



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**EDUARDO SOUZA COSTA BARROS**

**PRODUÇÃO DE BIOCOMPOSTO PROVENIENTE DA  
VINICULTURA E APLICAÇÃO NO DESENVOLVIMENTO DE  
MUDAS DE Videira (*Vitis vinifera* L.)**

**JUAZEIRO – BA  
2020**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**EDUARDO SOUZA COSTA BARROS**

**PRODUÇÃO DE BIOCOMPOSTO PROVENIENTE DA  
VINICULTURA E APLICAÇÃO NO DESENVOLVIMENTO DE  
MUDAS DE Videira (*Vitis vinifera* L.)**

Trabalho apresentado ao programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da UNIVASF, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. D.Sc. Nelci Olszewski  
Coorientadora: Prof<sup>a</sup>. D.Sc. Miriam Cleide Cavalcante de Amorim

JUAZEIRO – BA  
2020

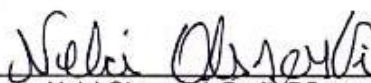
UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO  
MESTRADO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

FOLHA DE APROVAÇÃO

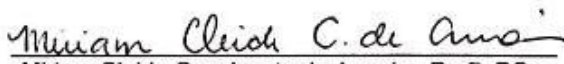
Eduardo Souza Costa Barros

“PRODUÇÃO DE BIOCOMPOSTO PROVENIENTE DA VINICULTURA  
E APLICAÇÃO NO DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE Videira  
(*Vitis vinifera* L.)”

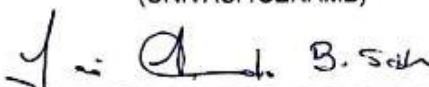
Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação *Strito Sensu* em Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, como requisito parcial para obtenção do título de mestre.



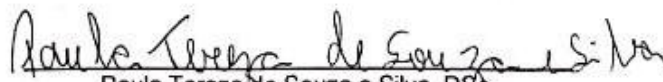
Nelci Olszewski, Prof.<sup>a</sup> DSc.  
(UNIVASF/CPGEA)



Miriam Cleide Cavalcante de Amorim, Prof.<sup>a</sup> DSc.  
(UNIVASF/CENAMB)



José Aliçandro Bezerra da Silva, Prof. DSc.  
(UNIVASF/CPGEA)



Paula Tereza de Souza e Silva, DSc.  
(Embrapa Semiárido)

Juazeiro-BA, 06 de Julho de 2020.

B277p Barros, Eduardo Souza Costa  
Produção de biocomposto proveniente da vinicultura e aplicação no desenvolvimento de mudas de videira (*Vitis vinifera* L.) / Eduardo Souza Costa Barros. – Juazeiro-BA, 2020.  
IX, 75 f. : il. ; 29 cm.

Dissertação de Mestrado (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Juazeiro-BA, 2020.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. D.Sc<sup>a</sup>. Nelci Olszewski.

1. Compostagem. 2. Biofertilizantes 3. Resíduo orgânico 4. Uva  
I. Título. II. Olszewski, Nelci. III. Universidade Federal do Vale do São Francisco.

CDD 631.875

Dedico este trabalho a minha família e amigos, que muito me incentivaram a realizá-lo.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por tudo que tens feito na minha vida e, à Maria, mãe intercessora, sempre me dando proteção, saúde e determinação para conclusão de mais um ciclo.

Aos meus pais, José Costa Barros e Rose Mary de Souza Barros, a quem já seria eternamente grato pelo dom da vida, mas vocês não se contentaram e ainda nos ensinaram a vivê-la com otimismo e determinação. O apoio de vocês é algo inestimável!

Aos meus irmãos Leonardo, Celso, Ana Maria, minhas avós Laurita e Noêmia e minha tia Roseclé pela incondicional torcida com a qual sempre contei em todas as etapas da minha vida.

A minha namorada Fernanda, pelo apoio nos momentos bons e ruins, me incentivando a acreditar e seguir em frente.

As minhas Professoras Orientadoras Nelci Olszewski e Miriam Cleide, pela confiança, por todo conhecimento transmitido, apoio nas decisões e dedicação nas correções buscando sempre o melhor. Muito obrigado!

A Universidade Federal do Vale do São Francisco, em especial aos Laboratórios de Engenharia Ambiental-LEA, de Física dos Solos e de Citologia Vegetal, pela estrutura e suporte fornecido. Aos Servidores e funcionários: Professores, Técnicos, Guardas, Faxineiros e Porteiros que me serviram de domingo à domingo sempre com muita atenção. Em especial, ao Professor Aliçandro por iniciar minha jornada na pesquisa, e as técnicas Damiana e Vanusia que nunca me negaram ajuda, muito obrigado!

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa, em especial a Pesquisadora Dra. Paula Tereza pela disponibilidade e valioso trabalho de suporte à esta pesquisa.

A Vitivinícola Quintas de São Braz, por me receber e fornecer a matéria prima deste estudo.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro a esta pesquisa.

BARROS, E. S. C. **1**Produção de biocomposto proveniente da vinicultura e aplicação no desenvolvimento de mudas de videira (*Vitis vinifera L.*). 2020. 75p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal do Vale do São Francisco. Juazeiro-BA.

## RESUMO

O Submédio Vale do São Francisco, localizado na região nordeste do Brasil, se destaca como uma das regiões produtoras de uvas e vinhos do país. Essa alta produtividade, por consequência, gera alta quantidade de resíduos. Estes, associados à ausência de áreas de depósito adequadas, podem provocar sérios problemas ambientais pois são resíduos caracterizados pela elevada concentração de matéria orgânica, elevado grau de fibras e de elementos minerais. Com isso, como forma de reduzir o acúmulo destes no meio ambiente, foi realizado processo de compostagem do bagaço de uva (principal resíduo gerado no processo de vinificação) misturado ao esterco ovino e folhas de mangueira, objetivando avaliar, no biocomposto final, suas características físico-químicas, nutricionais e microbiológicas, para utilização como biofertilizante/condicionador do solo, frente à legislação brasileira. Posteriormente foi feita a aplicação deste biocomposto como componente de substrato, avaliando o condicionamento do solo e desenvolvimento de mudas de videira (*Vitis vinifera L.*) “BRS Isis” conduzidas em substratos com diferentes proporções de solo (Latossolo Amarelo) e de biocomposto. Os resultados quanto ao processo de compostagem mostraram que a composição de resíduos não apresentou problemas quanto a evolução da temperatura, pois os valores na pilha aumentaram rapidamente, atingindo a temperatura mais alta (57° c) no 5° dia do processo, temperatura ideal para a remoção de microrganismos patogênicos. O composto resultante apresentou relação C/N de 5,85, no entanto, se observado o valor da relação C/N aos 30 dias de processo (18,14), o composto já se encontrava estabilizado e pronto para utilização como fertilizante orgânico na agricultura, representando uma redução de 90 dias no processo. Durante a condução das mudas de videira com substratos constituídos por diferentes proporções do biocomposto produzido com resíduos de vinícola e solo, as características físicas dos substratos apresentaram melhoria na densidade do solo, porosidade (macro e microporos), assim como o teor de retenção de água, com a adição do biocomposto, em especial o tratamento T4 (50% de biocomposto + 50% de solo), assim como às características químicas, todos os tratamentos com adição do biocomposto apresentaram altos teores nutricionais e sem riscos de salinização e toxicidez às plantas. Em relação às características morfofisiológicas das mudas, a aplicação do biocomposto influenciou positivamente os resultados para comprimento da parte aérea, número de folhas, clorofila total, massa seca da parte aérea e massa seca de raiz. Com isso, o biocomposto produzido com bagaço da uva, esterco ovino e folhas de mangueira atendeu à legislação e sua utilização junto ao solo, se mostrou um substrato viável na condução de mudas de videira “BRS Isis”, especialmente os tratamentos com os maiores teores de biocomposto, pois apresentaram melhores resultados. Outra possibilidade de utilização do biocomposto é como condicionador de solo, visto que melhora suas características físicas, químicas e biológicas.

**Palavras-chave:** Agroindústria. Compostagem. Resíduo orgânico. Reúso agrícola.

<sup>1</sup>O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

BARROS, E. S. C. <sup>1</sup>**Production of biocompost derived from viniculture and application in the development of grape seedlings (*Vitis vinifera* L.).** 2020. 75p. Dissertação (Master in Agricultural Engineering). Federal University of São Francisco Valley. Juazeiro-BA.

## ABSTRACT

The submedium of São Francisco Valley, located in the northeast region of Brazil, stands out as one of the grape and wine producing regions of the country. This high productivity, therefore, generates a high amount of waste. These, associated with the absence of adequate deposit areas, can cause serious environmental problems as they are residues characterized by high concentration of organic matter, high degree of fibers and mineral elements. Therefore, as a way to reduce the accumulation of these in the environment, the process of composting grape marc (the main waste generated in the winemaking process) mixed with sheep dung and mango leaves was carried out, with the purpose of evaluating, in the final biocompost, its physical-chemical, nutritional and microbiological characteristics, for use as a biofertilizer/soil conditioner, according to Brazilian legislation. Subsequently, this biocompost was applied as a substrate component, evaluating soil conditioning and development of vine seedlings (*Vitis vinifera* L.) "BRS Isis" conducted on substrates with different soil proportions (Yellow Latosol) and biocompost. The results regarding the composting process showed that the composition of residues did not present problems regarding the evolution of temperature, as the values in the pile increased rapidly, reaching the highest temperature (57° c) on the 5th day of the process, ideal temperature for the removal of pathogenic microorganisms. The resulting compound presented a C/N ratio of 5,85, however, if the value of the C/N ratio was observed at 30 days of the process (18,14), the compost was already stabilized and ready for use as an organic fertilizer in agriculture, representing a reduction of 90 days in the process. During the conduction of the grapevine seedlings with substrates composed of different proportions of the biocompost produced with wine residues and soil, the physical characteristics of the substrates showed improvement in the Ds parameters, porosity (macro and micropores), as well as the water retention content, with the addition of the biocompost, especially the T4 treatment (50% biocompost + 50% soil), as well as the chemical characteristics, all the treatments with the addition of the biocompost showed high nutritional contents and no risk of salinization and toxicity to the plants. Regarding the morphophysiological characteristics of the seedlings, the application of the biocompost influenced positively the results for area length, number of leaves, total chlorophyll, dry mass of the aerial part and dry mass of the root. Thus, the biocompost produced with grape pomace, sheep dung and mango leaves complied with the legislation and its use close to the soil, proved to be a viable substrate in the conduction of "BRS Isis" vine seedlings, especially the treatments with the highest levels of biocompost, because they showed better results. Another possibility of using the biocompost is as a soil conditioner, since it improves its physical, chemical and biological characteristics.

**Keywords:** Agricultural reuse. Agroindustry. Composting. Organic waste.

<sup>1</sup>This work was supported by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior Brasil (CAPES) - Finance Code 001.



## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>11</b>
2.1.VITIVINICULTURA E GERAÇÃO DE RESÍDUOS.....	11
2.2. APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS VINÍCOLAS.....	13
2.3. LEGISLAÇÃO .....	14
2.4 COMPOSTAGEM .....	16
<b>2.4.1 Fases da compostagem .....</b>	<b>17</b>
<b>2.4.2 Parâmetros de controle da compostagem.....</b>	<b>18</b>
2.4.2.1 Microrganismos.....	18
2.4.2.2 Temperatura .....	19
2.4.2.3 Aeração.....	20
2.4.2.4 Relação Carbono/Nitrogênio (C/N) .....	20
2.4.2.5 pH (potencial Hidrogeniônico).....	21
2.4.2.6 Umidade.....	22
2.4.2.7 Granulometria .....	23
2.5 PRODUÇÃO DE MUDAS DE VIDEIRA .....	23
<b>3. REFERÊNCIAS .....</b>	<b>25</b>
<b>4. ARTIGO 1: Compostagem de resíduos de vinícola e características do composto final frente à legislação Brasileira .....</b>	<b>30</b>
4.1 INTRODUÇÃO.....	31
4.2 MATERIAL E MÉTODOS .....	33
4.3 RESULTADOS.....	36
4.4 DISCUSSÃO.....	40
4.5 CONCLUSÕES.....	48
4.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49
<b>5. ARTIGO 2: Biocomposto de uva no condicionamento do solo e na condução de mudas de videira .....</b>	<b>56</b>
5.1 INTRODUÇÃO.....	57
5.2 MATERIAL E MÉTODOS .....	59
5.3 RESULTADOS.....	61
5.4 DISCUSSÃO.....	66
5.5 CONCLUSÕES.....	71
5.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	71

## 1. INTRODUÇÃO

Em termos de produção agrícola, a fruticultura do Brasil se destaca no mundo pela diversidade de produtos e uma área de cultivo que supera 2 milhões de hectares (GERUM et al., 2019). Dentre os plantios frutícolas, a vitivinicultura é uma das principais culturas, visto que a uva é um dos frutos mais difundidos no mundo, podendo ser consumida in natura ou processada pelas vinícolas na produção de sucos e vinhos. Assim, com a extensa área cultivada e com altas produtividades, surge também o interesse global por uma agricultura sustentável, que, aliada a competitividade de mercado e ao grande consumo de alimentos tem exigido dos produtores a adequação a determinados princípios de exploração agrícola, visando um maior e melhor aproveitamento econômico, ambiental e social. Com isso, a geração e aplicação final dos resíduos agrícolas são fatores que devem ser levados em consideração durante o processo de produção, visto que a destinação adequada minimiza os impactos ambientais, colaborando com a minimização de custos na cadeia produtiva.

Dados estimam que apenas 3% dos resíduos da indústria vinícola passam por algum processo de aproveitamento, entre os resíduos produzidos, o bagaço de uva é considerado o principal, sendo composto de cascas e sementes, polpa residual dos bagos e engaços (TONON et al., 2018). A proporção em que cada componente faz parte do bagaço é resultado de diversos fatores, tais como a variedade da uva, a safra, o clima e o solo, gerando muita variabilidade em sua constituição. No geral, o bagaço seco é constituído por 5-10% de polpa residual, 38-52% de sementes e 8-20% de casca e engaço (CHRIST & BURRIT, 2013; BRENES et al., 2016).

Normalmente, as vitivinícolas não se beneficiam destes resíduos e, na sua maioria resulta em um custo adicional para a disposição final adequada. O uso destes com fins mais nobres, seja como adubo orgânico ou na composição de substratos para a produção de mudas, pode resultar em benefícios tanto para a agroindústria vitivinícola como também aos usuários dos coprodutos do bagaço de uva (MELLO & SILVA, 2014). Além disso, a utilização de resíduos orgânicos podem colaborar para a redução da contaminação ambiental e, ainda, apresentar uma fonte de produção de substratos alternativos aos substratos comerciais (GOMES et al., 2008).

Os substratos, desempenham a função de sustentar as mudas, ou seja, ser o meio físico promotor do desenvolvimento e da nutrição às raízes, e para isso, é necessário que sejam atendidos alguns fatores como apresentar boa capacidade de retenção de água, ser livre de pragas e fitopatógenos, ser de baixo custo, desse

modo, resíduos agropecuários de origem orgânica ou inorgânica podem ser utilizados como substratos desde que aplicados de maneira ponderada, isso ocorre devido a possível presença de acidez elevada, sais e quantidades de nutrientes que afetem na formação das mudas (GOMES et al., 2008).

Com isso, para que estes resíduos sólidos orgânicos possam ser utilizados como substratos é fundamental que anteriormente sejam submetidos ao processo de compostagem, e através deste, agilizar a degradação e a estabilização (humificação) dos compostos orgânicos, promovendo a redução de componentes não desejáveis aos substratos (GOMES et al., 2008).

A compostagem, por sua vez, pode ser definida como um bioprocessamento em que há a decomposição e estabilização da matéria orgânica em composto, através da atividade microbiológica. O composto resultante desse processo pode ser apontado como um enriquecedor do solo, ou seja, poderá ser aplicado com fins de melhoria de características físicas, químicas e biológicas do mesmo (BRITO et al., 2003). É um processo relativamente simples, que apresenta baixo custo relacionado a outros tratamentos como a biodigestão, incineração e aterramento sanitário (PEREIRA NETO, 1987).

Com isso, como alternativa à disposição inadequada dos resíduos de vinícolas, há o aproveitamento do bagaço e engaço de uvas provenientes do processo de vinificação e que, sendo submetido ao processo de compostagem, poderá ser utilizado como substrato para a produção de mudas.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1. VITIVINICULTURA E GERAÇÃO DE RESÍDUOS**

Vitivinicultura, segundo Pacheco (2006), é uma atividade que engloba tanto o plantio da uva, quanto a transformação desta fruta em sucos e vinhos. Assim, a vitivinicultura refere-se às etapas que compreendem desde a escolha e preparo do solo para implantação do cultivo de videiras até a produção, conservação e comercialização de vinhos diversos.

No Brasil, a produção de uvas processadas (transformadas em sucos, vinhos e derivados) foi de 818.783 milhões de quilos em 2017, representando 48,74% da produção de uvas do país e, a parte restante da produção destinada ao consumo in natura (ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA, 2018). Com isso, as exportações no setor vitivinícola apresentaram total de US\$ 109,94 milhões em 2017, 42,11% superior ao ano anterior. Os vinhos apresentaram aumento nas exportações,

de 61,78% em quantidade e 59,58% em valor, e as uvas de mesa aumentaram cerca de 44,4% na quantidade exportada e 47,43% no valor em 2017 (ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA, 2018).

Com essa alta produtividade, a área plantada com videiras no país em 2017 atingiu 78.028 hectares com as principais regiões produtoras concentradas na região Sul do País, representando 73,95% do total brasileiro. Só o estado do Rio Grande do Sul abrigou 62,58% da lavoura vitícola nacional (ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA, 2018).

Porém, a região do Submédio do Vale do São Francisco, localizado na região nordeste do Brasil, vem se destacando como uma das regiões produtoras no país. Localizada entre 9° e 10° de latitude sul e altitude de 371 m é a região produtora de uvas mais próxima da linha do equador do mundo. Apresenta clima tropical semiárido ou, de acordo com o sistema de classificação climática Koppen-Geiger, identificada como BswH, clima seco de estepe de baixa latitude com chuvas de verão.

Dados meteorológicos no município de Juazeiro-BA indicam precipitação média anual de 422 mm, umidade relativa média anual de 60,7% e temperatura média de 24,8°C. As altas temperaturas e insolação durante no ano inteiro e a reduzida umidade relativa, aliadas à disponibilidade de água para irrigação, proporcionam o desenvolvimento de uma vitivinicultura de características singulares, em relação às demais regiões produtoras do país. Nessas condições climáticas, Kok (2014) cita que o ciclo produtivo da videira pode variar entre 90 e 150 dias, visto que em regiões onde há baixa pluviosidade por, pelo menos, seis meses são consideradas mais adequadas para a vitivinicultura, pois reduz o risco de doenças, mantendo a qualidade dos frutos.

A variedade 'BRS Isis' é o resultado do cruzamento entre as variedades BRS Linda e CNPUV 681-29 (RISTCHEL et al., 2013). Souza et al. (2015) ao avaliar o desempenho e qualidade dos frutos no Vale do São Francisco constatou seu potencial produtivo, apresentando elevada fertilidade de gemas e qualidade dos frutos atendendo aos requisitos comerciais, com isso, se tornando uma opção dentre às uvas vermelhas sem sementes na região (SOUZA et al., 2015).

E mesmo esta variedade possuindo ciclo tardio que varia de 116 e 126 dias no semiárido nordestino, em regiões de clima tropical úmido, como no noroeste paulista, de 135 e 145 dias, (RISTCHEL et al., 2013) e em regiões de clima temperado, como a serra gaúcha, este ciclo pode levar 182 dias da brotação à maturação (ZILIO et al., 2019).

Na região do Submédio do Vale do São Francisco é possível a obtenção de duas colheitas ao ano resultando em dois ciclos de produção: 1º e 2º semestres. Segundo Grangeiro et al. (2002), o ciclo das videiras no Vale geralmente é reduzido no primeiro semestre do ano. Isso ocorre devido às temperaturas máxima (diurna) e mínima (noturna) serem maiores em comparação com o segundo semestre, proporcionando uma antecipação da maturação dos frutos. Já o ciclo do 2º semestre, segundo Pio (2014) é o mais importante, pois obtém frutos de melhor qualidade devido à baixa precipitação.

E aliada à alta produtividade tem-se a crescente geração de materiais residuais diversos e complexos que, associados à ausência de áreas de depósito adequadas. Isto torna a gestão dos resíduos uma necessidade urgente quando se busca o desenvolvimento sustentável, evitando assim a ocorrência de problemas sanitários e contaminação do solo e da água (CARDOSO et al., 2015; MARTINS et al., 2017; QUERINO; PEREIRA, 2016).

Essa é uma problemática relacionada à agroindústria brasileira com a grande quantidade de resíduos gerados durante o processamento e beneficiamentos de suas matérias-primas. Na maioria dos casos, tais resíduos, não são tratados e apresentam uma disposição ambientalmente inadequada, com potenciais riscos de contaminação dos solos e águas (VIANA & CRUZ, 2016).

Com isso, a necessidade de destinação final adequada e, por consequência, a minimização do seu impacto gerado no meio ambiente, cria oportunidades de realização do reaproveitamento do resíduo da indústria vinícola (SCHÄFFER, 2015).

## 2.2. APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS VINÍCOLAS

O autor Gobatto (1942) já citava a presença de grandes estabelecimentos em regiões vinícolas da Europa onde se centralizava toda a produção de bagaço de uvas destinadas ao reaproveitamento. E que isso contribuía para a utilização dos subprodutos da vinificação, diminuindo significativamente o custo de produção.

Schäffer (2015) menciona que, por pelo menos 100 anos, o Estado do Rio Grande do Sul já apresentava motivos para a obtenção de centrais de reaproveitamento de resíduos da vitivinicultura. Lentamente, há pouco mais de dez anos, foram surgindo empresas na região que tratavam estes resíduos via processo de compostagem. No entanto, a disposição inadequada desses resíduos no vinhedo ainda se faz presente, na maior parte em vinícolas de menor porte.

Contudo, antes da execução dessa prática, deve-se levar em consideração diversos fatores, pois o resíduo recém produzido na vinícola, apresenta uma acidez

elevada (pH 3,5 a 4,0), presença do engaço e sementes que, devido à lenta biodegradabilidade, não proporcionam a total conversão da matéria orgânica de uma safra para a outra (SPLENDOR, 2013). Além do mais, a disposição do bagaço da uva *in natura* diretamente no solo pode acarretar em infecção do vinhedo, por possuírem organismos patogênicos, sendo uma prática não recomendada (SANHUEZA & SÔNEGO, 1993).

Sendo assim, a aplicação desse material deve ser feita com a finalidade de beneficiar o sistema solo-planta, e para isso, faz-se necessária a avaliação de seu potencial agrícola à partir de análises químicas, físicas e biológicas (ANDRADE & ABREU, 2006).

A análise da composição química indicará a possibilidade do resíduo em fornecer nutrientes às plantas, podendo auxiliar ou eliminar a adubação química para alguns dos elementos. Como por exemplo, caso o resíduo apresente um elevado poder de neutralização, este poderá ser utilizado na redução ou eliminação de gastos na correção da acidez do solo. Da mesma forma, um alto teor em matéria orgânica pode melhorar a capacidade de troca catiônica (CTC), auxiliar nas propriedades físicas, como a agregação de partículas e a capacidade de retenção de água, além de estimular vários processos biológicos do solo. Já a análise dos atributos físicos poderá indicar a forma de aplicação do resíduo ao solo, seja distribuído em área total ou em sulco de plantio. E a análise microbiológica irá fornecer explicação sobre a presença e concentração de organismos patogênicos no resíduo fazendo com que haja a necessidade ou não de métodos de higienização para o manejo adequado (ANDRADE & ABREU, 2006).

