Tabela 2), indicando boa agregação (SILVA, 2019). A porosidade total é influenciada significativamente pelos diferentes usos do solo e o maior valor desse atributo foi encontrado na área de mata.

Oliveira et al. (2015) estudando sobre o assunto constataram que a porosidade total é um dos mais importantes indicadores de qualidade física do solo e o percentual do volume de poros está diretamente ligada ao manejo da área, ou seja, esse alto volume de poros, encontrado na tabela 2, reflete condições em que o solo sofreu pouca ou nenhuma alteração devido à pressão pelo tráfego e revolvimento. Estes dados corroboram com Zolin et al. (2011) onde em estudo exploratório do uso da vinhaça ao longo do tempo apresentam valores de porosidade total na qual se pode observar que a porosidade do solo aumentou a medida em que a quantidade de carbono orgânico presente no solo aumentava, sendo mais clara esta relação na camada superficial de 0 a 0,15 m.

Percebe-se pela mesma Tabela (Tabela 3), que apesar de não ter ocorrido diferença estatística entre as áreas de cultivo de cana-de-açúcar com e sem vinhaça, a área que recebeu aplicação de vinhaça apresentou melhores dados, para os atributos físicos avaliados. Provavelmente isso ocorre porque este aporte de material orgânico contribui para a melhoria da microbiota do solo. Esta contribuição gerada pela aplicação da vinhaça ainda não promoveu diferença estatística em relação à área sem aplicação, provavelmente pelo baixo volume aplicado anualmente. Estes resultados mostram que maiores volumes podem ser aplicados visando melhoria dos solos, porém acompanhados de estudos para que não promovam contaminação de lençol freático e poluição ambiental.

4 CONCLUSÕES

A adição de vinhaça à lavoura de cana-de-açúcar alterou, positivamente, as propriedades químicas do solo, proporcionando melhoria na fertilidade, pelo maior aporte de nutrientes para a maioria das variáveis analisadas em relação as outras áreas avaliadas.

A aplicação de vinhaça diminuiu o teor de Mg no solo;

A aplicação de vinhaça não acidificou o solo na área estudada;

A aplicação de vinhaça à lavoura de cana-de-açúcar não alterou os atributos físicos de teor de umidade, densidade e porosidade dos solos avaliados.

5. REFERÊNCIAS

ARSHAD, M.A.; LOWER, B.; GROSSMAN, B. Physical tests for monitoring soil quality. In: DORAN, J. W.; JONES, A. J.(Eds.). Methods for assessing soil quality. **Soil Science Society of America**, p.123-141, (Special publication, 49), 1996.

ALCÂNTARA, F. A. **Manejo Agroecológico do Solo**. Embrapa Arroz e Feijão Santo Antônio de Goiás, GO. 2017.

ANDRADE, F.P. **Uso da vinhaça na fertirrigação: revisão da literatura sobre a técnica e seus benefícios**. Lorena, SP, 2012. 57 f. Monografia (conclusão da disciplina Trabalha de Conclusão do Curso II) - Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo. São Paulo. 2012.

ALTIERI, M. A. **Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável**. 4. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2004. 110 p.

BARROS, R. P. et al. **Alterações em atributos químicos de solo cultivado com cana-de-açúcar e adição de vinhaça**. Pesq. Agropec. Trop., Goiânia, v. 40, n. 3, p. 341-346, jul./set. 2010.

BEBÉ, F.V.; ROLIM, M.M.; PEDROSA, E.M.R; SILVA, G.B.; OLIVEIRA, V.S. Avaliação de solos sob diferentes períodos de avaliação com vinhaça. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, PB. v. 13, n.6, p. 781-787, 2009.

CARNEIRO, M.A.C.et al. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 33:147-157, 2009. Disponível em:< <http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v35n2/v35n2a26.pdf>>. Acesso em: 29 Abril 2020.

CARVALHO, E. R. et al. Fertilizante mineral e resíduo orgânico sobre características agronômicas da soja e nutrientes do solo. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 4, p. 930-939, 2011.

CARVALHO, T. B. **Eficiência de uso da água no cultivo de cana-de-açúcar, 1ª folha, em diferentes épocas de plantio**. São Cristóvão, Sergipe, 2016. 65 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Sergipe, 2016.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo- Norma Técnica. Vinhaça – **Critérios e procedimentos para aplicação no solo agrícola**. 3.ed. Altos Pinheiros, São Paulo, 15 p. 2015.

COSTA, E.M. et. al. **Matéria orgânica do solo e o seu papel na manutenção e produtividade dos sistemas agrícolas**. ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, n.17, p. 1844, 2013.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária- Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 306 p. 2007.

EMBRAPA SOLOS – Livro técnico. **Manual de métodos de análise de solo**. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 573 p. ISBN 9788570357717.

FARIAS, F.J. **Atributos físicos, químicos e microbiológicos do solo em sistema agroecológico de produção**. São Cristóvão, Sergipe. 2018. 41 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Tecnologia em Agroecologia) – Instituto Federal de Sergipe, Sergipe. 2018.