### 2.3. LEGISLAÇÃO

Devido à possível presença de agentes patogênicos, elementos potencialmente tóxicos e compostos orgânicos persistentes, a utilização agrícola dos resíduos deve ser realizada de forma controlada. Com isso, cabe a legislação prever que a responsabilidade de sua aplicação seja da fonte geradora e garanta a rastreabilidade e o supervisão das áreas que receberão os resíduos (ANDRADE & ABREU, 2006).

No Brasil, ainda não há uma legislação específica para a utilização agrícola de resíduos sólidos orgânicos *in natura*, ou seja, sem qualquer tratamento, com exceção da resolução número 375 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), que regulamenta a aplicação de lodo de esgoto urbano proveniente de estação de tratamento de esgoto (ETE) no solo agrícola (BRASIL, 2006b). Essa resolução se

baseou em normas já existentes nos Estados de São Paulo e Paraná, seguindo o controle do acúmulo de metais pesados no solo (ANDRADE & ABREU, 2006).

A Norma Brasileira (NBR) 10004 trata da classificação dos resíduos sólido e semi-sólido, resultantes das atividades de origem doméstica, industrial, agrícola, hospitalar, comercial, de serviços e de varrição (ABNT, 2004).

No Estado de Pernambuco, há a Lei nº 14.236, de 13 de Dezembro de 2010, na qual dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos, e dá outras providências. Tendo como um dos objetivos em seu Art. 6º, inciso XIII - fomentar a maximização do aproveitamento dos resíduos orgânicos para a compostagem. Sendo considerada em seu Art. 2º, inciso IV, como um conjunto de técnicas aplicadas para controlar a decomposição de materiais orgânicos, com a finalidade de obter, no menor tempo possível, material estável, rico em húmus e nutrientes minerais e com atributos físicos, químicos e biológicos superiores àqueles encontrados nas matérias primas (PERNAMBUCO, 2010).

Já no Estado da Bahia, a Lei que institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos é a nº 12.932, de 07 de Janeiro de 2014, e em seu Art. 11º inciso IX, considera compostagem como um processo de tratamento por meio de decomposição bioquímica da fração orgânica biodegradável de origem animal ou vegetal, efetuada por microrganismos em condições controladas, para a obtenção de um material humificado e estabilizado, denominado composto orgânico. E no mesmo Artigo, inciso XI considera destinação final ambientalmente adequada como a destinação de resíduos sólidos que inclui a reutilização, a reciclagem, o tratamento e a disposição final, bem como outras formas de destinação admitidas pelos órgãos competentes, observando normas operacionais específicas de modo a minimizar os impactos ambientais adversos e evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança (BAHIA, 2014).

Para a reciclagem e utilização de resíduos sólidos orgânicos no meio agrícola, algumas normas devem ser consideradas, tais como as instruções normativas (IN) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). A IN número 27 estabelece os limites para agentes fitotóxicos (microrganismos, metais, etc.) (BRASIL, 2006a). E a IN número 25, que apresenta normas sobre as especificações dos biocompostos destinados à agricultura (BRASIL, 2009b).

## 2.4 COMPOSTAGEM

A palavra composto vem da língua inglesa, do termo “compost”, indicando a formação de um fertilizante orgânico (biocomposto) preparado com resíduos vegetais e animais, através de um processo chamado compostagem (KIEHL, 1998).

A compostagem é um processo de estabilização de resíduos orgânicos, tais como restos de cultura, frutas, verduras etc..., e que através da ação dos microrganismos é realizada a transformação biológica em biocomposto. Além do mais, por meio deste processo, o biocomposto poderá apresentar potencial agrícola (SILVA et al., 2013) e segundo Pedrosa et al. (2013), a compostagem representa uma das alternativas mais eficientes no combate à poluição, visto que reduz o volume dos resíduos orgânicos descartados inadequadamente no meio ambiente.

O processo de compostagem pode envolver os microrganismos existentes no material a ser compostado ou a partir de um pré-inóculo, degradando a matéria orgânica para utilização como fonte de energia, carbono e nutrientes, para realização da mineralização e a humificação (SILVA et al., 2013).

As características químicas e físicas dos materiais utilizados influenciam em diversos fatores, tais como a aeração, umidade, e relação carbono/nitrogênio (C/N) da pilha de compostagem, entre outros. E a partir das condições adequadas, a atividade microbiana é estimulada fazendo com que a temperatura no interior da pilha de compostagem se eleve (INÁCIO & MILLER, 2009).

A decomposição da matéria orgânica é realizada por diversos tipos de microrganismos, tais como bactérias, fungos, actinomicetes e principalmente bactérias, protozoários, algas, larvas e insetos (AQUINO, 2005). Estes microrganismos, através do próprio metabolismo, fazem a conversão bioquímica da fração orgânica em matéria orgânico (MO) similar ao húmus produzido por minhocas, no entanto, o húmus é formado com a deposição da MO no solo ao longo do tempo pela decomposição de plantas e animais mortos (EPSTEIN, 1997).

Segundo Golueke (1984), a qualidade do processo provém de cuidados específicos tais como: evitar que vetores se proliferem e/ou atraiam outros; evitar a presença de odores e produção de chorume; produzir um composto final sem riscos de contaminação do solo, água e adequado ao manuseio e adequado à utilização agrícola. No entanto, todos esses cuidados estão ligados ao monitoramento da temperatura durante o processo de compostagem, visto que as altas temperaturas irão garantir a remoção de patógenos no composto final.

A estabilidade do composto final demora algum tempo, principalmente se os resíduos utilizados forem de natureza lignocelulósica, como é o caso do engaço das



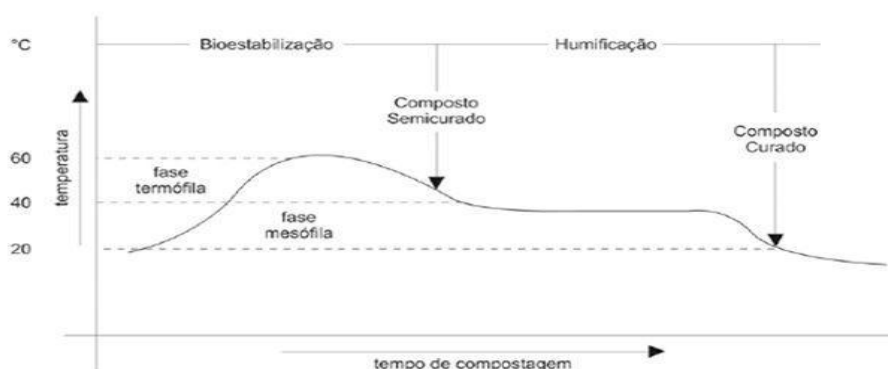
uvas. Com isso, é necessária a adequação dos resíduos, tal como a redução no tamanho das partículas (1 a 5 cm de diâmetro), ajuste da relação C/N (25 a 35) antes do início do processo e monitoramento da umidade para que o processo ocorra de forma eficiente. O aspecto econômico também deve ser levado em consideração, pois quanto menor o tempo para estabilização do biocomposto, menor será a demanda por espaço de armazenamento e de manuseamento de materiais (KIEHL, 1985; EPSTEIN, 1997).

O biocomposto gerado pode ser utilizado para diversos fins. Segundo Brasil (2009a), suas vantagens de utilização estão ligadas a melhoria das propriedades físicas e químicas dos solos, fornecimento de nutrientes essenciais às plantas, ocasionando na redução por adubação química, e proteção quanto à erosão. Outra utilização é como substrato na produção de mudas de fruteiras, como a videira.

#### 2.4.1 Fases da compostagem

O processo de compostagem não se restringe apenas a adicionar e misturar resíduos sólidos orgânicos nas pilhas de compostagem, abrange uma série de escolhas, a começar pelo tipo de materiais, o sistema de compostagem (dividido em três: Sistema de pilhas revolvidas, sistema de pilhas estáticas aeradas, e sistemas fechados ou reatores biológicos), o local apropriado, e a disponibilidade dos materiais (KIEHL, 1998). O mesmo autor relata que durante o processo é possível notar três fases distintas: a primeira fase de rápida duração com presença de fitotoxicidade ou de composto ainda imaturo/cru, na sequência (segunda fase) ocorrendo a bioestabilização (semi-cura), chegando na última fase, a humificação e mineralização de alguns elementos constituintes da MO. A Figura 1 exemplifica as fases da compostagem em relação ao tempo e a temperatura do composto.

**Figura 1** – Curva padrão de temperatura e suas etapas no processo de compostagem. Em "a", faixa de temperatura mesófila, e , em "b" termófila.



Fonte: Adaptado de Kiehl (1985).

A modificação metabólica nos resíduos orgânicos se inicia à partir do momento em que são fornecidas às condições adequadas de aeração, umidade e microrganismos. Estes encontram na matéria orgânica sua fonte de matéria (carbono) e energia (nitrogênio). E após os organismos degradarem a matéria orgânica, como produto, são liberados nutrientes como cálcio, magnésio, fósforo, potássio, nitrogênio, que se transformam em nutrientes minerais. Esse processo de mineralização faz com que os elementos antes imobilizados na forma orgânica, passem a ser disponíveis às plantas (AQUINO, 2005).

#### **2.4.2 Parâmetros de controle da compostagem**

Por se tratar de um processo biotecnológico, a eficiência do processo de compostagem será determinada pela ação conjunta dos microrganismos, em função dos níveis favoráveis de temperatura, aeração, relação C/N, pH, umidade e granulometria do material (BOSCO et al., 2017). Cada um destes fatores e suas implicações no processo de compostagem serão descritas a seguir.

##### **2.4.2.1 Microrganismos**

Os microrganismos fazem da matéria orgânica seu habitat, e dela, utilizam seus compostos orgânicos e minerais, oxigênio e água para seu desenvolvimento (FIALHO, 2007).

Na compostagem, as bactérias decompõem proteínas, açúcares, amido e compostos de fácil degradação, principalmente na fase termofílica. Os fungos e actinomicetos são essenciais na degradação de material celulósico. Enquanto que a fixação do nitrogênio é função dos três microrganismos (BIDONE & POVINELLI, 1999).

A energia produzida pelos microrganismos durante o processo de compostagem promove um aumento de temperatura, e quando estas ultrapassam os 40°C há a predominância dos microrganismos termofílicos (responsáveis pela acelerada degradação da matéria orgânica). Nessa fase, quando as temperaturas ultrapassam os 55°C, também ocorre a eliminação de organismos patogênicos às plantas e humanos, e acima dos 65°C a eliminação da maioria dos microrganismos, tanto patógenos quanto os responsáveis pela decomposição. Com isso, torna-se necessário o controle da temperatura, umidade e aeração (KIEHL, 1985).

Ao fim da fase termofílica, o biocomposto perde calor e volta a ser colonizado por microrganismos como bactérias e fungos mesófilos. A decomposição nessa fase ocorre mais lentamente devido às únicas fontes de alimento serem a celulose, hemicelulose e a lignina, e também por apresentarem resistência à degradação. E com o cessar do material orgânico disponível a temperatura na pilha se iguala a temperatura ambiente (KIEHL, 1985).

#### 2.4.2.2 Temperatura

A temperatura é um dos fatores de maior importância durante o processo de transformação da matéria orgânica. E Seu desenvolvimento se relaciona a diversos fatores como baixa relação Carbono/Nitrogênio, composição dos materiais, umidade entre outros. Até mesmo a granulometria irá influenciar, materiais mais finos, peneirados ou moídos, formam pilhas com menos perda de calor e melhor distribuição de temperatura (KIEHL, 1998).

A compostagem é caracterizada por um processo exotérmico ao degradar os resíduos orgânicos, ou seja, é gerado calor devido a atividade metabólica dos microrganismos (KIEHL, 1985). Com isso, a temperatura irá interferir principalmente no tempo do processo de biodegradação dos resíduos e na eliminação de patógenos (COSTA et al., 2009).

A variação da temperatura durante o processo de compostagem segue as seguintes fases: A fase mesofílica (20 a 40°C), é caracterizada pela adaptação dos microrganismos na pilha de compostagem e pela degradação das moléculas químicas mais simples. Esta fase apresenta curta duração (de dois a cinco dias). Fase termofílica (40 a 70°C), a degradação da MO acontece de forma intensa e há morte de organismos patógenos. Esta fase pode durar dias ou meses, a depender dos materiais utilizados no processo. Após essa fase, permanecem as moléculas mais complexas, e uma população bacteriana reduzida com atuação principalmente de fungos e actomicetos, há oscilação da temperatura de 30 a 45°C. Inicia-se a fase de resfriamento, caracterizada pela queda da temperatura a valores próximos à temperatura ambiente. Por fim, a fase da maturação, período de estabilização do biocomposto, apresentando temperatura igual à ambiente e sem cheiro desagradável (BERNAL et al., 1998).

#### 2.4.2.3 Aeração

A aeração no processo de compostagem é essencial, pois, através dela é possível controlar a temperatura, reduzir a umidade excessiva e proporcionar oxigenação aos microrganismos responsáveis pela degradação da MO. Com isso, a atividade biológica é estimulada, produzindo energia para seu metabolismo e parte desta sendo liberada na forma de calor (BERNAL et al., 2009).

A matéria orgânica pode ser decomposta através de dois processos: na presença de oxigênio (aeróbio) ou na sua ausência (anaeróbio). No processo aeróbio, predominam microrganismos aeróbios como os fungos, bactérias e actinomicetos (PEIXOTO, 1981). Já o processo anaeróbio, há a liberação de maus odores, devido a não liberação completa do nitrogênio aminado como amônia, com isso, formando aminas incompletas, necessitando de oxidação para perda desta característica.

Segundo Fernandes e Silva (1999), o revolvimento da pilha de compostagem aumenta a porosidade na parte do meio da pilha (visto que esta sofre de compactação pela ação do próprio peso), auxilia na homogeneização da mistura de resíduos, reduz o teor de umidade e faz a inversão das camadas controlando a temperatura do processo.

#### 2.4.2.4 Relação Carbono/Nitrogênio (C/N)

A relação Carbono/Nitrogênio é uma das variáveis mais importantes pois, está relacionada a quantidade disponível de nutrientes aos microrganismos responsáveis pelo processo de degradação da matéria orgânica. Com isso, o balanceamento e atendimento da exigência nutricional interfere na eficiência do processo, assim como na qualidade do biocomposto produzido (BERNAL et al., 2009).

Segundo Kiehl (2001), uma boa relação C/N situa-se entre 25:1 a 35:1. Ao passar desta faixa, a duração do processo será maior devido a reduzida quantidade de nitrogênio relacionado ao Carbono. Entretanto, caso a relação esteja abaixo, o excesso de nitrogênio será perdido como amônia.

Segundo Peixoto (1981), a compostagem consiste em proporcionar condições adequadas como dispor em local apropriado, obtenção das matérias-primas ricas em nutrientes orgânicos e minerais, e principalmente, sua relação C:N para que ocorra a digestão feita pelos microrganismos. Kiehl (1998) cita que ao acompanhar a relação C/N durante o processo é possível saber se está ocorrendo da maneira certa, pois, quando o composto atinge a bioestabilização (semicura), a relação C/N deve estar

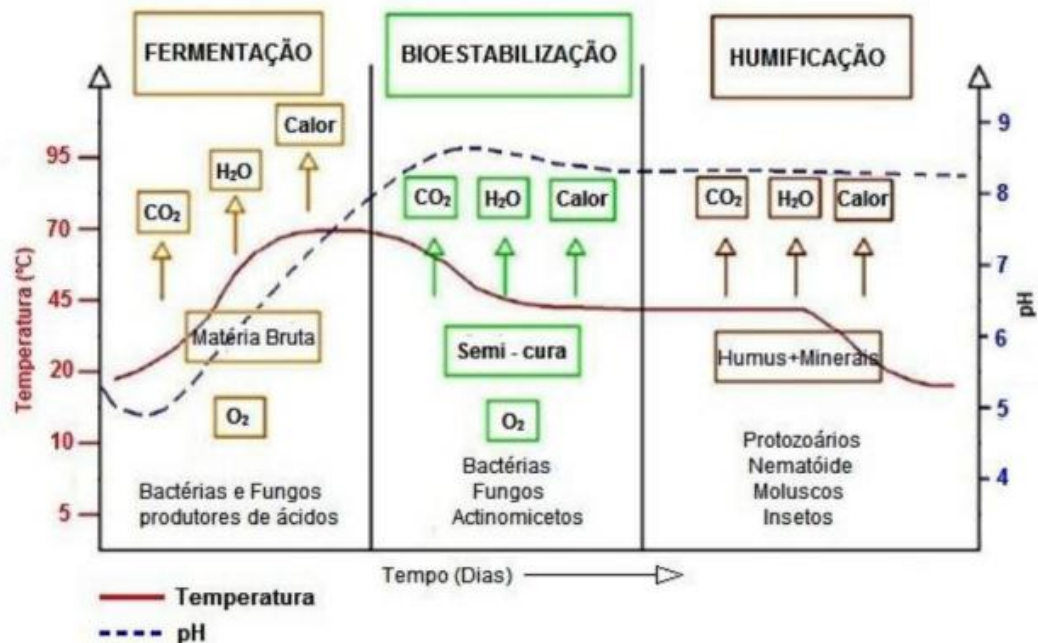
por volta de 18/1, e quando o composto alcança a maturidade, tornando-se humificado, a relação se situa em torno de 10/1.

Com isso, a relação C/N consiste em um parâmetro confiável no acompanhamento do processo de compostagem para obtenção do produto finalizado. No entanto, para que haja a confirmação da finalização do processo de decomposição, Kiehl (1985) recomenda que a certificação seja feita através de dois ou mais parâmetros, para maior confiabilidade.

#### 2.4.2.5 pH (potencial Hidrogeniônico)

Outro fator de grande influência na compostagem é o pH (potencial Hidrogeniônico). Este sofre alteração durante todo o processo, passando de inicialmente ácido (primeira fase) para básico (maturação), e por fim alcalino (Figura 2). Segundo Beck-Friis et al. (2001), essa acidez é atribuída a presença de ácidos orgânicos como o acético e lático constituintes nos principais resíduos orgânicos utilizados nas pilhas.

**Figura 2-** Variação do pH e temperatura durante o processo de compostagem.



Fonte: Silva et al. (2009).

O pH interfere no processo em relação a predominância de colonizações de microrganismos nas diferentes fases. As bactérias envolvidas, por exemplo, optam por valores de pH neutros, em contrapartida, os fungos se adaptam melhor em pH mais ácido (DIAZ et al., 2007).

Jimenez e Garcia (1989) citam que no início do processo de compostagem, há a redução do pH, chegando a aproximadamente 5.0, e em seguida, cresce gradualmente à medida que o processo evolui e o composto estabiliza, atingindo valores entre 7 e 8. Com isso, a verificação do pH pode indicar a falta ou chegada da maturação em relação a duração do processo, ou até mesmo a presença de anaerobiose no interior da pilha em compostagem.

Durante a primeira fase do processo de compostagem, o pH do material será levemente ácido, isso ocorre devido os fungos e bactérias liberarem ácidos enquanto degradam a matéria orgânica, ocasionando na acidificação do meio. Esta redução no valor do pH beneficia o desenvolvimento de fungos e na degradação da celulose e lignina. Em seguida, há a decomposição destes ácidos até sua completa oxidação, isso faz com que o biocomposto estabilize com pH neutro a levemente alcalino. Com isso, valores baixos de pH podem indicar a falta de maturação por questão de curto tempo de processo ou devido a presença de anaerobiose na pilha em compostagem (KIEHL, 1985).

Bosco et al. (2017) ressaltam que ao concluir o processo espera-se que o composto apresente pH entre 6 e 7, esta faixa faz com que os macro e micronutrientes estejam mais disponíveis para a aplicação do composto no solo.

#### 2.4.2.6 Umidade

Na degradação da matéria orgânica, a umidade irá garantir que a atividade microbiológica não cesse. Isso ocorre, devido a estrutura microbiana consistir de 90% de água, e ser necessária na produção de novas células. A água utilizada por estes, precisa ser encontrada no meio, ou seja, na pilha de compostagem. Além do mais, os nutrientes consumidos para o crescimento celular precisam estar em solução para sua assimilação (ALEXANDER, 1977), tornando-se imprescindível às atividades ligadas ao metabolismo e fisiologia dos microrganismos (KIEHL, 1985).

Valente et al. (2009) citam que teores elevados de umidade devem ser evitados durante o processo, pois, o excesso deste, faz com que os poros da matriz sólidas sejam ocupados com água. As partículas da matéria orgânica ao serem decompostas, apresentam caráter hidrofílico, ou seja, elas aderem as moléculas de água em sua superfície, e conseqüentemente saturando o espaço poroso (micro e macroporos). Isso impede que o oxigênio seja difundido, propiciando condições de anaerobiose. Quando isso acontece, é possível perceber a exalação de odores característicos causados pelo gás sulfídrico. Promovendo a formação de chorume (líquido escuro lixiviado da pilha, com odor desagradável), caracterizando a perda de

nutrientes do composto. Para correção do excesso de umidade, é indicado se fazer injeção de ar (revolvimento) ou adicionar material seco.

Em contrapartida, teores de umidade abaixo de 40% também precisam ser evitados, pois provocam redução na atividade biológica, deixando o processo lento (VALENTE et al., 2009). Nesse caso, é só fazer a irrigação da pilha, de preferência enquanto revolve, para que a água seja distribuída de forma igual (MASSUKADO, 2008).

#### 2.4.2.7 Granulometria

A granulometria dos resíduos escolhidos a passarem pelo processo de compostagem tem sua importância devido a esta controlar a movimentação de líquidos e gases na pilha (KIEHL, 2004). Quanto menor forem as partículas, maior será a superfície de contato ocupada pelos microrganismos, e como consequência, isso irá promover uma fácil degradação dos resíduos. No entanto, partículas muito pequenas, que teoricamente seriam as mais apropriadas pela rápida degradação, apresentam sérios problemas quanto à aeração e a compactação, impossibilitando a manutenção da porosidade, e promovendo a anaerobiose (FERNANDES e SILVA, 1999; INÁCIO & MILLER 2009).

Com isso, semelhante a relação C/N, ao teor de umidade e aeração, é complexa a definição de uma granulometria ideal para a compostagem, pois depende do tipo de resíduo a ser compostado. No entanto, Bidone e Povinelli (1999) recomendam que a granulometria varie de 1 a 5 cm.

Valente et al. (2009) sugerem a mistura de diferentes resíduos orgânicos como forma de compensar o tamanho das partículas, fazendo com que ocorra a homogeneização na pilha de compostagem e manutenção de porosidade.

## 2.5 PRODUÇÃO DE MUDAS DE VIDEIRA

A reprodução das plantas pode ocorrer sexuada ou assexuadamente. Na forma sexuada, as plantas geradas apresentam variabilidade genética, ou seja, apresentarão grande variabilidade quanto aos caracteres fenotípicos. Além de que, o tempo gasto entre a germinação e o período em que a planta inicia uma boa produção é longo, não sendo proveitoso aos fucultores, que buscam uniformidade entre as mudas e o mais rápido retorno financeiro (BETTONI et al., 2014).

Quanto à forma assexuada os indivíduos não apresentam grande variabilidade genética, devido sua propagação acontecer a partir de plantas matrizes

selecionadas. Com isso, fazendo com que as plantas do pomar sejam idênticas quanto às necessidades como nutricionais, climáticas, edáficas e de manejo. Além disso, a propagação vegetativa reduz o período juvenil improdutivo (FRANZON et al., 2010).

O sucesso de uma vitivinícola é resultado de diversos fatores, e entre eles, é necessário atenção especial às mudas, principalmente em relação a sua qualidade, ou seja, obter informações quanto à origem e sanidade do material vegetativo (porta-enxerto e copa) a serem utilizados, pois, através do material vegetativo previamente infectado pode-se transmitir doenças como viroses, nematoides e cancro bacteriano, gerando grandes perdas ao produtor, sendo válido e preferencial que se adquira mudas de viveiros que forneçam um Certificado Fitossanitário de Origem (CFO) como garantia da qualidade das mudas. (LEÃO & SOARES, 2010).

Para a produção das mudas de videira de forma assexuada, duas técnicas podem ser adotadas, a enxertia e estaquia, ambas propiciam ótimos resultados, de simples execução, e são as mais utilizadas comercialmente (LEÃO & SOARES, 2010).

Dentre os materiais utilizados como substrato para a condução das mudas, os mais utilizados são os materiais inertes como fibra de coco, areia, vermiculita..., Porém, o aproveitamento de resíduos gerados nas agroindústrias locais se tornam uma opção de baixo custo e que quando adequadamente tratados podem auxiliar na redução do acúmulo destes no meio ambiente minimizando seu potencial poluidor e produzindo substratos de qualidade satisfatória. Além do mais, a não utilização destes representa grande perda de matéria-prima e energia, necessitando de grandes investimentos no controle da poluição (PELIZER et al., 2007).

Dentre esses resíduos, o setor vinícola, através do processo de produção de sucos e vinhos, gera altas quantidades de material que podem causar grandes impactos ambientais pela formação de ácidos orgânicos durante a fermentação do resíduo, gerando maus odores, reduzindo o teor de oxigênio dissolvido nos corpos hídricos e contribuindo com a contaminação do solo, quando disposto inadequadamente (GOPINATHAN & THIRUMURTHY, 2012).

Portanto, a utilização desses resíduos como fonte de adubação orgânica ou como componentes de substratos para produção de mudas merecem destaque e, principalmente se forem devidamente manejados, com sua transformação em formas mais estáveis e nutricionalmente adequadas, a exemplo do processo de compostagem.



### 3. REFERÊNCIAS

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT/NBR 10004: Resíduos Sólidos: Classificação. Rio de Janeiro, 2004. 71 p.

ALEXANDER, M. 1977. Introduction to soil microbiology. 2 ed. New York, John Wiley & Sons, 467 p.

ANDRADE, J. C.; ABREU, M. F. Análise química de resíduos sólidos para monitoramento e estudos agroambientais. Campinas: Instituto Agronômico, 2006. 176 p.

ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA 2018/ Benno Bernardo Kist... [et al.]. – Santa Cruz do Sul : Editora Gazeta Santa Cruz, 2018. 88 p.: il. ISSN 1808-4931.

AQUINO, A. M. Integrando Compostagem e Vermicompostagem na Reciclagem de Resíduos Orgânicos Domésticos. EMBRAPA. Circular Técnica. n. 12. 2005.

BAHIA. Lei n. 12.932, de 07 de janeiro de 2014. Institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos, e dá outras providencias.

BECK-FRIIS, B.; SMARS, S.; JONSSON, H.; KIRCHMANN, H. Gaseous emissions of carbon dioxide, ammonia and nitrous oxide from organic household waste in a compost reactor under different temperature regimes. London: Journal of Agricultural Engineering Research, v.78, n.4, p.423-430, 2001.

BERNAL, M. P; ALBURQUERQUE, J. A; MORAL, R. Composting of animal manures and chemical criteria for compost maturity assessment. A review. Bioresource Technology, v. 100, p. 5444-5453, 2009.

BERNAL, M. P., PAREDES, C., SÁNCHEZ-MONEDERO, M. A., CEGARRA, J.,. Maturity and stability parameters of composts prepared with a wide range of organic wastes. Bioresource Technology, v. 63, p. 91–99, 1998.

BETTONI, J.C.; GARDIN, J. P. P.; FELDBERG, N. P.; SCHUMACHER, R. L. Indução do enraizamento em estacas lenhosas do porta-enxerto de videira VR043-43 submetidas a lesões e aplicações de auxinas. Evidência, Joaçaba, v. 14, n. 2, p. 129-138, 2014.

BIDONE, F. R. A.; POVINELLI, J. Conceitos básicos de resíduos sólidos. São Carlos: EDUSP, 1999. 109 p.

BOSCO, T. C. D. et al. Compostagem e vermicompostagem de resíduos sólidos: resultados de pesquisas acadêmicas [livro eletrônico] /organização de Tatiane Cristina Dal Bosco. – São Paulo: Blucher, 2017.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. Compostagem familiar. 2009a. Disponível em: <<http://www.funasa.gov.br/documents/20182/39040/Compostagem+Familiar.pdf/97519ff2-1d3d-42f6-97a7-bde0c7f7bdb7>>. Acesso em: 11 Jul. 2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. Instrução Normativa nº 27, de 05 de junho de 2006. Dispõe sobre a importação ou comercialização, para produção, de fertilizantes, corretivos, inoculantes e biofertilizantes. Diário Oficial da União, Brasília, 9 jun. 2006a.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. Instrução Normativa nº 25, 23 de julho de 2009. Normas específicas e as garantias, as tolerâncias, o registro, a embalagem e a rotulagem dos fertilizantes orgânicos simples, mistos, compostos, organominerais e biofertilizantes destinados à agricultura. Diário Oficial da União, Brasília, 28 jul. 2009b.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente - MMA. Resolução CONAMA nº 375, de 29 de agosto de 2006. Define os critérios e procedimentos para o uso agrícola de lodos de esgoto gerado sem estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 30 ago. 2006b.

BRENES, A.; VIVEROS, A.; CHAMORRO, S.; ARIJA, I. Use of polyphenol-rich grape by-products in monogastric nutrition. A review. *Animal Feed Science and Technology*, v. 211, p. 1-7, 2016.

BRITO, N. N.; BRANDÃO, T. C. O.; CONEGLIAN, C. M. R.; SOBRINHO, G. D.; TONSO, S. e PELEGRINI, R. Compostagem. IV Fórum de Estudos Contábeis, Faculdades Integradas Claretianas, Rio Claro, SP, 2003.

CARDOSO, M. A.; MOTA, P. D. M.; SILVA, L. C. da; MONTEIRO, S. C.; FERREIRA, J. F. C. Despejo de Resíduos Sólidos nas ocupações irregulares no Canal do Jandiá (Macapá-AP). *Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades*, v. 03, n. 19, p. 149-161, 2015.

CHRIST, K. L., BURRIT, R. L. Critical environmental concerns in wine production: an integrative review. *Journal of Cleaner Production*, v. 53, p. 232-242, 2013.

COSTA, M. S. S. M.; COSTA, L. A. de M.; DECARLI, L. D.; PELA, A.; SILVA, C. J. da; MATTER, U. F.; OLIBONE, D. Compostagem de resíduos sólidos de frigorífico. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.13, n.1, p.100-107, 2009.

DIAZ, L.F.; SAVEGE, G.M. Factors that affect the process. In: Diaz, L.F.; De Bertoldi, M.; Bidlingmaier, W. *Compost Science and Technology*. 1ed. Stentiford, p.49-56, 2007.

EPSTEIN, E. *The science of composting*. Pensylvania/USA: Technologic Publishing, 1997. 487 p.

FERNANDES, F.; SILVA, S. M. C. P. *Manual prático para compostagem de bio-sólidos*. Rio de Janeiro: ABES, 79p. 1999.

FIALHO, L. L. Caracterização da matéria orgânica em processo de compostagem por métodos convencionais e espectroscópicos. 2007. 170f. Tese (Doutorado em Ciências – Química Analítica) – Universidade de São Paulo, São Carlos. 2007.

FRANZON, R. C.; CARPENEDO, S.; SILVA, J. C. S. *Produção de mudas: principais técnicas utilizadas na propagação de fruteiras*. Embrapa Cerrados, 2010.

GERUM, A. F. A. A.; SANTOS, G. S.; SANTANA, M. A.; SOUZA, J. S.; CARDOSO, C. E. L. *Fruticultura Tropical: potenciais riscos e seus impactos*. Cruz das Almas, BA : Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2019.

GOBATTO, C. Manual do viti-vinicultor brasileiro. 4. ed. Porto Alegre: Editora Globo, 1942. 473 p.

GOLUEKE, C. G. When is compost safe?. Seção IV do Managing Sludge By Composting". Editado pela "BioCicle Journal of Waste Recycling", 1984, p.322.

GOMES, L.A.A; RODRIGUES, A.C; COLLIER, L.S; FEITOSA, S.S. Produção de mudas de alface em substrato alternativo com adubação. Horticultura Brasileira 2008; 26(3): 359 363.  
<https://doi.org/10.1590/S0102-05362008000300013>

GOPINATHAN, M., THIRUMURTHY, M. Feasibility Studies on Static Pile Co Composting of Organic Fraction of Municipal Solid Waste With Dairy Waste Water. Environ Res Eng Manag. 2012; v.2, n.2, p.34-39.

GRANGEIRO, L. C.; LEAO, P. C. de S.; SOARES, J. M. CARACTERIZAÇÃO FENOLÓGICA E PRODUTIVA DA VARIEDADE DE UVA SUPERIOR SEEDLESS CULTIVADA NO VALE DO SÃO FRANCISCO. Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - SP, v. 24, n. 2, p. 552-554, agosto 2002.

INÁCIO, C. T.; MILLER, P. R. M. Compostagem: Ciência e Prática para a Gestão de Resíduos Orgânicos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009. 156 p.

JIMÉNEZ, E. I.; GARCIA, V. P. (1989). Evaluation of city refuse compost maturity: A review. Biol. Wastes 27:115-142.

KIEHL, E. J. Fertilizantes orgânicos. Piracicaba, Editora Agronomica Ceres Ltda, 492p. 1985.

KIEHL, E. J. Manual de Compostagem: Maturação e Qualidade do Composto. Piracicaba, 1998.

KIEHL, E. J. Manual da Compostagem: Maturacao e Qualidade do Composto. 4.ed. Piracicaba, 173p. 2004.

KIEHL, J. C. Produção de composto orgânico e vermicomposto. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.22, n.212, p.40-42, 47-52, 2001.

KOK, D. A review on grape growing in tropical regions. Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences, v. 6, n. 6, p. 1236-1241, 2014.

LEÃO, P. C. S.; SOARES, J. M. Produção de mudas de videira. Embrapa Semiárido. Sistemas de produção, 1 – 2ª edição ISSN 1807-0027. Versão eletrônica. Agosto/2010.

MARTINS, L. O. S.; SILVA, L. T.; CARNEIRO, R. A. F. Análise da viabilidade econômica e financeira da implantação de Usina de geração de energia a partir de resíduos sólidos urbanos no município de Santo Antônio de Jesus – BA. Revista Livre de Sustentabilidade e Empreendedorismo, v. 2, n. 2, p. 142- 166, 2017.

MASSUKADO, L. M. Desenvolvimento do processo de compostagem em unidade descentralizada e proposta de software livre para o gerenciamento municipal dos resíduos sólidos domiciliares. 2008. 204 f. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) - Universidade de Sao Paulo, Sao Carlos, 2008.

MELLO, L. M. R. de; SILVA, G. A. Disponibilidade e Características de Resíduos Provenientes da Agroindústria de Processamento de Uva do Rio Grande do Sul. Comunicado Técnico 155, Bento Gonçalves, RS. Embrapa Uva e Vinho, 2014.

PACHECO, Aristides de Oliveira. Iniciação à Enologia. 4ª Ed. Ver. E atual. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2006.

PEDROSA, T. D.; FARIAS, C. A. S. de; PEREIRA, R. A.; FARIAS, E. T. R. Monitoramento dos parâmetros físico-químicos na compostagem de resíduos agroindustriais. Nativa, Sinop, v. 01, n. 01, p. 44-48, out./dez. 2013.

PEIXOTO, J. O. Destinação final de resíduos, nem sempre uma opção econômica. Engenharia Sanitária, (1): 15-18, 1981.

PELIZER, L.H.; PONTIERI, M.H.; MORAES, I.O. Utilização de resíduos agroindustriais em processos biotecnológicos como perspectiva de redução do impacto ambiental. Journal of Technology Management and Innovation, v.2, p.118-127, 2007.

PEREIRA NETO, J.T. On the treatment of Municipal refuse and sewage sludge using aerated static pile composting - A low cost technology approach. Leeds, University of Leeds, 1987. 272p. (Tese de Doutorado).

PERNAMBUCO, LEI Nº 14. 236, DE 13 DE DEZEMBRO DE 2010. Dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos, e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.cprh.pe.gov.br/ARQUIVOS\\_ANEXO/Lei%2014236;141010;20101229.pdf](http://www.cprh.pe.gov.br/ARQUIVOS_ANEXO/Lei%2014236;141010;20101229.pdf)>. Acessado em: 01/06/2020.

PIO, R. Cultivo de fruteiras de clima temperado em regiões subtropicais e tropicais. 1. ed. Lavras-MG: Editora UFLA, 2014. v. 1. 652p.

QUERINO, L. A.; PEREIRA, J. P. G. Geração de resíduos sólidos: a percepção da população de São Sebastião de Lagoa de Roça, Paraíba. Revista Monografias Ambientais, v. 15, n.1, p.404-415, 2016.

RITSCHER, P. BRS Isis: nova cultivar de uva de mesa vermelha, sem sementes e tolerante ao míldio. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2013. 20 p. (Embrapa Uva e Vinho. Comunicado Técnico, 143). Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/123194/1/cot143.pdf>>. Acesso em: 9 jul. 2020.

SANHUEZA, R. M. V.; SÔNEGO, O. R. Descrição e recomendações de manejo da fusariose da videira (*Fusarium oxysporum* f. sp. herbemontis). Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 1993. (Comunicado Técnico, 12).

SHÄFFER, N. Caracterização de resíduos vitivinícolas e compostos orgânicos comerciais da serra gaúcha. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2015.

SILVA, J. G.; EIGENHEER, E.M.; RODRIGUES, D.C. Produção e aproveitamento de composto orgânico a partir de resíduos de origem vegetal no campus da Universidade Federal Fluminense/Niterói-RJ. In: CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, Niterói. 2009. 11p.

SILVA, P. R. D.; LANDGRAF, M. D.; REZENDE, M. O. O. Processos de estabilização de resíduos orgânicos: vermicompostagem versus compostagem. São Carlos SP: Artigo científico, Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo. 2013.

SOUZA, E. M. C. de; REGO, J. I. de S.; LIMA, M. A. C. de; LEO, P. C. de S. Produção e qualidade da uva 'BRS Isis' no Vale do São Francisco. In Embrapa Semiárido-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: X JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA SEMIÁRIDO, p. 291, 2015, Petrolina. Anais... Petrolina: Embrapa Semiárido, 2015.

SPLENDOR, F. Subprodutos da uva e do vinho: uma riqueza nossa. Bento Gonçalves: Ed Maneco, 2013.

TONON, R. V.; SILVA, C. M.; GALDEANO, M. C.; SANTOS, K. M. O. dos. Tecnologias para o aproveitamento integral dos resíduos da indústria vitivinícola. Rio de Janeiro, RJ: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2018.

VIANA, L. G.; CRUZ, P. S. Reaproveitamento de resíduos agroindustriais. IV COBESA. Ebook, p133. 2016.

ZILIO, R. A.; MONTEIRO, R.; TAFFAREL, J. C.; PROTAS, J. F. da S.; GIRARDI, C. L.; GROHS, D. S.; MAIA, J. D. G.; RITSCHER, P. S. Cultivo protegido das uvas de mesa sem sementes "BRS Vitória" e "BRS Isis" na região da Serra Gaúcha. Embrapa uva e vinho. Circular Técnica 143. Bento Gonçalves, RS. Setembro, 2019.

#### **4. ARTIGO 1: Compostagem de resíduos de vinícola e características do composto final frente à legislação Brasileira.**

##### **Composting of winery waste and characteristics of the final compost according to Brazilian legislation.**

**RESUMO:** Os resíduos gerados na produção de vinhos e sucos de uva caracterizam-se por uma elevada concentração de matéria orgânica, elevado grau de fibras e elementos minerais que, quando devidamente tratados, podem servir de estratégias sustentáveis para seu uso e destinação, e dentre estes, a produção de biocomposto. Assim, o objetivo deste estudo foi o de avaliar o processo de compostagem de bagaço de uva, esterco ovino, e folhas de mangueira, avaliando no biocomposto as suas características físico-químicas, nutricionais e microbiológicas para utilização na agricultura. A montagem da pilha de compostagem seguiu a proporção de 30% de esterco ovino como material nitrogenado e 70% de material rico em carbono (dividido em 50% de bagaço de uva e 20% de folhas de mangueira), a relação C/N inicial foi de 33:1, e o processo durou 120 dias conforme a legislação. Ao avaliar os resultados, o processo ocorreu de forma acelerada, onde aos 30 dias o biocomposto já encontrava-se estabilizado, e ao final do processo (120 dias) apresentou relação C/N de 5,85, bem como níveis aceitáveis para os macronutrientes K e P, e sem risco de fitotoxidez, podendo ser utilizado como fertilizante orgânico ou como condicionador do solo, reduzindo a destinação ambientalmente inadequada e gerando economia com a reinserção destes na cadeia produtiva.

**Palavras-chave:** agroindústria; biocomposto; C/N; resíduo orgânico; reúso agrícola.

**ABSTRACT:** The waste generated in the production of wine and grape juice is characterized by a high concentration of organic matter, high degree of fiber and mineral elements that, when properly treated, can serve as sustainable strategies for its use and destination, and among these, the production of biocompost. Therefore, the objective of this study was to evaluate the process of composting grape marc, sheep manure, and mango leaves, evaluating in the biocompost its physical-chemical, nutritional and microbiological characteristics for use in agriculture. The composting pile assembly followed the proportion of 30% of sheep manure as nitrogenous material and 70% of carbon-rich material (divided into 50% of grape marc and 20% of hose leaves), the initial C/N ratio was 33:1, and the process lasted 120 days according to legislation. When evaluating the results, the process occurred in an accelerated manner, where at 30 days the biocompost was already stabilized, and at the end of the process (120 days) it presented a C/N ratio of 5.85, as well as acceptable levels for the macronutrients K and P, and without risk of phytotoxicity, and can be used as organic fertilizer or as soil conditioner, reducing environmentally inadequate destination and generating economy with their reinsertion in the supply chain.

**Keywords:** agricultural reuse; agroindustry; biocompost; C/N; organic waste.

## 4.1 INTRODUÇÃO

Em termos de produção global de frutas, as uvas se mantêm entre as cinco frutas mais produzidas (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, 2017) e, em 2018, segundo dados da Organização Internacional da Vinha e Vinho (OIV), essa produção equivaleu a cerca de 78 milhões de toneladas com área mundial de vinhedos de 7,4 milhões de hectares. Isso, em relação ao ano de 2017, significou um acréscimo de 42,5 milhões de hectolitros na produção, atingindo 292,3 m hl em 2018.

Na região nordeste do Brasil, o submédio Vale do São Francisco se destaca pela produção e exportação de uvas de mesa de alta qualidade, e elevado padrão tecnológico (GRANGEIRO et al., 2002), sendo considerada a segunda principal região do Brasil produtora de uvas (SILVA et al., 2009).

Entretanto, o setor vinícola vem enfrentando várias questões ligadas à geração de resíduos da uva no processo de produção de sucos e vinhos (ROSSI & SANTOS, 2014). Esses resíduos provenientes das atividades agroindustriais tem como principal característica as altas concentrações de matéria orgânica, que podem ocasionar grandes impactos ambientais devido a formação de ácidos orgânicos durante a fermentação do resíduo, gerando maus odores, reduzindo o teor de oxigênio dissolvido nos corpos hídricos e contribuindo com a contaminação do solo, quando disposto inadequadamente (GOPINATHAN & THIRUMURTHY, 2012). Por este motivo, a gestão sustentável dos resíduos torna-se uma importante aliada para a redução e, ou reutilização dos mesmos (PINTER et al., 2019).

Com relação aos resíduos de uvas produzidos no processo de vinificação, a quantidade e a qualidade variam consideravelmente em função do tamanho da vinícola, dos métodos e equipamentos utilizados na prensagem do fruto, assim como a variabilidade das uvas. Todos esses fatores colaboram na produção de dados distintos sobre a geração de resíduos por tonelada de fruta triturada (HIXSON et al., 2014).

Zhang et al. (2017) citam que os principais resíduos sólidos orgânicos da produção vinícola incluem o bagaço da uva, borras de vinho, engaço e lodo. O bagaço da uva representa cerca de 25% do peso total da uva utilizada no processo de vinificação (OLIVEIRA & DUARTE, 2016), sendo composto geralmente por casca, talos, sementes e umidade, além de outros componentes como os ácidos orgânicos e polifenóis. O bagaço da uva tinta possui também açúcares residuais e algumas quantidades de álcool (etanol) (DEVESA-REY et al., 2011; HIXSON et al., 2014). E

segundo Tonon et al. (2018), estima-se que somente 3% desse resíduo seja utilizado, para a adubação do solo pelas próprias vinícolas.

Segundo Requejo et al. (2014), entre os resíduos orgânicos gerados no processo de vinificação, o bagaço de uvas se destaca devido ao seu elevado teor em matéria orgânica e nutrientes, podendo ser destinado para atender parte das necessidades para à utilização em meio agrícola.

Com isso, a alta produção de resíduos exige a utilização de estratégias sustentáveis para seu uso e destinação, e dentre estas, tem-se a produção de fertilizantes orgânicos pelo processo de compostagem (SALGADO et al., 2019). Mas para que sua utilização seja possível, o biocomposto produzido precisa atender legislações como a Instrução Normativa 27/2006 e 25/2009 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), e a Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 481/2017 e nº 375/2006. Essa legislação vigente possibilita o uso do resíduo orgânico na agricultura como biofertilizante, condicionador de solo ou substrato, desde que respeite as concentrações máximas de metais pesados, patógenos nocivos à saúde humana, animal e vegetal, e também não seja vetor de pragas e não contenha sementes de plantas daninhas.

A compostagem é um processo biotecnológico, no qual as substâncias poliméricas presentes nos resíduos orgânicos são degradadas pelas enzimas hidrolíticas liberadas dos microrganismos mesofílicos e termofílicos durante a mineralização em condições aeróbias (AZIM et al., 2017). Os produtos do processo de compostagem são dióxido de carbono e formas estáveis de carbono, resultando na decomposição e mineralização da matéria orgânica e na produção de substâncias húmicas (AZIM et al., 2017; WANG et al., 2016).

O processo segue as seguintes fases: a primeira sendo mesófila ou mesofílica, que é caracterizada pelo crescimento acelerado de fungos e bactérias devido à absorção rápida de amido e de açúcares solúveis; a segunda fase classificada como termófila ou termofílica, caracterizada pela presença de enzimas microbianas que degradam proteínas, hemicelulose e celulose; a terceira fase sendo considerada a segunda fase mesofílica (fase de resfriamento) que ocorre quando a atividade dos microrganismos termofílicos cessa com a exaustão de substratos e, por último, a fase de maturação que é caracterizada pela formação de substâncias húmicas (MARTÍNEZ et al., 2016, MARTÍNEZ et al., 2018).

Com isso, o biocomposto obtido ao final do processo deve apresentar alta qualidade sendo rico em nutrientes e microrganismos benéficos, além de seguro para ser utilizado. As propriedades desse biocomposto podem ainda ser melhoradas se, durante o processo, forem adicionados outros tipos de resíduos, como adubos,



resíduos verdes e até resíduos urbanos, aumentando o conteúdo de nutrientes e a atividade biológica (SALGADO et al., 2019; MUHLACK et al., 2018).