FARINELLI, R; MUSSI, I. E.; MANCINI, R. T. A. Uso de resíduos agroindustriais de cana-de-açúcar na adubação da cultura do milho. **CIÊNCIA E CULTURA** - Revista Científica Multidisciplinar do Centro Universitário da FEB. v. 13, n . 2, p. 65-73. 2017.

FERREIRA, D.F. **Sistema de análises de variância para dados balanceados**. Lavras: UFLA, 2000. (SISVAR 4. 1. pacote computacional).

FREITAS, L. et al;. Indicadores da qualidade química e física do solo sob diferentes sistemas de manejo. **UNIMAR CIÊNCIAS**. Marília/SP. v. 26, n.1, p. 08-25, 2017.

FREITAS, L. **Influência de fragmentos florestais nativos sobre os parâmetros químicos, físicos e microbiológicos de solos cultivados com cana-de-açúcar**. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal), Rio Claro: Universidade Estadual Paulista, 2011. 115 p.

HUNGRIA, M.; SILVA, A. P.; BABUJIA, L. C.; FRANCHINI, J. C.; SOUZA, R. A. Microbial biomass under various soil- and crop management systems in shortand long-term experiments in Brazil. **Field Crops Research**. v 119, n 1, p 20-26, 2010.

IBGE. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola** - abril 2017. Disponível em:<<https://sidra.ibge.gov.br/home/lspa/sergipe>>. Acesso em 20 de julho de 2020.

IBGE. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola** - abril 2018. <https://sidra.ibge.gov.br/home/lspa/sergipe>. Acesso em 20 de julho de 2020.

IBGE. **Localização geográficas das cidades Sergipanas** - abril 2019. Disponível em:<<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/se>>. Acesso em 22 de abr. de 2020.

KORASAKI, V.; MORAIS, J. W. de; BRAGA, R. F. Macrofauna. In: MOREIRA, F. M. S.; CARES, J. E.; ZANETTI, R.; STÜRMER, S. L. (Eds.). **O ecossistema solo: componentes, relações ecológicas e efeitos na produção vegetal**. Lavras: Editora da UFLA, p. 79-128, 2013.

LIBONI, L. B.; CEZARINO, L. O. Impactos sociais e ambientais da indústria da cana-de-açúcar. **Future Studies Research Journal**. v. 4, n. 1, p. 202 - 230, 2012.

LUCENA, E. H. L. **Efeito da aplicação de vinhaça e torta de filtro na cultura do sorgo sacarino visando produção de biomassa e rendimento de caldo**. Recife, PE. 2014. 67 f. Dissertação (Mestre em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Pernambuco, 2014.

MAGALHÃES, V. R. **Influencia de doses de vinhaça nas características agrônômicas de variedade de cana de açúcar cana-planta e atributos químicos do solo**. 2010. 89f. Dissertação (Mestrado Produção Vegetal) – Universidade Estadual de Montes Claros – Unimontes, Janaúba, 2010.

MARTINS, M.E. **Atributos de um latossolo sob aplicação de vinhaça e cultivo de cana-de-açúcar**. Cuiabá, MT. 2011. 70 f. Dissertação (Mestre em Agricultura Tropical) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade Federal de Mato Grosso, Mato Grosso. 2011.

MEDEIROS, J. C.; ALBUQUERQUE, J. A.; MAFRA, Á. L.; DALLA ROSA, J.; GATIBONI, L. C. Relação cálcio:magnésio do corretivo da acidez do solo na nutrição e no desenvolvimento inicial de plantas de milho em um Cambissolo Húmico Álico. **Semina: Ciências Agrárias**, vol. 29, n. 4, p. 799-806, 2008.

MENEZES, V. M. M. Dinâmica de resíduos sucroalcooleiros usados como biofertilizantes. São Cristóvão, Sergipe. 2019. 30 f. Trabalho de conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) – Universidade Federal de Sergipe, Sergipe. 2019

MILINDRO, I. F. et al. **Atributos químicos como indicadores de qualidade do solo sob manejo agroecológico**. Cadernos de Agroecologia, Belém, v. 10, n. 3, p. 1-5, out. 2016.

MOITINHO, M. R.; PADOVAN, M. P.; PANOSSO, A. R.; LA SCALA JR, N. Efeito do preparo do solo e resíduo da colheita de cana-de-açúcar sobre a emissão de CO₂. R. **Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa**, v.37, p.1720-1728, 2013.

MOREIRA, W. H. et al. Atributos físicos de um Latossolo Vermelho distroférico em sistema de integração lavoura-pecuária. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.36, n.2, p.389-400, mar/abr. 2012.

MULVANEY, M.J. et al. Carbon and nitrogen mineralization and persistence of organic residues under conservation and conventional tillage. **Agronomy Journal**, v.102, p.1425-1433, 2010.

NOVACANA. **A produção de cana-de-açúcar no Brasil (e no mundo)**. 2018. Disponível em:<<https://www.novacana.com>>. Acesso em 30 de mai. de 2020.