Além disso, o biocomposto produzido tende a apresentar baixa condutividade elétrica, baixas concentrações de metais pesados e altos teores de matéria orgânica, fósforo e potássio (BUSTAMANTE et al., 2008). Também, foi relatado que a fitotoxicidade dos produtos de compostagem é reduzida quando este é co-compostado com esterco animal (ZHANG & SUN, 2016; BUSTAMANTE et al., 2011).

Contudo, a produção de dados referentes aos resíduos orgânicos da vinificação são bastante variáveis, e a proporção em que cada componente compõe o bagaço depende de diversos fatores, como o tipo de solo, a variedade da uva, o clima, a safra (TONON, et al., 2018), métodos de processamento e local de produção (SCHÄFFER, 2015). Desse modo, o biocomposto produzido apresentará características específicas da região.

Portanto, o trabalho teve como objetivo avaliar o processo de compostagem do bagaço de uva, esterco ovino e folhas de mangueira, avaliando no composto final suas características físico-químicas, nutricionais e microbiológicas para utilização como biofertilizante/condicionador do solo frente à legislação Brasileira.

## 4.2 MATERIAL E MÉTODOS

O processo de compostagem foi realizado na área experimental da Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Juazeiro-BA, coordenadas geográficas: latitude 09° 24' S, longitude 40° 31' W, e altitude de 371 m. O clima é classificado como BShw, clima seco de estepe de baixa latitude com chuvas de verão – clima semiárido, de acordo com o sistema de classificação climática Koppen-Geiger. Temperatura média de 24,8 °C e a pluviosidade média anual de 422 mm.

O tempo do processo de compostagem foi de 120 dias (março à julho de 2019), conforme sugerido pelo Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2010) para que o biocomposto atinja a humificação (finalização do processo).

Os resíduos compostados foram: o bagaço de uva e esterco de ovinos, oriundos da Vitivinícola Quintas de São Braz, localizada em Petrolina-PE, sendo o bagaço obtido do processo de prensagem de uvas para a produção do vinho tinto, formado pela mistura de casca, sementes, engaço e umidade; foram utilizados também folhas de mangueira como material palhoso.

O bagaço de uva foi submetido a um pré-tratamento físico com exposição ao sol para secagem por 10 dias em pátio aberto, para total volatilização do teor alcoólico do resíduo prensado. Posteriormente, o bagaço da uva foi triturado de

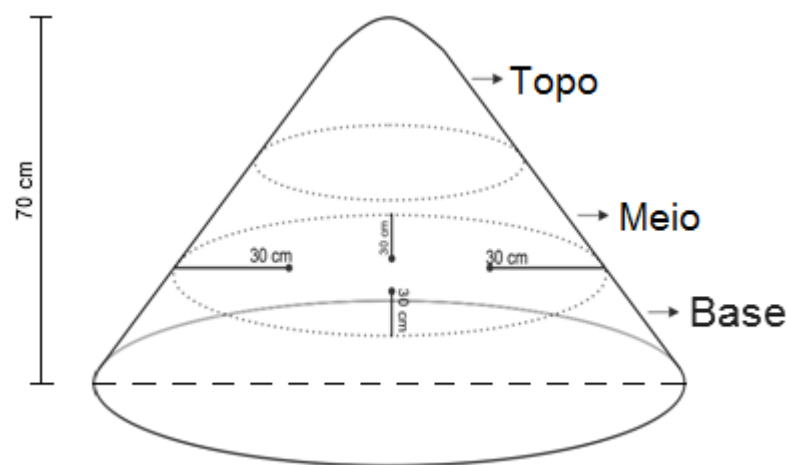
forma a reduzir a granulometria do material (variando de 1 e 5 centímetros), e as folhas da mangueira foi utilizada em seu tamanho normal (variando de 15 a 22 cm de comprimento). A pilha de compostagem foi montada conforme Pereira Neto (2011), em pátio aberto com piso de concreto, obedecendo a proporção de 70% do volume total em material rico em carbono (foi dividido em 50% de bagaço de uva e 20% de palha de mangueira) para 30% de esterco de ovinos (material rico em nitrogênio). A altura da pilha foi de 70 cm.

Durante a compostagem, a pilha foi regada regularmente para manutenção da umidade e, o material revolvido manualmente a cada 15 dias para manutenção da aeração.

Para a realização das análises do material, a coleta de amostras foi realizada na parte média da pilha, de forma que fosse subdividida em quatro seções equidistantes (Figura 1). Para recolhimento de 4 subamostras que formaram uma amostra composta para a caracterização física, química e microbiológica. A retirada das subamostras foi realizada com o auxílio de tubo de PVC de 2,5 cm de diâmetro sendo inserido em cada seção a uma profundidade de 30 cm da superfície (MARTÍNEZ et al., 2016).

A temperatura da pilha foi monitorada diariamente utilizando termômetro químico, com medições nas posições: topo (55 cm), meio (35 cm) e base (15 cm) para realização da temperatura média, além de realização de imagem termográfica utilizando câmera térmica FLIR® modelo T420.

**Figura 1** – Subdivisões da pilha de compostagem para coleta de amostra.



As análises foram realizadas no Laboratório de Engenharia Ambiental-LEA da UNIVASF e no Laboratório Agroambiental do Semiárido da Embrapa. Os parâmetros foram realizados em triplicata para cálculo de médias e desvio padrão, e os dados submetidos a comparação aos valores definidos pela Instrução Normativa (IN) nº

25/2009 (BRASIL, 2009) e 27/2006 (BRASIL, 2006a) da Secretaria de Defesa Agrícola (SDA) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), e pela Resolução 375/2006 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) (BRASIL, 2006b) (Tabela 1).

**Tabela 1** – Parâmetros analisados, frequência de amostragem e metodologia das análises realizadas durante o processo de compostagem.

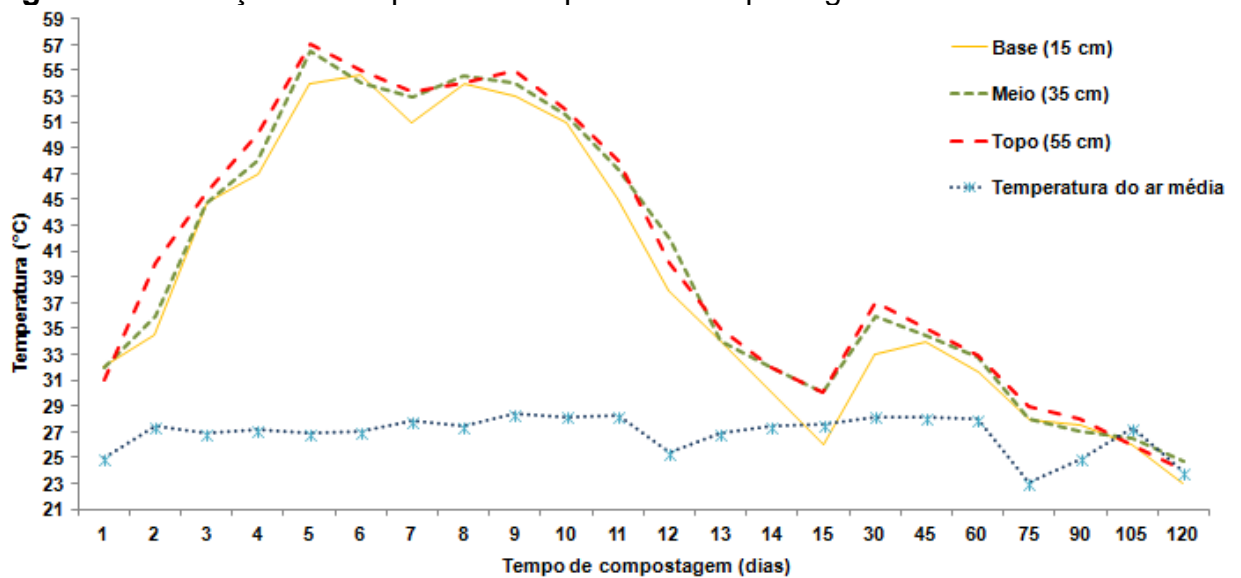
Parâmetros	Frequência de amostragem	Metodologia
Físico-químicos		
Temperatura (°C)	Diariamente até o 15 <sup>o</sup> dia, depois quinzenalmente até o 120 <sup>o</sup> dia	APHA (2012)
Umidade (%); pH; Condutividade Elétrica (mS/cm)	Mensal	Teixeira et al. (2017)
Matéria Orgânica (%)	Mensal	Goldin, A. (1987)
Sólidos Voláteis (g L <sup>-1</sup> )	Mensal	APHA (2012)
Carbono Orgânico (g kg <sup>-1</sup> )	Mensal	Teixeira et al. (2017)
Nitrogênio Total, Nitrogênio Amoniacal e Nitrato (mg kg <sup>-1</sup> ); Nitrogênio Orgânico (%)	Mensal	APHA (2012)
Distribuição de partículas (%); Densidade (g cm <sup>-3</sup> )	Mensal	Teixeira et al. (2017)
Volume (%)	Final	Cálculos geométricos*
Nutricionais		
Cálcio (Ca), Fósforo (P), Potássio (K), Sódio (Na), Magnésio (Mg) e Alumínio Trocável (Al) (g kg <sup>-1</sup> ).	Mensal	Teixeira et al. (2017)
Ferro (Fe), Cobre (Cu), Zinco (Zn), Cromo (Cr), Chumbo (Pb) e Níquel (Ni) (g kg <sup>-1</sup> ).	Inicial e final	USEPA, (1995)
Microbiológicos		
Coliformes Totais e <i>Escherichia Coli</i> (NMP g <sup>-1</sup> de ST)	Final	APHA (2012)
Outras Variáveis		
Odor, insetos, aranhas, fungos, formigas e moscas.	Mensal	Rodrigues et al. (2016)

\* cálculos geométricos dos coletores utilizados, estes, confeccionados em polietileno de alta densidade (PEAD) e com as seguintes dimensões internas: 51,5 cm de largura, 32 cm de comprimento e 28 cm de altura, totalizando um volume de 45,78 cm<sup>3</sup>.

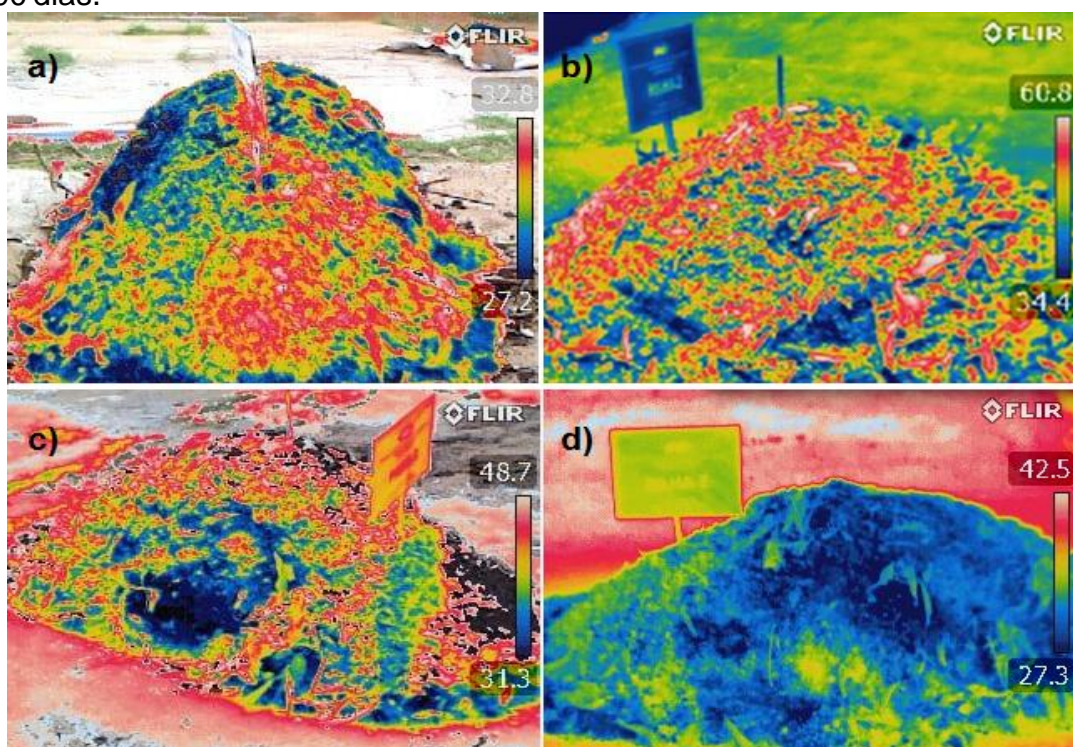
### 4.3 RESULTADOS

A evolução da temperatura e da umidade estão relacionadas às atividades microbianas e às reações biológicas, bem como, associadas com a capacidade do processo na redução de patógenos (STENTIFORD, 1996). Esses foram os principais parâmetros físicos monitorados durante o processo de compostagem (Figuras 2, 3 e 4).

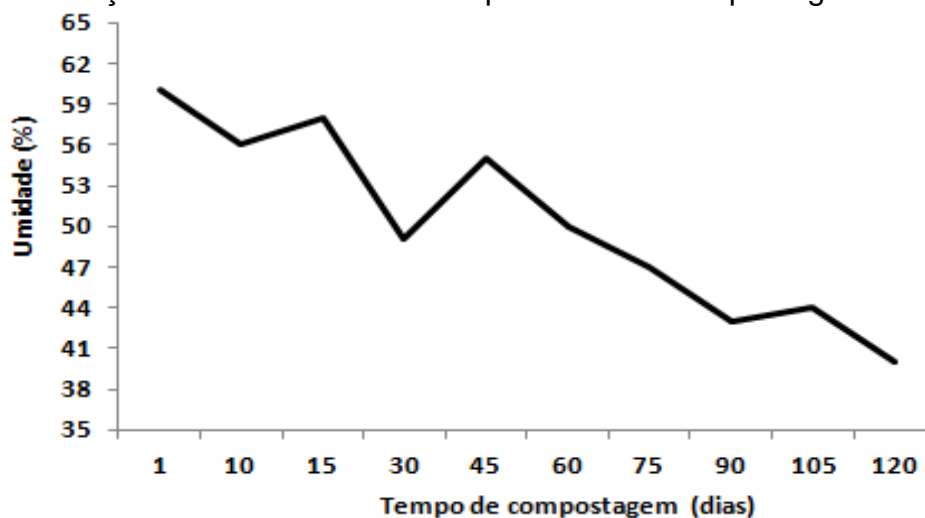
**Figura 2** – Evolução da temperatura na pilha de compostagem.



**Figura 3** – Imagem termográfica representando as fases: a) mesófila, no 2º dia de processo; b) termófila, no 4º dia; c) segunda fase mesófila, 13º dia e d) humificação, aos 90 dias.

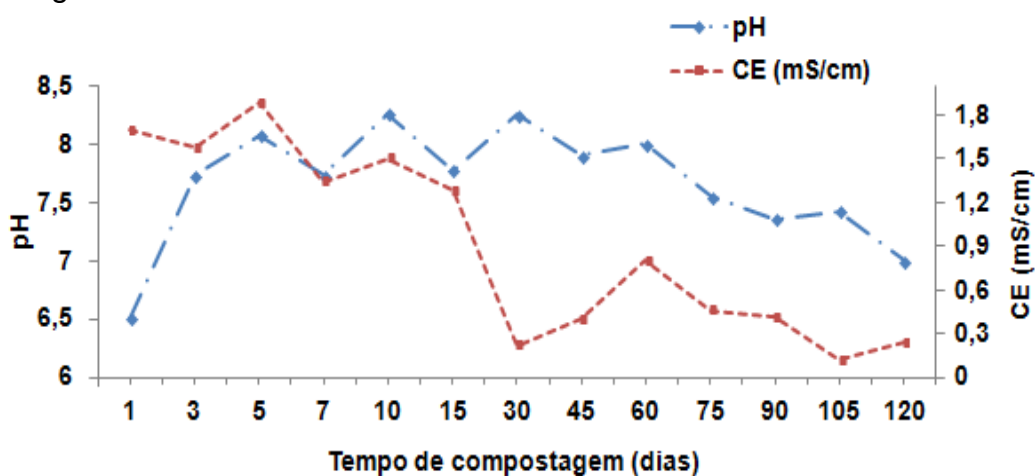


**Figura 4** – Evolução da umidade durante o processo de compostagem.



Para Asses et al. (2018), dentre as propriedades químicas que indicam o adequado andamento do processo de compostagem estão o pH e a condutividade elétrica (CE), estes estão representadas na Figura 5.

**Figura 5** – Evolução do pH e da condutividade elétrica durante o processo de compostagem.



Na Tabela 2, observa-se a evolução da degradação da matéria orgânica e a redução das frações orgânicas ao longo do processo.

**Tabela 2** – Evolução da redução dos sólidos voláteis, carbono orgânico e da matéria orgânica durante a compostagem.

Tempo dias	Sólidos Voláteis gL <sup>-1</sup>	Carbono Orgânico .....g kg <sup>-1</sup> .....	Matéria Orgânica
1	508,28 ± 10,06	410,25 ± 23,50	896 ± 22,00
30	130,40 ± 15,16	228,00 ± 3,39	648 ± 19,01
60	120,45 ± 28,63	113,12 ± 8,15	571 ± 8,50
90	119,12 ± 32,11	95,61 ± 3,35	570 ± 31,15
120	54,13 ± 14,05	119,31 ± 12,50	522 ± 27,05

\*DP: desvio padrão

A avaliação da relação C/N assim como as variações no teor de nitrogênio total e de suas frações ao longo do tempo de compostagem estão descritas na Tabela 3.

**Tabela 3** – Nitrogênio e relação C/N durante compostagem.

Tempo dias	Nitrogênio Total g kg <sup>-1</sup>	C/N -	Nitrogênio Amoniacal N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> .....mg kg <sup>-1</sup> .....	Nitrato NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Nitrogênio Orgânico % do N Total
1	12,17 ± 0,50	33,00:1	9,36 ± 0,36	206,67 ± 7,15	99,91
30	12,56 ± 0,50	18,14:1	1,25 ± 0,16	0,62 ± 0,10	99,98
60	13,10 ± 0,40	8,63:1	0,90 ± 0,18	0,90 ± 0,18	99,92
90	14,30 ± 0,20	6,68:1	0,28 ± 0,09	0,24 ± 0,10	99,99
120	20,37 ± 1,51	5,85:1	1,80 ± 0,02	2,34 ± 0,48	99,99

O composto final diferiu em suas propriedades físicas. A Tabela 4 apresenta a variação da densidade e da distribuição das partículas ao longo do processo de compostagem.

**Tabela 4** – Distribuição e densidade de partículas durante o processo de compostagem.

Tempo Dias	Malha da peneira (mm)							Densidade g cm <sup>-3</sup>
	(>4)	(4-2)	(2-1)	(1-0,5)	(0,5-0,3)	(0,3-0,125)	(<0,125)	
	.....Distribuição de partículas (%).....							
1	45,60	34,88	6,92	1,61	0,72	8,56	1,70	0,051
30	13,74	38,46	11,74	5,917	5,44	20,52	4,18	0,052
60	29,69	24,01	10,34	7,09	5,69	16,98	6,18	0,075
90	26,41	38,37	9,51	3,24	3,13	16,79	2,53	0,080
120	14,01	33,00	16,99	11,0	6,42	15,46	3,12	0,090

As principais características relacionadas aos parâmetros nutricionais e microbiológicos são mostradas na Tabela 5.

**Tabela 5** – Evolução dos nutrientes, elementos críticos, metais pesados e das características microbiológicas durante o processo de compostagem dos resíduos da vinícola.

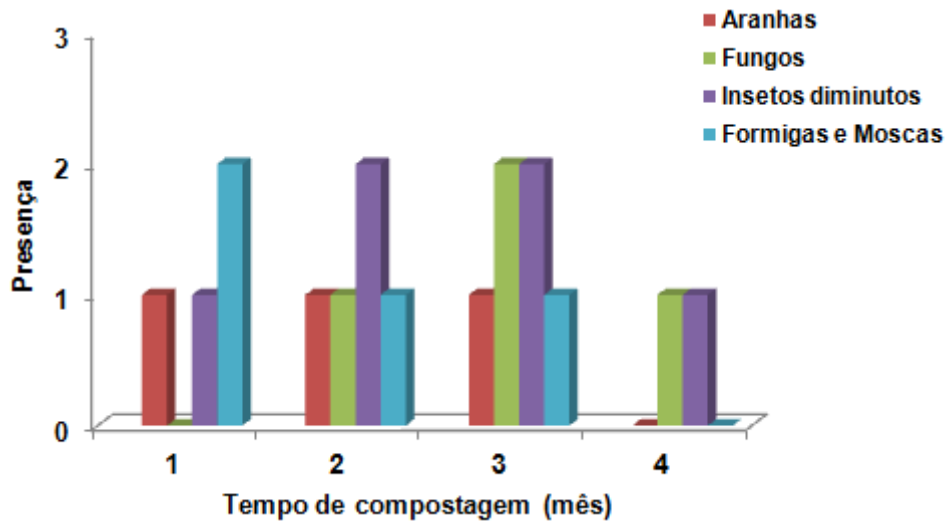
Tempo	Macronutrientes			
	Cálcio	Fósforo	Potássio	Magnésio
dias	.....g kg <sup>-1</sup> .....			
1	1,74 ± 0,20	4,94 ± 0,47	74,91 ± 3,84	17,14 ± 3,55
30	2,80 ± 0,80	2,12 ± 0,40	52,00 ± 7,55	1,48 ± 0,12
60	3,72 ± 0,38	2,10 ± 0,09	42,73 ± 4,00	1,66 ± 0,28
90	4,25 ± 0,15	1,23 ± 0,02	35,70 ± 5,30	1,86 ± 0,26
120	5,17 ± 0,65	1,92 ± 0,35	21,31 ± 3,40	0,75 ± 0,14
Tempo	Micronutrientes			
	Cobre	Ferro	Manganês	Zinco
dias	.....g kg <sup>-1</sup> .....			
1	3,92 ± 0,11	66,40 ± 5,21	0,60 ± 0,20	4,16 ± 0,81
120	0,50 ± 0,50	9,04 ± 0,04	0,25 ± 0,27	0,55 ± 0,08
Tempo	Elementos críticos			
	Alumínio	Sódio		
dias	.....g kg <sup>-1</sup> .....			
1	0,02 ± 0,004	1,90 ± 0,40		
30	0,016 ± 0,003	2,53 ± 0,51		
60	0,015 ± 0,004	1,75 ± 0,27		
90	0,013 ± 0,003	1,38 ± 0,14		
120	0,013 ± 0,004	1,50 ± 0,50		
Tempo	Metais pesados			
	Cromo	Chumbo	Níquel	
dias	.....g kg <sup>-1</sup> .....			
1	0,09 ± 0,01	0,21 ± 0,09	1,0 ± 0,10	
120	0,09 ± 0,06	0,09 ± 0,01	0,009 ± 0,001	
Tempo	Microbiológicas			
	Coliformes Totais	<i>E. coli</i>		
dias	.....NMP/g de ST.....			
1	-	-		
120	900	150		

Com exceção do Ca, os demais macronutrientes apresentaram redução em seu teor durante o processo de compostagem: P com redução de 61,13%; K com redução de 71,55% e Mg com redução de 95,62%.

Durante o processo de compostagem foram monitorados parâmetros qualitativos, tais como a presença de odor, insetos, aranhas e fungos. O objetivo

deste monitoramento foi encontrar uma relação entre os parâmetros e a temperatura na pilha de compostagem.

**Figura 6** – Outros parâmetros avaliados durante o processo de compostagem.



#### 4.4 DISCUSSÃO

A pilha de compostagem constituída pela mistura de bagaço de uva, esterco ovino e folhas de mangueira não apresentou problemas quanto a evolução da temperatura, pois os valores na pilha aumentaram rapidamente (Figura 2) e atingiram a fase termofílica (>40 °C) ao 3º dia do processo, com duração de 10 dias. Este comportamento está relacionado a relação Carbono/Nitrogênio inicial, de 33:1 (Tabela 3), faixa dentro da citada por Kiehl (2001) como sendo uma boa relação C/N (25:1 a 35:1). Durante a fase termofílica, a temperatura mais alta (57 °C) foi notada no topo da pilha no 5º dia do processo. Isso ocorreu em função do alto teor de matéria orgânica decomponível favorecendo as atividades microbianas aeróbias.

Ao final da fase termofílica (13º dia), a temperatura caiu gradualmente para valores ambientais na medida em que a atividade biológica foi cessando. Essa queda de temperatura significou que a maior parte dos compostos orgânicos foram consumidos durante as fases mesofílica e termofílica. Condições semelhantes foram encontradas por Asses et al. (2018), ao compostar uma mistura entre lodo de esgoto e resíduos da produção de azeite, e, segundo Meng et al. (2016), poucos compostos facilmente degradáveis permaneceram na última fase ou fase de humificação.

No presente estudo, a compostagem com o resíduo da uva apresentou aumento de temperatura no 30º dia, elevando-se para 37 °C. Segundo Bernal et al. (1998), essa oscilação da temperatura (30 a 45°C) durante a fase de resfriamento



ocorre devido a permanência de uma reduzida população bacteriana junto à moléculas mais complexas a serem degradadas.

Segundo a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 481/2017 (BRASIL, 2017), para sistemas abertos de compostagem, as temperaturas devem ser superiores a 55 °C por um período de pelo menos 14 dias para que ocorra a higienização do biocomposto, ou seja, para redução/eliminação de organismos patogênicos. Já Zhang & Sun (2014), citam que a temperatura na faixa de 50 a 60 °C por pelo menos 3 dias indica que o biocomposto está isento de organismos patogênicos e, tal condição foi atingida nesse estudo do 5º ao 10º dia de processo (Figura 2).

Segundo Bustamante et al. (2013) e Paradelo et al. (2013), a adição de bagaço de uva sem álcool residual, pode elevar a temperatura da compostagem, principalmente na fase termofílica, garantindo a remoção de patógenos e organismos indesejáveis. Portanto, se considerado apenas o parâmetro temperatura, o biocomposto produzido já apresentava condições de utilização na agricultura por não apresentar risco de contaminação por agentes patogênicos para o homem e para o solo.

O efeito da adição das folhas de mangueira na mistura e, até mesmo a presença dos engaços, que apresentam uma natureza lignocelulósica, podem ter afetado a atividade bacteriológica durante a compostagem, levando a uma fase termofílica mais curta e a uma fase de resfriamento mais longa (Figura 2), revelando uma atividade fúngica mais dominante. Corroborando a isto, a Figura 3 apresenta imagens térmicas durante o processo, onde ao 13º dia (Figura 3c) é possível notar o início da fase de resfriamento perdurando até o 120º dia. Bustamante et al. (2012) relataram o mesmo resultado sobre o efeito da fração lignocelulósica da poda dos galhos de videira durante a compostagem com lodo de digestores anaeróbios, assim como Asses et al. (2018) ao compostar lodo com resíduos de azeitona e podas.

Com isso, ao observar a evolução da temperatura (Figura 2) é possível concluir que, o composto já apresentava características de composto finalizado a partir do 30º dia do processo de compostagem, o que resultaria em um biocomposto com relação C/N de aproximadamente 18:1 (Tabela 3), valor próximo ao recomendado pela legislação (20:1). No Submédio Vale do São Francisco, região de clima semiárido, onde as condições climáticas são caracterizadas pelas elevadas temperaturas, baixa pluviosidade e umidade do ar, mas que tem água através dos projetos irrigados, essa condição potencializa o processo de degradação da matéria orgânica no solo. Desta forma, os solos arenosos da região, que necessitam de matéria orgânica constantemente, podem ser beneficiados pela aplicação de

biocomposto de resíduo vinícola produzido em menor tempo para uma maior manutenção da matéria orgânica no solo.

A Figura 4 apresenta a evolução do teor de umidade durante o processo de compostagem que iniciou com 60% e apresentou posterior redução para 40% ao término do processo. Com isso, o teor de umidade foi mantido dentro da faixa considerada adequada como sendo entre 40-60% (CHOWDHURY et al., 2013). Caso o teor de umidade na pilha de compostagem estivesse abaixo de 40% acarretaria em redução da atividade microbiana e se apresentasse teor superior a 60% haveria obstrução dos espaços porosos entre as partículas, prejudicando a aeração (LIANG et al., 2003).

O perfil característico do pH (Figura 5) no processo de compostagem se iniciou em 6,51; aumentado para valores acima de 8,0 na fase termofílica e fechando o ciclo em 7,0. Esse resultado está relacionado à bioconversão dos ácidos orgânicos e compostos fenólicos em condições aeróbias e à mineralização de proteínas, peptídeos e aminoácidos, conduzindo à volatilização de amônia seguida do aumento do pH (GIGLIOTTI et al., 2012). Os valores encontrados durante o processo se mantiveram dentro da faixa adequada que deve ser maior ou igual a 6, segundo a IN n° 25/2009 (MAPA).

A condutividade elétrica (Figura 5), utilizada como medição indireta da quantidade de sais presentes no material, serve como parâmetro para estimar a salinidade no composto (CARNEIRO et al., 2011). Na Figura 5, são apresentados os valores da condutividade elétrica, que teve sua maior redução (de 1,69 para 0,24 mS  $\text{cm}^{-1}$ ) durante o primeiro mês de compostagem, ou seja, na primeira fase mesofílica e na fase termofílica, com os valores finais representando uma redução de quase 86% do inicial. Esse resultado está relacionado à transformação da matéria orgânica em substâncias húmicas, gerando capacidade de troca catiônica (CTC) que retém cátions, causando a redução da condutividade elétrica pois esta quantifica os sais solúveis e não os adsorvidos (ARAÚJO et al., 2009). No entanto, o mesmo não ocorreu a Paradelo et al. (2013) durante a compostagem de borras do processo de vinificação misturadas ao bagaço de uva em que a CE permaneceu com valores muito elevados devido as borras terem dificultado a drenagem na compostagem.

Os resultados encontrados em relação ao pH de 7,0 e a CE de 0,24 mS  $\text{cm}^{-1}$  (Figura 5) indicam um biocomposto com efeito corretivo da acidez do solo e que não apresenta risco de salinização ao ser utilizado como biofertilizante no solo.

Quanto aos sólidos voláteis (SV) (Tabela 2), Varma et al. (2015b) observaram uma drástica redução devido às altas temperaturas e, a medida que a compostagem prosseguia, a atividade microbiana atuante no conteúdo orgânico fazia com que mais

SV fossem removidos. O mesmo aconteceu nesse estudo, onde aos 30 dias do processo o biocomposto apresentou a maior remoção (74,34% da concentração) e, ao término do processo (120 dias) a remoção total foi de 89,35%. Com isso, o resultado obtido no processo de compostagem atende a Resolução CONAMA n° 375/2006 (BRASIL, 2006b), citando que a concentração de SV deve ser reduzida em no mínimo 38% da concentração. Isso mostra, que no presente estudo, realizado em região de clima semiárido, o composto com 30 dias de processo de compostagem atingiu quase o dobro da remoção mínima de SV sugerida pela legislação, apresentando diversas vantagens relacionadas ao custo e tempo de processo.

Em relação ao carbono orgânico (Tabela 2), a maior remoção ocorreu aos 30 dias de compostagem, com 44,4%. Entretanto, outros autores obtiveram valores bem inferiores, tais como Varma et al. (2015a) ao compostar uma mistura de resíduos vegetais, esterco bovino, serragem e folhas secas (proporção de 5:4:1:0,9) durante um período de 20 dias, removeu 11,4% de carbono orgânico e Varma et al. (2015b) com os mesmos resíduos (proporção 9:1:1:0,9) e mesmo tempo de compostagem, tiveram a maior remoção sendo 4,89%. Segundo a IN n° 25/2009, a concentração mínima estabelecida de carbono orgânico para utilização como fertilizante é de 15%, valor atendido aos 30 dias de processo (22,8%). Além disso, ao longo do processo de compostagem foi verificada que a remoção de carbono orgânico apresentou estabilização das concentrações a partir dos 60 dias. Isso é explicado pela possível redução da atividade microbiana devido escassez de carbono e nutrientes já consumidos na primeira fase mesofílica e fase termofílica. Esse comportamento apresenta concordância com a terceira fase do processo de compostagem, a maturação.

Verifica-se que a maior remoção de matéria orgânica ocorreu durante o primeiro mês de compostagem (Tabela 2), com cerca de 27,6% e, ao final do processo a remoção total foi de 41,68%. Estes valores estão abaixo do intervalo de 55 a 68% de remoção normalmente registrada para a compostagem com lodos de esgoto, esterco animal e resíduos da produção de azeite com diferentes materiais ligno-celulósicos (GARCIA-GOMEZ et al., 2003). Segundo Cayuela et al. (2010), a incorporação dos engaços de uva na mistura pode ter contribuído para a redução da mineralização da matéria orgânica, isso devido ao engaço apresentar maior variabilidade quanto ao formato, reduzindo a superfície disponível para microrganismos.

Durante o processo de compostagem, o nitrogênio total (Tabela 3) apresentou aumento no valor final de 20,37 g kg<sup>-1</sup>, segundo De Bertoldi et al. (1983), esse aumento pode ser explicado pela mineralização da matéria orgânica e consequente

perda de H<sub>2</sub>O e CO<sub>2</sub>, causando a redução na relação C/N. Nota-se que a partir dos 30 dias de processo o biocomposto já encontrava-se estabilizado, apresentando teores de N de 12,56 g kg<sup>-1</sup> e relação C/N de 18,14, valores próximos aos obtidos por Albuquerque et al. (2006), em que ao compostarem uma mistura de engaço de uva, bagaço de uva, bagaço de cana e esterco caprino (proporção 1:1:7:1) após 50 dias de processo apresentaram resultados de 13,92 g kg<sup>-1</sup> de N e 13,9 de C/N, mostrando que o composto orgânico estava apto ao uso.

A relação C/N ao final dos 120 dias de processo foi de 5,85 (Tabela 3), sendo considerado um valor baixo. No entanto, diversos estudos apresentam amplas faixas de razão C/N (Anwar et al., 2015), e segundo Salgado et al. (2019) uma baixa relação C/N aliada a baixa população de bactérias, poderá promover maiores teores de substâncias húmicas, resultando em um bom condicionador do solo (SALGADO et al., 2019). Tal relação representa forte ligação entre a atividade microbiana devido aos fungos ou bactérias utilizarem cerca de 30 partes de celulose para uma parte de N no processo de biodegradação. Assim, o C serve como fonte de energia e componente essencial para os microrganismos, enquanto o N será usado na formação de aminoácidos, proteínas e ácidos nucleicos (SALGADO et al., 2019). Ainda, é verificado na Tabela 3 um aumento da disponibilidade de N total pelo processo de degradação biológica e uma redução da razão C/N em relação ao tempo de compostagem. A redução desta razão tem sido indicada por diversos autores como um indicador de estabilidade no processo de compostagem, apesar de que, em função da grande variação das matérias-primas utilizadas não seria adequado valer-se apenas deste parâmetro como um indicador confiável e válido (GIGLIOTTI et al., 2012).

O resultado obtido na relação C/N (5,85:1) é considerado adequado pela Resolução nº 481/2017 do CONAMA, onde cita que o processo de compostagem deve garantir uma relação carbono/nitrogênio no composto final menor ou igual a 20:1 (BRASIL, 2017).

Quanto à perda de nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) (Tabela 3), está relacionada à faixa alcalina de pH, que eleva as taxas de volatilização desse gás (HAO e BENKE, 2008; JIANG et al., 2013). Gigliotti et al. (2012) citam que o não aumento de N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> no início do processo de compostagem foi esperado devido a utilização de resíduos ricos em celulose, hemicelulose e lignina, que apresentam degradação mais lenta.

Durante o processo de compostagem, o nitrogênio orgânico foi o principal constituinte do nitrogênio total (Tabela 3). Isso pode ser provado ao analisar a redução da fração inorgânica através das concentrações de nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) correspondendo inicialmente a 9,33 mg kg<sup>-1</sup> (0,08% do N total) e aos 120 dias

com  $1,80 \text{ mg kg}^{-1}$  (0,009% do N total), ambos valores considerados muito baixos em relação ao N orgânico. Tais resultados são inferiores aos encontrados por Gigliotti et al. (2012) ao compostarem uma mistura de resíduos de azeitona, poda de oliveira e palha de cereais, encontrando 2,2 e 5,3% de N amoniacal em relação ao N total no início e no final do processo.

Em relação à granulometria dos fertilizantes, quanto menor for a partícula, maior será a superfície de contato do produto no solo, afetando a velocidade de dissolução e também na absorção da umidade. Além do mais, outro fator importante é que haja certa uniformidade entre as partículas, para que a aplicação não seja desuniforme (ALCARDE et al., 1998).

Durante o processo houve redução na proporção das partículas de maiores diâmetros e incremento nas partículas de menor granulometria. Tal transformação é confirmada ao analisar a evolução da densidade durante o processo, onde iniciou em  $0,051 \text{ g cm}^{-3}$  e ao final do processo o valor foi de  $0,09 \text{ g cm}^{-3}$  (Tabela 4) Este aumento de densidade se deve a ocupação dos espaços porosos por partículas de diâmetros menores.

Segundo a IN nº 25/2009 (BRASIL, 2009), o biocomposto pode ser classificado de acordo com sua granulometria, podendo ser farelado grosso, farelado, pó ou granulado. Quanto a especificação granulométrica estabelecida nesse estudo, o biocomposto se classifica como farelado, apresentando no máximo 25% do material passante em peneira de 0,5 mm, e mínimo de 75% do material retido acima de 0,5 mm.

Se levado em consideração que no semiárido, em fruticultura irrigada, a decomposição de material orgânico no solo acontece de forma acelerada, é necessário que o biocomposto produzido apresente partículas e tamanhos variados, mas, especificamente de maiores tamanhos para que não sejam rapidamente degradados, atuando na manutenção da MO no solo. Com isso, poderá colaborar na promoção de uma melhor agregação do solo e estabilização dos agregados.

Por fim, foi calculado o volume da pilha ao final do processo de compostagem, apresentando redução de 51,21% em relação ao volume inicial. Este valor é muito superior ao obtido por Reis (1997), que ao compostar diferentes resíduos orgânicos, obteve aos 112 dias de compostagem do bagaço de uva, redução de 17%, e para o bagaço de azeitona, polpa de alfarroba e casca de eucalipto, obteve 16%, 41% e 52% (maior redução e que mais se aproximou do presente estudo).

O valor obtido neste estudo se encontra próximo a faixa obtida por Sbizarro et al. (2017) em seus tratamentos T1 (30:1 – Dejeito ovino + palha de cana-de-açúcar), T2 (19:1 – Dejeito ovino + palha de cana-de-açúcar), T3 (30:1 – Dejeito bovino +

palha de cana-de-açúcar), T4 (19:1 – Dejeito bovino + palha de cana-de-açúcar) e T5 (30:1 – Dejeito ovino + dejeito bovino + palha de cana-de-açúcar) com reduções de volume de 60,95%, 59,45%, 54,20%, 47,60% e 48,16%, respectivamente. Segundo Petric et al. (2009) essa redução do volume é resultado da degradação da matéria orgânica durante o processo de compostagem.

Quanto à composição química (Tabela 5), o elemento Ca apresentou aumento em seu teor no decorrer do processo de compostagem. Esse resultado precisa ser analisado com cautela, pois um acréscimo no teor de qualquer nutriente não significa adição durante o processo, devendo-se considerar que durante as reduções de sólidos totais podem ocorrer aumentos na concentração de alguns nutrientes no biocomposto (ORRICO JÚNIOR et al., 2010).

A IN n° 25/2009 (MAPA) recomenda para aplicação ao solo, que o biocomposto deve ter um teor mínimo de 1%, ( $10 \text{ g kg}^{-1}$ ) de Ca, sendo assim, o biocomposto gerado não atendeu a esta condição. Rodrigues et al. (2016) estudaram a compostagem de lodo flotado da estação de tratamento de efluentes de laticínios e observaram que, após a maturação do biocomposto, as concentrações de Ca eram de 0,7%. Valor próximo ao obtido nesse trabalho que foi de  $5,17 \text{ g kg}^{-1}$  (0,51%), ao final do processo.

Em relação ao fósforo (P) (Tabela 5), a remoção se dá pela mineralização desse componente ligado a matéria orgânica, ou seja, através da transformação da forma orgânica para a inorgânica (SCHALCH et al., 2002). O valor final para P foi de  $1,92 \text{ g kg}^{-1}$  e não possui valor de referência determinado pelo MAPA.

O elemento potássio (K) (Tabela 5), nutriente mais abundante em compostos derivados dos resíduos de vinícolas (PARADELO, 2009), apresentou teor inicial e final de 74,91 e  $21,31 \text{ g kg}^{-1}$  e, similar ao P, também não possui valor de referência determinado pelo MAPA. O valor mais elevado pode ser explicado pelo fato da sua presença ocorrer na forma de íon  $\text{K}^+$  dentro das plantas. Isto faz com que o nutriente seja liberado, em ambiente úmido, antes mesmo da mineralização do resíduo orgânico. Com isso, as irrigações periódicas na pilha de compostagem provavelmente deslocaram o íon por fluxos preferenciais de água, resultando em valores mais reduzidos.

O valor final de magnésio (Mg) (aproximadamente 4,4% do valor inicial) (Tabela 5) foi superior aos valores encontrados por Rodrigues et al. (2016), onde obtiveram concentrações de 0,24% ao final do processo, e Sanes et al. (2015) que encontraram concentrações de Mg variando de 0,10 a 0,20% no final do processo de compostagem. No entanto, o material utilizado no estudo de Sanes et al. (2015) já apresentava baixa concentração inicial de Mg, diferentemente deste trabalho.

Segundo a IN n° 25/2009 (MAPA) para aplicação no solo, o biocomposto deve ter um teor mínimo de 1% de Mg, com isso, o resultado não atende a norma.

Os micronutrientes (Tabela 5) apresentaram valores variáveis, Cu apresentou valor final no limite mínimo estabelecido ( $0,5 \text{ g kg}^{-1}$ ) para fertilizantes orgânicos segundo a IN n° 25 (BRASIL, 2009), o Fe apresentou valor final de  $9,04 \text{ g kg}^{-1}$ , superior ao mínimo estabelecido ( $2 \text{ g kg}^{-1}$ ), o Mn ( $0,25 \text{ g kg}^{-1}$ ) e Zn ( $0,55 \text{ g kg}^{-1}$ ) apresentaram valores abaixo do limite mínimo ( $0,5$  e  $1 \text{ g kg}^{-1}$ ).

O alumínio (Al) e o sódio (Na) são alguns dos elementos considerados críticos, pois, estudos mostram que o sintoma visível mais rápido ocasionado pela toxidez do Al é a inibição do crescimento radicular, resultando na redução do tamanho da raiz e absorção água e nutrientes (DEGENHARDT et al., 1998). Teores elevados de sódio podem afetar na germinação e no desenvolvimento inicial das plantas por proporcionar a elevação da condutividade elétrica e nos casos mais graves, causar sérios problemas econômicos, devido a morte generalizada das plantas, já que o solo se torna inapto para a agricultura (BARROS et al., 2005; FERNANDES et al., 2008; MAJOR; SALES, 2012).

Levando em consideração a região de clima semiárido, o ideal é que a concentração desses elementos seja próximo da nulidade, pois devido às baixas precipitações e aos solos com baixa drenagem há uma forte tendência a salinização. Neste estudo, Al e Na apresentaram remoções de 35% e 21,01% ao fim do processo. Rodrigues et al. (2016), obtiveram concentrações de Na de 0,02%, valor abaixo do encontrado neste estudo, que foi de 0,15% mas ainda sendo um valor considerado baixo pelos autores. A IN n° 25/2009 (MAPA) não estabelece um nível máximo para o sódio em fertilizantes orgânicos. O Al foi o elemento que apresentou maior remoção, mesmo seu valor inicial já apresentando baixa concentração. Segundo Costa (1989), os compostos orgânicos apresentam propriedade de se ligarem aos íons metálicos de alumínio, ferro, zinco e cobre, nesse caso, promovendo a bio-oxidação e remoção do efeito tóxico do Al.

Em relação aos metais pesados (Tabela 5), os valores finais para Cr, Pb e Ni ( $0,09$ ;  $0,09$  e  $0,009 \text{ g kg}^{-1}$ ) estiveram em acordo ao valor máximo ( $0,2$ ;  $0,15$  e  $0,07 \text{ g kg}^{-1}$ ) permitido para utilização como fertilizante orgânico pela IN n° 27/2006 (BRASIL, 2006a), não apresentando risco de contaminação por estes elementos.

Quanto ao aspecto sanitário, os valores para coliformes totais e *Escherichia coli* (*E.coli*) encontrados no composto final foram de 900 e 150 (NMP/g de MS). A IN n° 27/2006 não estabelece valor de referência quanto aos coliformes totais, já para os coliformes termotolerantes (*E. coli*), o valor admitido para utilização como substrato às plantas ou como condicionador de solo é de 1000 NMP/g de MS

(BRASIL, 2006a). Com isso, este resultado comprova a utilização do parâmetro temperatura como diretamente relacionado a remoção de coliformes, atendendo aos limites definidos para os parâmetros microbiológicos, uma vez que a remoção destes organismos ocorre durante a fase termofílica.

Assim como Rodrigues et al. (2016), o odor foi presenciado com baixa intensidade e apenas no primeiro mês do processo. Os autores Bartelt et al. (2010) ao compostarem resíduos de frutas, perceberam que os odores liberados pela pilha de compostagem atraíam insetos. A presença de microrganismos no processo é normal, visto que composto contém quantidades consideráveis de matéria orgânica e, além disso, diversos fatores microbianos desempenham um importante papel na produção do composto.

A presença de insetos e fungos (Figura 6) foram avaliadas qualitativamente, onde foram atribuídas notas a estas variáveis de acordo com a intensidade da presença do parâmetro, sendo: 0 para ausente, 1 para presença baixa, 2 para presença média, 3 para presença alta ou 4 para presença muito alta (Figura 6).

A presença dos fungos foi notada a partir do segundo mês do processo de compostagem, durante a fase de resfriamento. Segundo Pelczar et al. (1980), os fungos são organismos heterotróficos, que se alimentam a partir da matéria orgânica inanimada, decompondo resíduos complexos de animais e plantas, transformando-os em formas químicas mais simples.

O número de organismos na pilha de compostagem é variável entre as regiões. Rodrigues et al. (2016) notaram a presença de moscas (Diptera), larvas de insetos (Insecta), formigas (Hymenoptera) e minhocas (Haplotaxida) em todas as etapas, mesmo que em baixa intensidade. Em contrapartida, a variável que apresentou maior intensidade ao longo do processo foi a de insetos diminutos.

Durante o processo de compostagem, a alteração na coloração da pilha também foi observada, de inicialmente avermelhada, finalizando em tonalidade de marrom escuro, coloração considerada adequada por Lima et al., (2004).