OLIVEIRA, D. M. S.; LIMA, R. P.; VERBURG, E. E. J. Qualidade física do solo sob diferentes sistemas de manejo e aplicação de dejetos líquido suíno. Campina Grande, PB. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.19, n.3, p.280–285, 2015.

PORTUGAL, A.F; COSTA, O.D.V.; COSTA, L.M. Propriedades físicas e químicas do solo em áreas com sistemas produtivos e mata na região da Zona da Mata mineira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n. 2, p. 575-585, 2010.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo: a em regiões tropicais**. São Paulo: Nobel, 1979. 579 p.

REDIN, M. et al;. Impactos da queima sobre atributos químicos, físicos e biológicos do solo. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 21, n. 2, p. 381-392. 2011.

REICHERT, J.M. Variação temporal de propriedades físicas do solo e crescimento radicular de feijoeiro em quatro sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 3, p. 310-319, 2009.

RENNER, L. M. et al;. **A importância da fauna no solo**. Caderno Rural: Ed. 205, 2017.

ROLIM, M. M. et al;. Influência de uma lagoa de distribuição de vinhaça na qualidade da água. **Revista Ambiente Água**, v.8, p.155-171, 2013.

SANTOS, I. S.; SILVA, M.B.; SOUZA, M. A. S. **Alterações nos atributos químicos do solo por aplicação de vinhaça na cultura da cana-de-açúcar**. Faculdade de Agronomia, Universidade de Rio Verde, 2012.

SANTOS, T. C. **Influência da monocultura de cana-de-açúcar sobre a fauna edáfica em Sergipe**. São Cristóvão, Sergipe. 2019. 27 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Tecnologia em Agroecologia) – Instituto Federal de Sergipe, Sergipe. 2019.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A. **A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance**. *Biometrics*. Raleigh, V.30, n.3, p.517, Sept. 1974.

SILVA, C. T. C. B. **Efeito da cobertura do solo sobre atributos físicos e microbiológicos**. São Cristóvão, Sergipe. 2019. 19 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Tecnologia em Agroecologia) – Instituto Federal de Sergipe, Sergipe. 2019.

SOBRAL, L. F.; MACEDO, L. C. B. de; SANTOS, R. C. Fundamentos da análise de solo para fins de recomendação de fertilizantes. In: SOBRAL, L. F.; VIEGAS, P. R. A.; SIQUEIRA, O. J. W.; ANJOS, J. L., BARRETTO, M. C. V. & GOMES, J. B. V. **Recomendação para uso de corretivos e fertilizantes no Estado de Sergipe**. Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2007. 251p.

SOUZA, E. R. et al;. Dinâmica da condutividade elétrica em neossolo flúvico no semi-árido. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.7, p.132-139, 2007.

TOMITA, C.K. **Manejo em sistemas orgânico e convencional: epidemiologia e controle de doenças em culturas de goiaba, gipsofila e pupunha**. Brasília. 2009. 187 f. Tese de

Doutorado (Programa de Pós-Graduação em Fitopatologia) – Universidade de Brasília– Brasília. 2019.

TRINDADE, E. F. S. et al;. Disponibilidade de fósforo em solos manejados com e sem queima no nordeste paraense. **Amazônia: Ci. & Desenv.**, Belém, v. 6, n. 12, 2011.

ZOLIN, C. A ; PAULINO, J. ; BERTONHA, A.; FREITAS, P. S.L; FOLEGATTI, M.V. Estudo exploratório do uso da vinhaça ao longo do tempo. I. Características do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.1, p.22–28, 2011.

INFLUENCE OF THE APPLICATION OF VINEMA ON THE CHEMICAL ATTRIBUTES
OF THE SOIL IN THE CULTURE OF SUGARCANE.

Elaine Santos Vieira *

Human activities are increasingly interfering and altering the ecosystem. The improper handling of natural resources causes an imbalance in the soil, degrading, compacting and causing great loss of soil life. The objective of the work was to compare and analyze the effect of vinasse application on the chemical and physical quality of a Red Yellow Argisol used for the cultivation of sugarcane, RB92579 and RB867515, which received vinasse application in another cultivation area that did not receive vinasse and a control area with native forest, classified as a fragment of the Atlantic forest. For the research, soil samples were collected in the three areas at depth 0-20 cm using Dutch auger for chemical analysis and 0-4 cm using metal ring for physical analysis, in the municipality of Laranjeiras-SE. The application of vinasse promoted an improvement in most of the chemical variables in the studied soils of the São José do Pinheiro plant in Laranjeiras, in relation to the area without application of vinasse, however the application of vinasse decreased the Mg^{+} content in the soil. The change in land use from natural vegetation to agricultural use with sugarcane decreased the moisture content and porosity, increased soil density and did not promote its compaction.

Keywords: soil fertility, vinasse, monoculture

* Undergraduate student in Agroecology, IFS - Campus São Cristóvão.
elaynnevieira.2015@gmail.com