## **4.5 CONCLUSÕES**

O biocomposto produzido pela mistura de bagaço de uva, esterco ovino e folhas de mangueira, pode ser utilizado como fertilizante orgânico ou como condicionador do solo, uma vez que demonstra ser seguro em termos de organismos patogênicos e elementos fitotóxicos, conforme a IN nº 27 (MAPA) (BRASIL, 2006a). E ao observar os valores da relação C/N, carbono orgânico e SV aos 30 dias de processo, o biocomposto já encontrava-se estabilizado de acordo com a Instrução



Normativa nº 25 (MAPA) (BRASIL, 2009) e resolução CONAMA nº 375 (BRASIL, 2006b).

Este resultado representa uma redução de 90 dias no processo de compostagem, o que pode motivar na maior utilização dos resíduos de vinícolas, dando uma destinação ambientalmente adequada e gerando economia com a reinserção destes na cadeia produtiva.

#### 4.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, T. C. S. de; SILVA, A. F.; FARIA, C. M. B. de; FRANÇA, C. R. R. S.; FERNANDES, S. C.; SANTANA, L. M. de. Resíduos da vinificação no preparo de compostos orgânicos. Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, 27. Reunião Brasileira Sobre Micorrizas, 11; Simpósio Brasileiro de Microbiologia do Solo, 6. A busca das raízes: anais. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste. Bonito-MS, 2006.

ALCARDE, J. C.; GUIDOLIN, J. A.; LOPES A. S. Os adubos e a eficiência das adubações. ANDA, Boletim Técnico 3. São Paulo, 1998. 35p.

ALTOMARE, C., TRINGOVSKA, I. Beneficial soil microorganisms, an ecological alternative for soil fertility management. Sustainable Agriculture Reviews. 2011. In: Lichtfouse, E. (Ed.), Genetics, Biofuels and Local Farming Systems. vol. 7. pp. 161–214. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-1521-9\\_6](https://doi.org/10.1007/978-94-007-1521-9_6).

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION – APHA. Standard methods for the examination of water and wastewater. 2012. 22nd ed. Washington: APHA.

ANWAR, Z., IRSHAD, M., FARRED, J., SALEEM, A. Characterization and recycling of organic waste after co-composting—a review. J. Agric. Sci. 2015. v.7, n.4, p. 68.

ARAÚJO, F. F.; GIL, F. C.; TIRITAN, C. S. Lodo de Esgoto na fertilidade do solo, na Nutrição de *Brachiaria decumbens* e na atividade da desidrogenase. Pesquisa Agropecuária Tropical. Goiânia, 2009. v. 39, n. 1, p. 1-6.

ASSES, N.; FARHAT, A.; CHERIF, S.; HAMDÍ, M.; BOUALLAGUI, H. Comparative study of sewage sludge co-composting with olive mill wastes or green residues: process monitoring and agriculture value of the resulting composts. Process Safety and Environmental Protection, v. 114, p. 25-35, 2018.

AZIM, K., SOUDI, B., BOUKHARI, S., PERISSOL, C., ROUSSOS, S., THAMI ALAM, I. Composting parameters and compost quality: a literature review. Org. Agr. 2017. v. 8, n. 2, p.141-158.

BARROS, M. F. C.; FONTES, M. P. F.; ALVAREZ V. V. H.; RUIZ, H. A. Aplicação de gesso e calcário na recuperação de solos salino-sódicos do Estado de Pernambuco. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental. 2005. v.9, p.320-326.

BARTELT, R.J., HOSSAIN, M.S. Chemical ecology of *Carpophilus* sap beetles (Coleoptera: Nitidulidae) and development of an environmentally friendly method of crop protection. *Terrestrial arthropod reviews*.2010. v.3, n.1, p. 29-61.

BRASIL. Instrução Normativa MAPA nº 25, de 23 de julho de 2009. Estabelece normas sobre as especificações e as garantias, as tolerâncias, o registro, a embalagem e a rotulagem dos fertilizantes orgânicos simples, mistos, compostos, organominerais e biofertilizantes destinados à agricultura. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*. Brasília, 2009.

BRASIL. Instrução Normativa MAPA nº 27, de 05 de junho de 2006. Estabelece os limites máximos de contaminantes e agentes fitotóxicos patogênicos ao homem, animais e plantas a serem atendidos nos fertilizantes, corretivos, inoculantes e biofertilizantes. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Poder Executivo, Brasília, DF. 2006a.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. Manual para implantação de compostagem e de coleta seletiva no âmbito de consórcios públicos. 2010.

Disponível em:

<[https://www.mma.gov.br/estruturas/srhu\\_urbano/\\_arquivos/3\\_manual\\_implantao\\_compostagem\\_coleta\\_seletiva\\_cp\\_125.pdf](https://www.mma.gov.br/estruturas/srhu_urbano/_arquivos/3_manual_implantao_compostagem_coleta_seletiva_cp_125.pdf)>

BRASIL. Resolução CONAMA nº 375, de 29 de agosto de 2006. Define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências. Ministério do Meio Ambiente. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*. Brasília, 2006b.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 481, de 3 de outubro de 2017. Estabelece critérios e procedimentos para garantir o controle e a qualidade ambiental do processo de compostagem de resíduos orgânicos, e dá outras providências. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*. Brasília, 2017.

BERNAL, M. P., PAREDES, C., SÁNCHEZ-MONEDERO, M. A., CEGARRA, J., Maturity and stability parameters of composts prepared with a wide range of organic wastes. *Bioresource Technology*, v. 63, p. 91–99, 1998.

BUSTAMANTE, M. A., ALBUQUERQUE, J. A., RESTREPO, A. P., DE LA FUENTE, C., PAREDES, C., MORAL, R., BERNAL, M. P. Co-composting of the solid fraction of anaerobic digestates, to obtain added-value materials for use in agriculture. *Biomass and Bioenergy*. 2012. v. 43, pp. 26-35.

<https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2012.04.010>.

BUSTAMANTE, M. A., PAREDES, C., MARHUENDA-EGEA, F. C., PÉREZ-ESPINOSA, A., BERNAL, M. P., MORAL, R. Co-composting of distillery wastes with animal manures: Carbon and nitrogen transformations in the evaluation of compost stability. *Chemosphere*. 2008. v.72, p.551–557.

doi:10.1016/j.chemosphere.2008.03.030

BUSTAMANTE, M. A., RESTREPO, A. P., ALBUQUERQUE, J. A., PEREZ-MURCIA, M. D., PAREDES, C., MORAL, R., BERNAL, M. P. Recycling of anaerobic digestates by composting: effect of the bulking agent used *J. Cleaner Prod.*, 47 (2013), pp. 61-69

BUSTAMANTE, M. A., SAID-PULLICINO, D., AGULLO, E., ANDREU, J., PAREDES, C., MMORAL, R. Application of winery and distillery waste composts to a Jumilla (SE Spain) vineyard: effects on the characteristics of a calcareous sandy-loam soil. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 2011. v. 140, issues 1-2, p. 80–87. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2010.11.014>.

CARNEIRO, L. J.; DIETER, J.; SAMPAIO, S. C.; SCHMIDT JUNIOR, N.; SANTOS-KOELLN, F. T. Balanço de sais provenientes da aplicação de água residuária de suinocultura em quatro ciclos de cultura. *Revista Meio Ambiente e Agronegócio*. 2011. v. 4, n. 3, p. 481-499.

CAYUELA, M.L., SÁNCHEZ-MONEDERO, M.A. & ROIG, A. Two-phase olive mill waste composting: enhancement of the composting rate and compost quality by grape stalks addition. *Biodegradation*. 2010. 21: 465. <https://doi.org/10.1007/s10532-009-9316-5>.

CHOWDHURY, A.K.M.M.B., AKRATOS, C.S., VAYENAS, D.V., PAVLOU, S. Biodegrad. Olive mill waste composting: a review. *Int. Biodeterior*. 2013. v.85, pp. 108-119

COSTA, M.B.B. (Coord.). Nova síntese e novo caminho para a agricultura. Adubação orgânica. São Paulo, 1989. p.102.

DE BERTOLDI, M.D., VALLINI, G. E., PERA, A. The biology of composting: a review. *Waste Manage. Res*. 1983. v. 1, n. 2, pp. 157-176 [https://doi.org/10.1016/0734-242X\(83\)90055-1](https://doi.org/10.1016/0734-242X(83)90055-1).

DEGENHARDT, J., LARSEN, P.B., HOWELL, S.H., et al. Aluminum resistance in the Arabidopsis mutant alr-104 is caused by an aluminum-induced increase in rhizosphere pH. *Plant Physiology*, Minneapolis, v.117, p.19-27, 1998.

DEHGHANI, R., SHAHRISVAND, B., MOSTAFAEI, G., ATHARIZADEH, M., GILASLI, H., MOFRAD, M.R. Frequency of Arthropoda in urban Wastes compost Process at laboratory condition. *Journal of Entomological Research*. 2016. v. 40, n. 4, p.357-64.

DEVESA-REY, R., VECINO, X., VARELA-ALENDEI, J.L., BARRAL, M.T., CRUZ, J.M., MOLDES, A.B. Valorization of winery waste vs. the costs of not recycling. *Waste Manage*. 2011. v. 31, p.2327–2335.

FERNANDES, C. A. D.; FILGUEIRA, M. A.; MARINHO, E. Estudos Preliminares do “Deserto Salino” e sua Influência na Poluição do Ar na Cidade de Mossoró/RN. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*. 2008. v.1, n.3, p.152-163, 2008.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED STATES, FAOSTAT Data: Crops., 2017. <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>> (Last accessed 7/3/2017).

GARCIA-GOMEZ, A., ROIG, A., BERNAL, M. P. Composting of the solid fraction of olive mill wastewater with olive leaves: organic matter degradation and biological activity. *Bioresource Technology*. 2003. v. 86, pp. 59-64.

GIGLIOTTI, G., PROIETTI, P., SAID-PULLICINO, D., NASINI, L., PEZZOLLA, D., ROSATI, L., PORCEDDU, P. R. Co-composting of olive husks with high moisture

contents: organic matter dynamics and compost quality. *Int. Biodeterior. Biodegrad.* 2012. v. 67, pp. 8-14

<https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2011.11.009>

GOLDIN, A. Reassessing the use of loss-on-ignition for estimating organic matter content in noncalcareous soils. *Commun. Soil Sci. Plant. Anal.* 1987, v. 18 p.1111-1116.

GOPINATHAN, M., THIRUMURTHY, M. Feasibility Studies on Static Pile Co Composting of Organic Fraction of Municipal Solid Waste With Dairy Waste Water. *Environ Res Eng Manag.* 2012; v.2, n.2, p.34-39.

HAO, X., BENKE, M. B. Nitrogen transformation and losses during composting and mitigation strategies. *Dynamic Soil, Dynamic Plant.* 2008

HIXSON, J., WILKES, E., SMITH, P., FORSYTH, K. Understanding the composition of grape marc and its potential as a livestock feed supplement. *AWRI Tech. Rev.* 2014. v.213, p.11–15.

JIANG, T.; SCHUCHARDT, F.; LI, G. X.; GUO, R.; LUO, Y. M. Gaseous emission during the composting of pig feces from Chinese Ganqinfen system. *Chemosphere*, v. 90, p. 1545-1551, 2013.

LIANG, C.; DAS, K.C.; McCLENDON, R.W. The influence of temperature and moisture contents regimes on the aerobic microbial activity of a bio-solids composting blend. *Bioresour. Technol.* 2003, v.86, p.131–137

LIMA, H. J. M.; OLIVEIRA, F. N. S.; CAJAZEIRA, J. P. Documentos 89 – Uso da Compostagem em Sistemas Agrícolas Orgânicos. Fortaleza, CE. Embrapa, Dezembro/2004. p. 09-16.

MAJOR, I.; SALES, J. C. Mudanças Climáticas e Desenvolvimento Sustentável. 2012.

Disponível em. <<http://www.fdr.com.br/mudancasclimaticas/index.php>>

MARTÍNEZ, M. M., ORTEGA, R., JANSSENS, M., ANGULO, J., FINCHEIRA, P. Selection of maturity indices for compost derived from grape pomace. *J. Soil Sci. Plant Nutr.* 2016. v.16 , n.2, p. 262 e 267.

MARTÍNEZ, M. M., ORTEGA, R., JANSSENS, M., FINCHEIRA, P. Use of organic amendments in table grape: effect on plant root system and soil quality indicators. *J. Soil Sci. Plant Nutr.* 2018. v.18, n.1 , p.100 e 112.

MENG, L., ZHANG, W. LI, S., WU, C., WANG, K. Effects of sucrose amendment on ammonia assimilation during sewage sludge composting. *Bioresour. Technol.* 2016. v.210, pp. 160-166.

MUHLACK, R.A., POTUMARTHI, R., JEFFERY, D.W. Sustainable wineries through waste valorisation: a review of grape marc utilisation for value-added products. *Waste Manag.* 2018. v.72, p.99–118. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.11.011>.

OLIVEIRA, M., DUARTE, E. Integrated approach to winery waste: waste generation and data consolidation. *Front. Environ. Sci. Eng.* 2016. v.10 (1), p.168 e 176.

ORGANISATION INTERNATIONALE DE LA VIGNE ET DU VIN, OIV Vine and wine outlook., 2018. < [http://oiv2019.ch/2019/wp-content/uploads/2019/05/n90\\_dossier\\_OIV.pdf](http://oiv2019.ch/2019/wp-content/uploads/2019/05/n90_dossier_OIV.pdf) > (Last accessed 29/08/2019).

ORRICO JÚNIOR, M. A. P., ORRICO, A. C. A., LUCAS JÚNIOR, J. de. Compostagem dos Resíduos da Produção Avícola: Cama de Frangos e Carcaças de Aves. Eng. Agríc. 2010. Jaboticabal, v.30, n.3, p.538-545. Disponível em: < <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/27819/S0100-69162010000300017.pdf?sequence=1&isAllowed=y> >

PARADELO, R.; MOLDES, A.B.; BARRAL, M.T. Evolution of organic matter during the mesophilic composting of lignocellulosic winery wastes. Journal of Environmental Management. 2013. v. 116, p. 18-26. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2012.12.001>.

PARADELO, R. Compostaxe de residuos da industria vitivinícola e aplicación do compost de bagazo de uva en restauración de entulleiras de lousa. PhD Thesis. 2009. University of Santiago de Compostela, Spain.

PELCZAR, M.; REID, R.; CHAN, E. C. S. Microbiologia. Sao Paulo: McGraw-Hill, 1980.

PEREIRA NETO, J.T. Manual de Compostagem: Processo de Baixo Custo. 3. ed. Viçosa: Ed. UFV, 2011.

PETRIC. I.; SESTAN, A.; SESTAN, I. Influence of wheat straw addition on composting of poultry manure. Process Safety and Environmental Protection. 2009. v.87, p.206-212.

PINTER, I. F., FERNÁNDEZ, A. S., MMARTÍNEZ, L. E., RIERA, N., FERNÁNDEZ, M., AGUADO, G. D., ULIARTE, E. M. Exhausted grape marc and organic residues composting with polyethylene cover: Process and quality evaluation as plant substrate. Journal of Environmental Management. 2019. 246, p.695–705. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.06.027>

REIS, M. M. F. Compostagem e caracterização de resíduos vegetais para utilização como substratos hortícolas. 1997. 335 f. pH.D. tese. Universidade do Algarve. Unidade de Ciências e Tecnologias Agrárias.

REQUEJO, et al. Utilización del compost de orujo de uva en el cultivo del melón en Castilla-La Mancha. "Vida Rural". 2014. n. 381. p. 60-66. ISSN 1133-8938.

RODRIGUES, A. C., BAUM, C., FORMENTINI, J., SCHMACHTENBERG, N. Avaliação do processo de compostagem utilizando lodo de estação de tratamento de efluentes de laticínio. Ciência e Natura. 2016. v.38, n.2, p. 610- 619.

ROSSI, E., SANTOS, K. G. Revista do Centro do Ciências Naturais e Exatas - UFSM, Santa Maria Revista Monografias Ambientais – REMOA. 2014. e-ISSN 2236 1308 - V. 14, n.2, p. 3139 – 3145 <http://dx.doi.org/10.5902/2236130812288>

SALGADO, M. M. M., BLU. R. O., JANSSENS, M., FINCHEIRA, P. Grape pomace compost as a source of organic matter: Evolution of quality parameters to evaluate maturity and stability. Journal of Cleaner Production. 2019. v.216, p.56 e 63.

<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.01.156>

SANES, F. S. M. et al. Compostagem e fermentação de resíduos de pescado para produção de fertilizantes orgânicos. *Semina: Ciências Agrárias*. 2015. v. 36, n. 3, p.1241- 1252.

SÁNCHEZ, Ó.J., OSPINA, D.A., MONTOYA, S. Compost supplementation with nutrients and microorganisms in composting process. *Waste Manag.* 2017. v.69, p.136–153. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.08.012>.

SBIZARRO, M., DAL BOSCO, T. C., PRATES, K. V. M. C., PRESUMIDO, P. H., PINTO, A. A. de Sá., SOUZA, A. V. D de. Tratamento de dejetos ovinos, bovinos e palha-de-açúcar via vermicompostagem. *Compostagem e vermicompostagem de resíduos sólidos: resultados de pesquisas acadêmicas [livro eletrônico] / organização de Tatiane Cristina Dal Bosco*. 2017.– São Paulo: Blucher, capítulo 2. p.45-68.

SCHÄFFER, N. Caracterização de resíduos vitivinícolas e compostos orgânicos comerciais da serra gaúcha. *Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre, 2015.

SCHALCH, V., LEITE, W.C.A., FERNANDES JUNIOR, J. L., CASTRO, M. C. A. A, *Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos*. 2002. São Carlos: Universidade de São Paulo.

SILVA, P. C. G. da; CORREIA, R. C.; SOARES, J. M. Histórico e importância socioeconômica. In: SOARES, J. M.; LEÃO, P. C. de S. (Ed.). *A vitivinicultura no Semiárido brasileiro*. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Petrolina: Embrapa Semi-Árido. 2009. p. 21-34.

STENTIFORD, E.I. Composting control: principles and practice. In: de Bertoldi, M.(Ed.), *The Science of Composting*. 1996. Part I. Blakie Academic and Professional, Glasgow, UK, pp. 49–59.

TEIXEIRA, P.C.; DONAGEMMA, G.K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. *Manual de métodos de análise de solo*. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Solos. Brasília-DF, 2017.

TONON, R. V.; SILVA, C. M.; GALDEANO, M. C.; SANTOS, K. M. O. dos. *Tecnologias para o aproveitamento integral dos resíduos da indústria vitivinícola*. Rio de Janeiro, RJ: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2018.

USEPA. United States environmental Protection Agency. *Guidance of the documentation and evaluation of traces metals data collectes for wates act cumpilance monitoring: EPA 821-B-95-002*. USA; 1995

VARMA, V.S., KALAMDHAD, A. S. Evolution of chemical and biological characterization during thermophilic composting of vegetable waste using rotary drum composter. *International Journal of Environmental Science and Technology*.2015b. v.12,p. 2015–2024. <https://doi.org/10.1007/s13762-014-0582-3>.

VARMA, V. S., RAMU, K. & KALAMDHAD, A. S. Carbon decomposition by inoculating *Phanerochaete chrysosporium* during drum composting of agricultural waste. *Environmental Science and Pollution Research*. 2015a. v.22, p.7851–7858.

<https://doi.org/10.1007/s11356-014-3989-y>.

WANG, X.J., ZHANG,W., GU, J., GAO, H., QIN, Q. Effects of different bulking agents on the maturity, enzymatic activity, and microbial community functional diversity of kitchen waste compost. *Environ. Technol.* 2016. v.37, n.20, p.2555 e 2563.

WHITE, P.J., BROWN, P.H. Plant nutrition for sustainable development and global health. *Ann. Bot.-London.* 2010. v.105, p.1073–1080.  
<https://doi.org/10.1093/aob/mcq085>.

ZHANG, L., SUN, X. Improving green waste composting by addition of sugarcane bagasse and exhausted grape marc. *Bioresour. Technol.* 2016. v.218, p.335–343.  
<https://doi.org/10.1016/j.biortech.2016.06.097>.

ZHANG, L., SUN, X. Y. Effects of earthworm casts and zeolite on the two-stage composting of green waste. *Waste Manage.*, 39 (2014), pp. 119-129

ZHANG, N., HOADLEY, A., PATEL, J., LIM, S., LI, C. Sustainable options for the utilization of solid residues from wine production. *Waste Management.* 2017. v. 60, p.173–183.

## 5. ARTIGO 2: Biocomposto de resíduos vinícola no condicionamento do solo e condução de mudas de videira.

### Biocompost of wine residues in soil conditioning and conduction of vine seedlings.

**RESUMO:** O presente estudo teve como objetivo avaliar o desenvolvimento de mudas de videira (*Vitis vinífera L.*) “BRS Isis” conduzidas em substratos com diferentes proporções de solo e de biocomposto produzido com bagaço da uva, esterco ovino e folhas de mangueira. A condução das mudas foi realizada em viveiro telado em área experimental da Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, Campus Juazeiro-BA. O experimento foi constituído por cinco tratamentos, composto por dez repetições e o delineamento experimental foi inteiramente casualizado. Os tratamentos foram: T0: tratamento testemunha (solo), T1: 20% de biocomposto + 80% de solo, T2: 30% de biocomposto + 70% de solo, T3: 40% de biocomposto + 60% de solo e T4: 50% de biocomposto + 50% de solo. Os resultados quanto à morfofisiologia, mostraram que a aplicação de diferentes proporções do biocomposto influenciaram positivamente nos resultados para comprimento da parte aérea, número de folhas, clorofila total, massa seca da parte aérea e massa seca de raiz. A adição do biocomposto fez também com que os substratos retivessem mais umidade, com destaque ao tratamento T4 com os maiores valores. Com isso, a utilização do biocomposto produzido com bagaço da uva, esterco ovino e folhas de mangueira junto ao solo, se mostrou viável na condução de mudas de videira “BRS Isis”. Outra possibilidade de utilização do biocomposto é como condicionador de solo, visto que melhora suas características físicas, químicas e biológicas.

**Palavras-chave:** biocomposto; crescimento vegetal; resíduo orgânico; reúso agrícola.

**ABSTRACT:** The present study was aimed at evaluating the development of vine (*Vitis vinifera L.*) "BRS ISIS" seedlings conducted on substrates with different soil and biocompost proportions produced with grape marc, sheep dung and mango leaves. The seedlings were conducted in a roofed nursery in an experimental area of the Federal University of São Francisco Valley- UNIVASF, Campus Juazeiro-BA. The experiment consisted of five treatments, composed of ten repetitions and the experimental design was entirely randomized. The treatments were: T0: control treatment (soil), T1: 20% biocompost + 80% soil, T2: 30% biocompost + 70% soil, T3: 40% biocompost + 60% soil and T4: 50% biocompost + 50% soil. The results regarding morphophysiology showed that the application of different proportions of the biocompost influenced positively the results for area length, number of leaves, total chlorophyll, dry mass of the aerial part and dry mass of the root. The addition of the biocompost also caused the substrates to retain more moisture, especially the T4 treatment with the highest values. Therefore, the use of the biocompost produced with grape marc, sheep dung and mango leaves close to the soil, has proved viable in the conduction of "BRS Isis" vine seedlings. Another possibility of using the biocompost is as a soil conditioner, as it improves its physical, chemical and biological characteristics.

**Keywords:** agricultural reuse; biocompost; organic residue; plant growth.



## 5.1 INTRODUÇÃO

O submédio Vale do São Francisco, região localizada entre os sertões baiano e pernambucano, no Nordeste Brasileiro, apresenta elevada produtividade de uvas devido a junção dos fatores naturais aos investimentos público-privados nos projetos irrigados, (SILVA & CORREIA, 2010), destacando como a segunda região produtora da fruta no Brasil (SILVA et al., 2009).

A cultura da uva nesta região é de grande relevância econômica e social, pois, através dela é gerado empregos diretos e indiretos, e grande volume anual de negociações, fazendo com que a uva seja um dos principais frutos para exportação e importação (SILVA & CORREIA, 2010).

No entanto, com a elevada produção vitivinícola surge também a alta geração de resíduos que, quando não destinados adequadamente, se tornam um sério problema ambiental (NÓBILE, et al., 2017) pois, liberam altas cargas orgânicas e maus odores durante sua decomposição (LOURENÇO, 2014), podendo provocar contaminação do solo, dos corpos hídricos e do ar.

Dos resíduos gerados no processo de vinificação, dados mostram que apenas 3% são destinados a algum processo de aproveitamento, e entre os resíduos produzidos, o bagaço de uva é considerado o principal (TONON et al., 2018) pois, segundo Oliveira & Duarte (2016), este corresponde a 25% do peso total de uvas processadas. A composição do bagaço de uva inclui a mistura de cascas, sementes, polpa residual dos bagos e engaços (TONON et al., 2018), além de possuir açúcares residuais e algumas quantidades de álcool (etanol) (DEVESA-REY et al., 2011; HIXSON et al., 2014).

Apesar disso, vale destacar a grande variabilidade dos dados referente aos resíduos de vinícola devido às variedades de uvas utilizadas, assim como os métodos de processamento e locais de produção, resultando em diferentes composições químicas (SCHÄFFER, 2015).

Como forma de mitigar os impactos gerados pela disposição inadequada dos resíduos orgânicos, os processos biotecnológicos podem transformá-los em subprodutos aproveitáveis (SANTOS, 2012). Sendo válido também aos resíduos de vinícolas por conterem uma elevada concentração de nutrientes (EL-MAHROUK AND DEWIR, 2016), o que os torna aptos ao processo de compostagem (EL-MAHROUK et al., 2017) e, ao final do processo pode produzir um biocomposto de alta qualidade, rico em nutrientes e microrganismos benéficos, além de seguro para ser utilizado (ALBUQUERQUE et al., 2006). Vale ressaltar que os biocompostos

produzidos com estes resíduos vão apresentar características específicas de cada região, necessitando de avaliações para sua caracterização com a finalidade de diagnosticar o produto gerado.

Vários estudos têm citado a utilização do biocomposto do bagaço de uva como fertilizantes orgânicos e condicionadores do solo (MADEJÓN et al., 2001; BUSTAMANTE, 2007; BUSTAMANTE et al., 2008b), outra finalidade é como constituinte de substrato para produção de culturas hortícolas e plantas ornamentais (INBAR et al., 1986; INGELMO et al., 1998; MANIOS, 2004; BAYOUMI et al., 2008). Kämpf (2000) salienta que substrato é o meio físico em que se desenvolvem as raízes das plantas, antes do plantio no campo.

Requejo et al. (2014) citam que a adição de biocomposto de bagaço de uvas juntamente com a irrigação adequada aumentou o rendimento da cultura do melão e reduziu as perdas de nitrogênio por lixiviação. Corroborando a este resultado, Villena et al. (2018) observaram pequenos aumentos no índice de biomassa vegetal, área foliar e em melhorias no rendimento do melão.

Segundo Brasil (2009), as vantagens da utilização do biocomposto estão ligadas a melhoria das propriedades físicas e químicas dos solos, fornecimento de nutrientes essenciais às plantas, ocasionando na redução por adubação química, e proteção quanto à erosão. Além de que, a utilização de adubação orgânica é fundamental para o cultivo da videira na região tropical semiárida, como no Submédio Vale do São Francisco, em função de os solos apresentar em baixo teor de matéria orgânica, principalmente os de textura arenosa (PIO, 2014).

Com isso, a utilização de resíduos orgânicos presentes na região podem auxiliar não só na redução da contaminação ambiental, mas também colaborar na produção e uso de substratos alternativos ao invés dos substratos comerciais (GOMES et al., 2008). Este tipo de utilização se enquadra ao modelo econômico denominado economia circular. Para CNI (2018) e May et al. (2010), esse modelo promove o desenvolvimento sustentável, pois leva em consideração os fluxos de materiais nos diversos sistemas produtivos, assim como os ciclos biológicos que podem formar um metabolismo cíclico ao reaproveitar seus resíduos, agregando valor aos subprodutos.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o condicionamento do solo e desenvolvimento de mudas de videira (*Vitis vinífera L.*) “BRS Isis” conduzidas em substratos com diferentes proporções de solo (Latossolo Amarelo) e de biocomposto produzido com bagaço da uva, esterco ovino e folhas de mangueira.

## 5.2 MATERIAL E MÉTODOS

A condução das mudas de videira (*Vitis vinífera L.*) “BRS Isis” foi realizada em viveiro telado com sombrite, na área experimental da Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, Campus Juazeiro-BA, localizado nas coordenadas geográficas, latitude 09° 24' S, longitude 40° 31' W, e altitude de 371 m.

O biocomposto utilizado foi produzido conforme a metodologia descrita por PEREIRA NETO (2011), onde na montagem da pilha de compostagem foi utilizado 70% (v/v) de material carbonáceo (dividido em 50% de bagaço de uva e 20% de folha de mangueira) e 30% (v/v) de material nitrogenado (esterco ovino).

O bagaço de uva e esterco ovino fornecidos pela Vitivinícola Quintas de São Braz, localizada em Petrolina-PE. O solo utilizado foi o Latossolo Amarelo, coletado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Campus Petrolina Zona Rural. As caracterizações física e química do solo e biocomposto foram realizadas de acordo com metodologias de Teixeira et al. (2017) (Tabelas 1 e 2, respectivamente).

**Tabela 1** – Caracterização físico-química do Latossolo Amarelo.

Areia	Argila	Silte	Ds	Dp	Pt	Ma	Mi				
.....g kg <sup>-1</sup> .....			.....Mg m <sup>-3</sup> .....		.....m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> .....						
698,80	257,30	44,00	1,46	2,63	0,45	0,16	0,31				
CE	Ph	MO	P	C	K	Ca	Mg	Na	S	CTC	V
dSm <sup>-1</sup>	-	%	mg dm <sup>-3</sup>	g kg <sup>-1</sup>	.....cmolc dm <sup>-3</sup> .....					%	
0,3	6,4	0,07	33,0	4,0	0,5	3,5	1,4	0,06	5,4	7,35	74,0

\*Ds – densidade do solo; Dp- densidade de partículas; Pt – Porosidade total; Ma – macroporosidade; Mi – microporosidade; CE – condutividade elétrica; MO – matéria orgânica; P – fósforo; C – carbono; K – potássio; Mg – magnésio; Na – sódio; S – enxofre; CTC – capacidade de troca de cátions; V – saturação por bases.

**Tabela 2** – Caracterização química do biocomposto produzido com bagaço de uva, esterco ovino e folha de mangueira.

CE	pH	MO	P	N total	C	K	Ca	Mg	Na	Al
dSm <sup>-1</sup>	-	%	mg dm <sup>-3</sup>	.....g kg <sup>-1</sup> .....		.....cmolc dm <sup>-3</sup> .....				
0,0023	7,93	98,2	1925,6	20,4	119,3	54,5	25,8	6,2	6,5	1,0
Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Zn				
.....mg kg <sup>-1</sup> .....										
90,0	500,0	9040,0	250,0	9,0	90,0	550,0				

\*Cr – cromo; Cu – cobre; Fe – ferro; Mn – manganês; Ni – níquel; Pb – chumbo; Zn – zinco.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, constituído por cinco tratamentos, com diferentes proporções de biocomposto no substrato, cada tratamento contendo dez repetições. Os tratamentos, que variaram a composição do substrato, foram: T0: tratamento testemunha (solo), T1: 20% de biocomposto + 80% de solo, T2: 30% de biocomposto + 70% de solo, T3: 40% de biocomposto + 60% de solo e T4: 50% de biocomposto + 50% de solo.

As mudas de videira “BRS Isis” foram adquiridas na empresa Petromudas LTDA, localizado em Petrolina – PE, aos 20 dias após a estaquia de ramos herbáceos e transplantadas para sacos de polietileno de 0,18 m x 0,21 m, perfurados na base e nas laterais possibilitando a drenagem de possível excesso de água. Durante o ciclo de desenvolvimento da cultura foram realizados os tratos culturais visando controlar possíveis pragas ou doenças.

Após o transplântio, as mudas foram mantidas em viveiro telado sob nebulização intermitente por 90 dias, conforme citado por Nachtigal (2003), em que após 60 a 90 dias das estacas no substrato, para enraizamento, as mudas podem ser plantadas em campo.

Durante os 90 dias foram feitas avaliações periódicas de aspectos biométricos e fisiológicos da cultura. Quanto à morfologia da cultura, foram avaliadas semanalmente: número de folhas (NF), diâmetro do colo (DC) e comprimento da parte aérea (CPA), utilizando paquímetro e régua milimetrada, respectivamente, conforme Bezerra et al. (2014), e, então determinada a relação CPA/DC. A clorofila total foi obtida com clorofilometro ClorofiLOG, modelo CFL 1030 – Falker, medida semanalmente a partir do 42º dia de condução das mudas de videira, e o índice de velocidade de emergência (IVE) testado em sementes de alface, nas mesmas proporções dos substratos utilizados nas mudas de videira, com vinte e sete repetições cada, visando avaliar a toxicidade dos tratamentos utilizados.

Após os 90 dias de condução das mudas, foram avaliados: e comprimento radicular (CR), e massa seca da parte aérea (MSPA) e radicular (MSR), secas em estufa de circulação forçada a 65°C por 72 horas. A massa seca total (MST) foi obtida por meio do somatório da MSR e da MSPA. Também foram realizadas densidade de biomassa (DB) e o índice de qualidade de Dickson (IQD).

O peso da biomassa seca por centímetro de raiz, ou seja, a densidade de biomassa (DB) do sistema radicular ( $\text{mg cm}^{-1}$ ), foi resultante da razão entre a massa seca radicular (MSR) e o comprimento da raiz (Eq. 1) (BEZERRA et al. 2014).

$$DB = \frac{MSR}{CR} \quad \text{Eq. (1)}$$

O índice de qualidade de Dickson (IQD), que indica o vigor e o equilíbrio na distribuição da fitomassa, foi determinado através da Equação 2 (Dickson et al., 1960), sendo: massa seca total (MST); comprimento de parte aérea (CPA); diâmetro de colo (DC); massa seca da parte aérea (MSPA); massa seca da raiz (MSR).

$$IQD = \frac{MST}{\frac{CPA + MSPA}{DC + MSR}} \quad \text{Eq. (2)}$$

Ao término dos 90 dias de condução das mudas, foram realizadas as análises químicas e físicas dos substratos, em triplicata. Para avaliação das características físicas, foram utilizadas amostras indeformadas do solo para determinação de densidade do solo ( $D_s$ ) e microporosidade ( $m_i$ ), e amostras deformadas de solo para realização da densidade de partículas ( $D_p$ ), porosidade total ( $P_t$ ), macroporosidade ( $M_a$ ) e a curva de retenção de água nas tensões de 10; 30; 50; 100, 300; 500 1500 kPa, pelo método da câmara de Richards, conforme Teixeira et al. (2017). Os valores de retenção de água foram ajustados pelo modelo de van Genuchten (1980) para realização da curva característica de água.

As análises dos parâmetros químicos foram realizadas utilizando amostras deformadas dos substratos para determinação de pH, condutividade elétrica (CE), teores de Na, P, K, Ca, Mg e Al trocáveis, carbono orgânico (CO) e matéria orgânica (MO) nitrogênio total (NT). Assim como o complexo sortivo, calculados a capacidade de troca de cátions (CTC), a soma de bases (S), a saturação por bases (V), por sódio (PST) e por alumínio (m), conforme Teixeira et al. (2017), e metais pesados conforme USEPA, (1995).

Os resultados analíticos foram submetidos à análise descritiva e à análise de variância, com as médias sendo comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) com auxílio do software estatístico SISVAR.

## 5.3 RESULTADOS

### Caracterizações física e química dos substratos

Os resultados das características físicas analisadas nos substratos com as distintas proporções de solo e biocomposto em sua composição estão descritos na Tabela 3, atentando-se para as diferenças nos valores das características físicas em função da heterogeneidade na composição dos substratos.

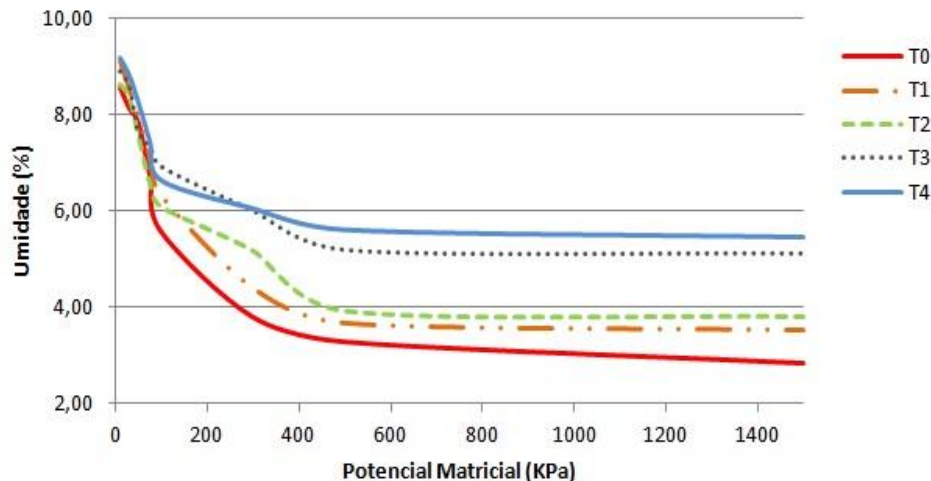
**Tabela 3** – Caracterização física dos substratos ao final da condução das mudas de videira.

Tratamento	Dp	Ds	Pt	Ma	Mi
	.....g cm <sup>-3</sup> .....	.....m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> .....	.....m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> .....	.....m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> .....	.....m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> .....
T0	2,63a	1,57a	0,40a	0,02c	0,38a
T1	2,58a	1,47b	0,43a	0,09b	0,34a
T2	2,05b	0,81c	0,60a	0,16a	0,44a
T3	1,93c	0,81c	0,58a	0,13ab	0,45a
T4	1,98bc	0,73d	0,63a	0,17a	0,46a
CV (%)	1,50	1,81	16,09	19,85	12,65

\*T0: tratamento testemunha (solo), T1: 20% de biocomposto + 80% de solo, T2: 30% de biocomposto + 70% de solo, T3: 40% de biocomposto + 60% de solo e T4: 50% de biocomposto + 50% de solo; Dp: densidade de partícula Ds: densidade do solo; Pt: porosidade total; Ma: macroporosidade; Mi: microporosidade. \*Médias da coluna seguidas de letras diferentes, diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Na Figura 1, está representada a curva de retenção de água em cada substrato utilizado, sendo possível verificar o comportamento diferenciado nos tratamentos com maior proporção de biocomposto de resíduos vinícola na composição do substrato.

**Figura 1** – Teor de água nos substratos em função dos diferentes tratamentos.



T0: tratamento testemunha (solo), T1: 20% de biocomposto + 80% de solo, T2: 30% de biocomposto + 70% de solo, T3: 40% de biocomposto + 60% de solo e T4: 50% de biocomposto + 50% de solo.

Na Tabela 4, está apresentada a caracterização química dos substratos com as distintas proporções de solo e biocomposto em sua composição, atentando-se para o tratamento T4 que apresentou os maiores valores para os elementos analisados.

**Tabela 4** – Caracterização química dos substratos ao final da condução das mudas de videira.

Trat	pH H <sub>2</sub> O	CE dS m <sup>-1</sup>	Elementos químicos									
			Na	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	NT	CO	MO
			.....mg dm <sup>-3</sup> .....			.....cmol dm <sup>-3</sup> .....			.....g kg <sup>-1</sup> .....		%	
T0	6,66a	0,03c	1,46c	6,68e	9,86d	2,3e	0,8e	0,1a	0,02e	0,12d	0,25c	0,04c
T1	6,67a	0,05b	1,53c	167,4d	11,50c	5,1d	3,1d	0,1a	0,05d	0,41c	29,14b	5,01b
T2	6,95a	0,09a	1,56c	279,8c	15,46b	11,5c	3,6bc	0,1a	0,11c	0,6c	42,34ab	7,28ab
T3	7,00a	0,10a	2,06b	428,0b	19,50a	13,5b	4,0ab	0,1a	0,14b	1,28b	45,39ab	7,80ab
T4	7,04a	0,10a	2,76a	513,5a	19,70a	13,9a	4,6a	0,1a	0,20a	1,84a	53,21a	9,15a
CV (%)	4,97	2,73	2,75	0,56	0,78	1,01	6,99	5,99	7,67	10,79	20,19	19,17

\*T0: tratamento testemunha (solo), T1: 20% de biocomposto + 80% de solo, T2: 30% de biocomposto + 70% de solo, T3: 40% de biocomposto + 60% de solo e T4: 50% de biocomposto + 50% de solo.

\* Médias da coluna seguidas de letras diferentes, diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Na Tabela 5, estão apresentadas as características do complexo sortivo dos substratos, ou seja, o conjunto das partículas trocadores de íons no solo/substrato. Esses cátions são mantidos pela argila carregada negativamente e partículas de matéria orgânica no solo por meio de forças eletrostáticas (Teixeira et al., 2017).

**Tabela 5** – Complexo sortivo dos substratos ao final da condução das mudas de videira.

Trat.	CTC Efetiva	CTC Total	Valor S	Valor V	m	PST
	.....cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> .....			.....%.....		
	T0	3,22e	3,63e	3,13e	86,22a	2,79a
T1	8,29d	9,60d	8,20d	85,41b	1,12b	0,06b
T2	15,20c	17,90c	15,44c	84,36c	0,64c	0,03c
T3	17,68b	21,10b	16,95b	83,40d	0,53c	0,03cd
T4	18,63a	23,43a	18,55a	79,09e	0,51c	0,02d
CV (%)	1,81	1,52	1,84	0,28	13,15	3,04

\*CTC: Capacidade de Troca de Cátions, Valor S: Soma de Bases Trocáveis, Valor V: Saturação por Bases, m: Saturação por Alumínio, PST: Saturação por Sódio; \*Médias da coluna seguidas de letras diferentes, diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. CV - coeficiente de variação.

Na Tabela 6, estão apresentados os teores de metais dos substratos ao final da condução das mudas de videira.

**Tabela 6** – Teor de metais pesados nos substratos ao final da condução das mudas de videira.

Trat.	Metais						
	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Zn
.....mg kg <sup>-1</sup> .....							
T0	0	2,75b	2835d	75,41c	5,10d	0	5,38e
T1	0	6,35ab	3984d	131,45b	6,43b	0	9,60d
T2	0	7,10a	5546c	136,6ab	6,03c	0	13,56c
T3	0	6,40ab	5846b	133,05b	6,43b	0	19,70b
T4	0	8,10a	6715a	141,05a	7,48a	0	22,85a
CV (%)	-	19,17	0,06	1,97	1,42	-	3,76

\*Cr – cromo; Cu – cobre; Fe – ferro; Mn – manganês; Ni – níquel; Pb – chumbo; Zn – zinco.

### Caracterização morfofisiológica das mudas

Na Tabela 7, estão representadas as características do: comprimento da parte aérea, diâmetro do colo, número de folhas e clorofila total das mudas de acordo com os diferentes tratamentos durante os 90 dias de condução em casa de vegetação.

**Tabela 7** – Monitoramento do comprimento da parte aérea, diâmetro do colo, número de folhas e clorofila total em função dos diferentes substratos utilizados na condução das mudas de videira.

Trat.	Tempo (dias)													
	1	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70	77	84	90
Comprimento da parte aérea (cm)														
T0	30,5a	33,6a	37,6a	45,9a	47,6a	48,8b	49,4b	50,3b	50,9b	51,0b	51,6b	51,7b	51,7b	51,8b
T1	31,3a	34,2a	40,1a	45,7a	52,8a	54,2ab	55,1ab	55,6ab	56,5ab	56,7ab	57,8ab	58,7ab	59,3b	59,3b
T2	33,0a	35,9a	40,3a	45,0a	47,8a	51,5ab	55,7ab	58,1ab	59,6ab	61,2ab	61,6ab	61,7ab	62,0ab	62,1ab
T3	31,0a	33,7a	39,0a	47,9a	52,8a	54,9ab	56,3ab	57,1ab	57,3ab	58,6ab	62,5ab	63,2ab	64,5ab	64,6ab
T4	33,3a	36,1a	42,1a	56,6a	64,2a	67,9a	71,7a	75,4a	76,6a	77,5a	79,3a	80,7a	83,8a	84,0a
CV	11,3	11,9	19,9	26,3	27,0	25,2	25,0	26,8	27,6	28,0	28,6	28,7	27,6	27,5
Trat.	Tempo (dias)													
	1	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70	77	84	90
Diâmetro do colo (cm)														
T0	6,3a	6,5a	6,6a	6,7a	6,8a	6,9a	7,0a	7,1a	7,2a	7,2a	7,3a	7,5a	7,7a	7,8a
T1	6,2a	6,3a	6,6a	6,8a	6,9a	7,0a	7,1a	7,3a	7,2a	7,3a	7,4a	7,6a	7,8a	7,9a
T2	6,6a	6,8a	7,0a	7,1a	7,4a	7,6a	7,7a	7,7a	7,8a	8,0a	8,2a	8,3a	8,4a	8,5a
T3	6,4a	6,6a	7,0a	7,2a	7,3a	7,7a	7,8a	7,8a	7,9a	8,0a	8,1a	8,4a	8,5a	8,6a
T4	6,6a	6,8a	7,1a	7,3a	7,4a	7,6a	7,8a	7,9a	8,0a	8,1a	8,3a	8,4a	8,5a	8,6a
CV	17,2	16,3	14,2	13,7	25,0	13,4	13,4	19,1	12,5	12,7	13,6	14,0	14,0	13,8



Trat.	Tempo (dias)													
	1	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70	77	84	90
	Número de folhas													
T0	4,6a	5,4a	9,5a	11,8a	14,2a	13,4a	13,9a	13,5a	12,5a	13,4a	14,1b	14,2b	14,2b	14,2b
T1	4,6a	5,6a	9,0a	11,4a	13,7a	14,9a	14,7a	14,5a	14,0a	15,4a	16,4ab	16,5ab	16,5ab	16,5ab
T2	4,6a	6,4a	8,6a	10,6a	12,5a	13,9a	15,2a	16,0a	14,5a	15,3a	17,3ab	17,3ab	17,8ab	17,8ab
T3	4,6a	6,9a	10,6a	11,9a	15,7a	16,4a	17,4a	16,7a	13,6a	16,5a	17,7ab	17,8ab	17,8ab	17,8ab
T4	4,4a	6,1a	9,8a	12,6a	15,9a	18,0a	17,1a	15,9a	17,7a	18,6a	20,9a	21,0a	21,3a	21,3a
CV	23,4	38,4	40,2	29,5	26,5	30,4	27,0	33,6	43,8	43,8	28,7	29,4	30,6	28,4
Trat.	Tempo (dias)													
	1	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70	77	84	90
	Clorofila total*													
T0	-	-	-	-	-	-	27,6a	28,3a	30,4a	32,0a	30,1a	31,6b	33,1b	32,4b
T1	-	-	-	-	-	-	28,5a	28,7a	30,4a	30,5a	33,6a	35,8ab	32,2ab	34,5ab
T2	-	-	-	-	-	-	31,9a	32,0a	32,7a	34,2a	33,8a	35,9ab	36,5ab	36,3ab
T3	-	-	-	-	-	-	26,9a	30,6a	32,8a	32,7a	34,6a	36,8ab	37,7ab	37,4ab
T4	-	-	-	-	-	-	29,4a	29,2a	33,8a	36,8a	35,8a	39,5a	40,2a	42,1a
CV	-	-	-	-	-	-	20,5	15,0	13,3	19,0	17,5	14,4	17,3	18,1

Trat: Tratamentos; Médias na coluna seguidas de letras diferentes, diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. CV - coeficiente de variação (%).

Na Tabela 8, estão apresentadas as características morfofisiológicas das mudas em função dos diferentes tratamentos, com destaque para os tratamentos T3 e T4.

**Tabela 8** – Valores médios das características morfofisiológicas das mudas de videira em função dos diferentes substratos utilizados.

Tratamento	CPA	DC	CPA/DC	MSPA	MSR	IVE
	.....cm.....		-	.....g.....		%
T0	47,2b	7,51a	6,28a	10,38c	9,28b	88,8a
T1	52,8ab	7,23a	7,30a	14,40bc	10,43ab	88,8a
T2	64,8ab	7,34a	8,83a	16,96b	11,25ab	85,0a
T3	77,2ab	8,31a	9,29a	17,86ab	11,69ab	96,3a
T4	80,2a	8,33a	9,62a	21,45a	11,95a	100,0a
CV (%)	25,37	10,67	22,90	13,82	12,58	22,40

\*CPA: Comprimento da parte aérea, DC: Diâmetro do colo, MSPA: Massa seca da parte aérea, MSR: Massa seca da raiz, IVE: Índice de velocidade de emergência.

Na Tabela 9, estão representados a densidade de biomassa (DB) e o índice de qualidade de Dickson das mudas de videira, com destaque ao tratamento T4 que apresentou os maiores valores.

**Tabela 9** – Resultados médios da densidade de biomassa e do índice de qualidade de Dickson das mudas de videira em função dos diferentes substratos utilizados.

Trat.	DB	IQD
	mg cm <sup>-3</sup>	-
T0	0,57a	2,69a
T1	0,55a	2,87a
T2	0,56a	2,74a
T3	0,57a	2,86a
T4	0,59a	3,00a
CV (%)	25,71	20,12

\*DB: Densidade de biomassa, IQD: Índice de qualidade de Dickson.

## 5.4 DISCUSSÃO

### Caracterizações física e química dos substratos

Em relação às características físicas dos diferentes substratos, a densidade de partículas (Dp) do tratamento T0 (2,63 g cm<sup>-3</sup>) foi similar ao T1 e superior aos demais tratamentos. Essa diminuição da Dp decorre do incremento de matéria orgânica através da maior proporção de biocomposto.

Silva et al. (2010) citam que os compostos orgânicos são menos densos em comparação às partículas minerais, explicando a redução da Dp nos substratos com maior proporção do biocomposto de resíduos de vinícola. Em concordância a isso, os valores encontrados para Dp neste estudo foram superiores (devido a utilização de solo na composição) aos obtidos por Carmona et al. (2012), que ao utilizar apenas o biocomposto de bagaço e engaço de uva (proporção 1:1) como substrato, obteve Dp de 1,71 g cm<sup>-3</sup>, sendo o maior valor em relação aos demais tratamentos (composto de bagaço e engaço de uva+ substrato comercial à base de turfa nas proporções 1:1 e 1:2, com Dp de 1,58 e 1,61 g cm<sup>-3</sup>, e apenas o substrato comercial à base de turfa com Dp de 1,65 g cm<sup>-3</sup>).

Quanto à densidade do solo (Ds), à medida que houve incremento na proporção de biocomposto foi verificado, também, a redução gradativa da Ds, representando um acréscimo no espaço poroso dos substratos. Isso acontece devido a MO do biocomposto atuar na redução da Ds, propiciando uma maior e melhor agregação do solo (VEZZANI & MIELNICZUK, 2011). Reinert & Reichert (2006) citam que para solos arenosos a Ds pode variar de 1,2 a 1,9 g cm<sup>-3</sup>, no entanto, valores em torno de 1,65 g cm<sup>-3</sup> estão associados à compactação, o que gera riscos ao desenvolvimento radicular, prejudicando a planta por completo. No presente

estudo, chama a atenção uma tendência ao estado de compactação para os tratamentos T0 e T1 (1,57 e 1,47 g cm<sup>-3</sup>) ao final da condução das mudas de videira.

Em relação à porosidade total (Pt), segundo Kiehl (1979), o ideal é quando está situada em torno de 1/3 de macroporos e 2/3 microporos. Tal condição foi obtida apenas no tratamento T4 (50% de biocomposto + 50% de solo).

A Pt é uma característica física dependente e inversamente proporcional à densidade do solo. Foi verificado o incremento nos valores de Pt nos tratamentos na medida em que a proporção de biocomposto aumentou, com a maior Pt ocorrendo no tratamento T4 (0,63 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>). Este valor foi inferior ao encontrado por Carmona et al. (2012), que ao utilizar como substrato o biocomposto de resíduos vinícolas obteve Pt de 88% (0,88 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>) e 37,4% (0,37 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>) de macroporos, resultando em grande capacidade de aeração e baixa capacidade de retenção de água. Tais condições foram semelhantes às obtidas também por Bustamante et al. (2008a) em biocomposto de bagaço de uva e esterco.

Apesar de Nogueira et al. (2016) citarem que a porosidade ideal é de 0,50 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup> e, que, valores acima deste podem prejudicar o desenvolvimento vegetal por potencializar a lixiviação, interferindo na absorção dos nutrientes, não foram observados prejuízos à cultura, pelo contrário, os tratamentos T2, T3 e T4 apresentaram os melhores valores quanto às características morfofisiológicas (Tabela 7).

Segundo Silva et al. (2016), são diversos os benefícios gerados pela adubação orgânica no solo, esta possui a capacidade de interagir com as propriedades físicas, químicas e biológicas, melhorando suas características. A Figura 1 apresenta o teor de água nos substratos, demonstrando que, aqueles com maiores proporções de biocomposto apresentaram também maior teor de umidade. A matéria orgânica tem alta capacidade de retenção de água, e isso ocorre devido ao fato da sua atuação como um agente cimentante, fazendo com que haja a união entre as partículas do solo formando os agregados, promovendo um solo mais estruturado, e com isso, aumentar e melhorar a infiltração da água (STÖCKER et al., 2018).

Comprovando isso, os substratos com maior proporção de biocomposto foram os que apresentaram maiores quantidades de microporos (poros responsáveis pela retenção e armazenamento de água) e também apresentaram maior disponibilidade de água. Isso, corrobora com Silva et al. (2012) onde afirmam que os poros não podem ser considerados espaços vazios, pois neles estão contidos ar, água e solução de nutrientes, se tornando um meio apropriado ao desenvolvimento vegetal.

Além do mais, Stöcker et al. (2018) ao avaliar as relações existentes entre as variáveis de qualidade do solo e das uvas, concluiu que a matéria orgânica e a porosidade total apresentaram as variáveis que mais se correlacionaram com as

variáveis do fruto, com isso, podendo ser utilizados como indicadores na detecção de variações na qualidade das uvas.

Quanto à caracterização química (Tabela 4), foi observado que todos os substratos apresentaram valores dentro da faixa desejável de pH para substratos formados predominantemente por partículas minerais (exceto tratamento T4, com proporção 50% de biocomposto e 50% de solo) sugerida por Kämpf (2000), faixa que está entre 6 e 7 como sendo a de maior disponibilidade de nutrientes às plantas.

Os valores de CE, Na e Al (Tabela 4) são considerados baixos em todos os tratamentos, podendo ser avaliados como pontos positivos, indicando que os substratos não apresentam riscos de salinização e toxicidez às plantas, respectivamente. Segundo Almeida-Machado & Serralheiro (2017), a utilização de composto com elevado teor de CE pode produzir efeitos negativos às raízes, especialmente quando utilizado como substrato. Estes efeitos negativos durante o desenvolvimento vegetal são definidos pelas altas concentrações de sódio e outros íons (cloreto, bicarbonato, borato e lítio), e pelo baixo potencial osmótico (KHALIL et al., 1967), limitando a absorção de água pelas raízes.

Na Tabela 4 é possível observar que a partir do tratamento T1 os macronutrientes P, Ca e Mg apresentaram teores considerados altos e, segundo Prezotti et al. (2013), solos com boa fertilidade contém altos teores desses elementos. Esse resultado entra em discordância com os valores mínimos exigidos ( $10 \text{ g kg}^{-1}$ ) para os elementos Ca e Mg em biocompostos/fertilizantes orgânicos da Instrução Normativa nº 25 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (BRASIL, 2009).

Os teores obtidos para K se mostraram abaixo do adequado ( $60 \text{ a } 150 \text{ mg dm}^{-3}$ ) em todos os tratamentos. Segundo Prezotti et al. (2013) e Sobral et al. (2015), tal resultado pode ser explicado pela maior proporção do K do solo (cerca de 98 %) estar localizado na estrutura dos minerais, na sua forma indisponível às plantas. Com isso, apenas uma fração reduzida pode estar disponível no solo através das ligações às cargas negativas das argilas e pelo K em solução (fase líquida do solo) (PREZOTTI et al., 2013).

Os valores obtidos para acidez potencial (H+Al) (Tabela 4) se apresentaram de fraca intensidade. Prezotti et al. (2013) citam que a acidez potencial tende a ser maior em solos com muita MO e principalmente com pHs mais ácidos, no entanto, neste estudo, esta condição não ocorreu pois, mesmo nos tratamentos com maior incremento de MO, a acidez foi balanceada devido aos teores elevados de Ca e Mg.

A Tabela 5 apresenta o complexo sortivo nos tratamentos. Observa-se que os substratos com maior proporção de biocomposto (T2, T3 e T4) apresentaram CTC

Total elevada. Esse resultado indica um grande potencial de adsorção de nutrientes catiônicos.

Em relação aos metais pesados (Tabela 6), os elementos Cr e Pb apresentaram teores abaixo do limite de detecção (LD), enquanto que para os demais (Cu, Fe, Mn, Ni e Zn), além de apresentarem acréscimo nos teores na medida em que aumentou a proporção de biocomposto, apresentaram, também, diferença significativa entre os substratos, com os maiores teores presentes no tratamento T4. Apesar disso, os valores obtidos para Cr, Pb e Ni nos tratamentos estão abaixo dos teores máximos de contaminantes admitidos em substrato para plantas segundo a Instrução Normativa nº 27 do MAPA (BRASIL, 2006), os demais não apresentaram valores máximos definidos.

No presente estudo, os valores encontrados para Cu e Zn ao fim da condução das mudas (Tabela 6) foram inferiores aos valores encontrados no biocomposto produzido por Salgado et al. (2019). Seus tratamentos formados pela mistura de esterco de equino e caprino, uva fresca, restos de poda e palha de aveia, encontrou  $31 \text{ mg kg}^{-1}$  de Cu e  $40 \text{ mg kg}^{-1}$  de Zn. Também, Carmona et al. (2012) em biocomposto de bagaço (ainda com álcool) e engaço da uva produzido na proporção 1:1 (v/v), encontrou  $31 \text{ mg kg}^{-1}$  para Cu e  $36 \text{ mg kg}^{-1}$  para Zn.

Os valores para Fe e Mn ao término da condução das mudas, em especial a partir do tratamento T1 (quando houve adição de biocomposto), apresentaram-se superiores ao encontrado no biocomposto produzido por Carmona et al. (2012), que encontrou  $3165$  e  $119 \text{ mg kg}^{-1}$ , respectivamente. Prezotti et al. (2013) citam que a disponibilidade de ambos se torna muito reduzida com o aumento do pH do solo, isso se torna positivo no caso do Fe, pois causa uma redução no potencial tóxico deste elemento.

Para o elemento Ni os valores encontrados foram próximos ao encontrado por Salgado et al. (2019) em seu tratamento T2, tratamento ao qual mais se aproxima da composição do biocomposto utilizado neste estudo, obtendo o valor de  $6,5 \text{ mg kg}^{-1}$ . E segundo Prezotti et al. (2013), este se tornou um micronutriente essencial às plantas após comprovação em estudos sobre sua função como constituinte da urease (enzima responsável por catalisar a reação da ureia, convertendo-a em amônia e gás carbônico), mesmo não havendo trabalhos que relatem sua deficiência nas plantas.

### **Caracterização morfofisiológica das mudas**

Em relação às características morfofisiológicas das mudas (Tabela 7 e 8), a aplicação de diferentes proporções de biocomposto influenciou positivamente os

resultados para comprimento da parte aérea, número de folhas, clorofila total, massa seca da parte aérea e massa seca de raiz, com destaque para o tratamento T4 composto por 50% de biocomposto + 50% de solo, que apresentou as maiores médias dessas variáveis. Esse comportamento pode estar relacionado às características físicas do solo como densidade e relação macro e microporos estarem situadas numa faixa adequada, mesmo com a Pt apresentando valor acima do recomendado. Ainda, pelas características químicas, relacionadas aos altos teores de elementos nutrientes, indispensáveis para a nutrição e crescimento adequados das mudas (Tabela 4).

Corroborando a isto, Albuquerque (2002) cita a importância dos nutrientes para a cultura da videira. O elemento cálcio, dentre outras funções, é um componente imprescindível no crescimento apical (raízes e parte aérea), na estrutura da membrana celular e ainda neutraliza o ácido oxálico (tóxico para a videira). O magnésio desempenha função na molécula da clorofila e, na região do Submédio São Francisco onde os vinhedos estão localizados em solos arenosos, com baixa CTC e alta insolação durante o ano inteiro, costuma apresentar deficiência de magnésio, principalmente nas fases de formação, colheita e repouso. Com isso, o biocomposto de resíduos de vinícola auxilia na adição e manutenção destes nutrientes ao solo.

Os resultados para diâmetro do colo, relação comprimento da parte aérea e diâmetro do colo (CPA/DC) e índice de velocidade de emergência (Tabela 8) não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos. Quanto à relação CPA/DC, apenas os tratamentos T0 (solo) e T1 (30% de biocomposto + 70% de solo) apresentaram valores dentro dos limites de referência (5,80 a 8,10) citados por Ataíde et al. (2010) referente o desenvolvimento de mudas em viveiro. Os tratamentos T2, T3 e T4 apresentaram valores superiores à esses limites, o que pode indicar um desenvolvimento exagerado da parte aérea ou do colo. Ainda assim, a videira não corre risco de sofrer um tombamento por ação dos ventos ou peso, visto que é uma planta trepadeira que se apoia em suporte físico.

O resultado para o índice de velocidade de emergência nos substratos indica que a adição do biocomposto de resíduos de vinícola foi eficaz, em especial no tratamento T4 (100% de germinação). O resultado obtido no presente estudo foi oposto ao encontrado por El-Mahrouk et al. (2017) que ao utilizar os resíduos da prensagem de uva sem qualquer tratamento, ocasionou na redução da germinação das sementes e no crescimento das plântulas de manjeriçom-limão, classificando-o como impróprio como substrato. Este resultado salienta a importância da prévia

bioestabilização e mineralização da matéria orgânica presente nos resíduos sólidos orgânicos pelo processo de compostagem, antes da sua aplicação nas culturas.

A Tabela 9 apresenta os valores referentes à densidade de biomassa (DB) e ao índice de qualidade de Dickson (IQD). Não houve diferença significativa entre os tratamentos, porém, o tratamento T4 apresentou as maiores médias e, segundo Souza et al. (2017) destaca a importância do IQD como um indicador da qualidade das mudas. O IQD relaciona o equilíbrio da distribuição de biomassa com a robustez e, quanto maior seu valor, melhores condições após transplante a planta apresentará. Com isso, dentre os tratamentos testados, as plantas com o substrato 50% de biocomposto + 50% de solo, apresentariam melhores chances de sobrevivência.

## 5.5 CONCLUSÕES

A utilização do biocomposto produzido com bagaço da uva, esterco ovino e folhas de mangueira junto ao solo, se mostrou viável na condução de mudas de videira “BRS Isis”, especialmente os tratamentos com os maiores teores de biocomposto, pois apresentaram melhores resultados. Outra possibilidade de utilização do biocomposto é como condicionador de solo, visto que melhora suas características físicas, químicas e biológicas, podendo contribuir com o aumento da produtividade e rentabilidade da cultura. Além de ser uma alternativa ambientalmente adequada dos resíduos de vinícolas da região, promovendo a reinserção dos nutrientes ao ciclo produtivo.

## 5.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, T. C. S. de. Nutrição na cultura da videira. Embrapa Semiárido. Petrolina-Pe. 2002.

ALBUQUERQUE, T. C. S. de; SILVA, A. F.; FARIA, C. M. B. de; FRANÇA, C. R. R. S.; FERNANDES, S. C.; SANTANA, L. M. de. Resíduos da vinificação no preparo de compostos orgânicos. Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, 27. Reunião Brasileira Sobre Micorrizas, 11; Simpósio Brasileiro de Microbiologia do Solo, 6. A busca das raízes: anais. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste. Bonito-MS, 2006.

ALMEIDA-MACHADO, R.M., SERRALHEIRO, R.P. Soil salinity: effect on vegetable crop growth. Management practices to prevent and mitigate soil salinization. Horticulturae 3 (2), 30, 2017.

ATAÍDE, G. da M.; CASTRO, R. V. O.; SANTANA, R. C.; DIAS, B. A. S.; CORREIA, A. C. G.; MENDES, A. F. N. Efeito da densidade na bandeja sobre o crescimento de mudas de eucalipto. Revista Trópica, v. 4, n. 2, p. 21, 2010.

- BAYOUMI, Y.A., M.E. EI-MAHROUK, F. EI-AIDY, and Z. PAP. 2008. Using compost of grape manufacture and farm wastes as growing media in vegetable and ornamental nurseries. *Intl. J. Hort. Sci.* 14:45– 50.
- BEZERRA, M.A.F.; OLIVEIRA, F.A. de; BEZERRA, F.T.C., PEREIRA, W.E.; SILVA, S.A. da. Cultivo de feijão-caupi em Latossolos sob o efeito residual da adubação fosfatada. *Revista Caatinga*, Mossoró, 2014, v.27, n.1, p.109-115.
- BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. Compostagem familiar. 2009. Disponível em: <<http://www.funasa.gov.br/documents/20182/39040/Compostagem+Familiar.pdf/97519ff2-1d3d-42f6-97a7-bde0c7f7bdb7>>. Acesso em: 11 Jul. 2020.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. Instrução Normativa nº 27, de 05 de junho de 2006. Dispõe sobre a importação ou comercialização, para produção, de fertilizantes, corretivos, inoculantes e biofertilizantes. *Diário Oficial da União*, Brasília, 9 jun. 2006.
- BRASIL. Instrução Normativa MAPA nº 25, de 23 de julho de 2009. Estabelece normas sobre as especificações e as garantias, as tolerâncias, o registro, a embalagem e a rotulagem dos fertilizantes orgânicos simples, mistos, compostos, organominerais e biofertilizantes destinados à agricultura. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*. Brasília, 2009.
- BUSTAMANTE, M. A. Compostaje de lós residuos generados em la industria vinícola y alcoholera. Valoración agronômica de estos materiales. Tesis Doctoral. Universidad Miguel Hernández, España, 2007.
- BUSTAMANTE, M. A., PAREDES., MORAL, R., AGUILLÓ, E., PÉREZ-MURCIA, M. D., ABAD, M. Composts from distillery wastes as peat substitutes for transplant production. *Resour. Conserv. Recycl.* 2008a, 52, 792-799.
- BUSTAMANTE, M. A., PAREDES, C., PÉREZ-MURCIA, M. D., RUFETE, B., GÁLVEZ-SOLA, L., MORAL, R.. Residuos Vitivinícolas: reciclado mediante compostaje. 1a Jornadas de la Española de Compostaje, Barcelona, 2008b, PP. 372-377.
- CARMONA, E., MORENO, M. T., AVILÉS, M., ORDOVÁS, J. Use of grape Marc compost as substrate for vegetable seedling. *Scientia Horticulturae*, v. 137, p. 69-74, April 2012.
- CIPRIANO, R. L.; LIMA, M. A. C. de; LEÃO, P. C. L.; FELIX, D. T. Porta-enxertos e diferenciação da qualidade da Uva 'BRS Magna' no Submédio do Vale do São Francisco: primeiro ciclo de avaliação. *Jornada de iniciação científica da Embrapa Semiárido*, 11 (Anais). Petrolina, 2016.  
Disponível em: Acesso em: 20 de maio de 2019.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA – CNI. Economia circular: oportunidades e desafios para a indústria brasileira. Brasília: CNI, 2018. 64p.
- DEVESA-REY, R., VECINO, X., VARELA-ALENDEI, J.L., BARRAL, M.T., CRUZ, J.M., MOLDES, A.B. Valorization of winery waste vs. the costs of not recycling. *Waste Manage.* 2011. v. 31, p.2327–2335.



DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. *The Forest Chronicle*, v. 36, n. 1, p. 10-13, 1960.

EL--MAHROUK, M.S. and Y.H. DEWIR. 2016. Physico-chemical properties of compost based waste-recycling of grape fruit as nursery growing medium. *Amer. J. Plant Sci.* 7:48–54.

EL-MAHROUK, M.S; DEWIR, Y.H; EL-HENDAWY, S. Utilization of Grape Fruit Waste-based Substrates for Seed Germination and Seedling Growth of Lemon Basil. *HortTechnology*. August, 2017, 27(4).  
doi: 10.21273/HORTTECH03761-17

GIOVANNINI, E. *Produção de uvas para vinho, suco e mesa*. Porto Alegre: Renascença, 1999. 364p. il.

GOMES, L.A.A; RODRIGUES, A.C; COLLIER, L.S; FEITOSA, S.S. Produção de mudas de alface em substrato alternativo com adubação. *Horticultura Brasileira* 2008; 26(3): 359-363. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362008000300013>

HIXSON, J., WILKES, E., SMITH, P., FORSYTH, K.. Understanding the composition of grape marc and its potential as a livestock feed supplement. *AWRI Tech. Rev.* 2014. v.213, p.11–15.

INBAR, Y.; CHEN, Y.; HADAR, Y. 1986. The use of composted separated cattle manure and grape marc as peat substitute in horticulture. *Acta Hort.* 178:147–154.

INGELMO, F., R. CANET, M.A. IBANEZ, F. POMARES, and J. GARCIA. 1998. Use of MSW compost, dried sewage sludge and other wastes as partial substitutes for peat and soil. *Bioresour. Technol.* 63:123– 129.

KÄMPF, A.N. Seleção de materiais para uso como substrato. In: KÄMPF, A.N.; FERMINO, M.H. (Ed.). *Substratos para plantas: a base da produção vegetal em recipientes*. Porto Alegre: Gênese, 2000. p.139-145.

KHALIL, M. A.; AMER, F.; ELGABALI, M.M. A salinity fertility interaction study of corn and cotton. *Soil Sci. Am. Proc.*, 81: 683-6, 1967.

KIEHL, E.J. *Manual de edafologia*. São Paulo: Ceres, 1979. 264p.

LOURENÇO, N. M. G. *Manual de Vermicompostagem e Vermicultura para a Agricultura Orgânica*. Publindústria, 2014. p. 17. ISBN 978-989-723-074-9

MADEJÓN, E. DÍAZ, M. J., LÓPEZ, R., CABRERA, F., 2001. Co-composting of sugarbeet vinasse: influence of the organic matter nature of the bulking agents used. *Bioresour. Technol.* 76, 275-278.

MANIOS, T. 2004. The composting potential of different organic solid wastes: Experience from the island of Crete. *Environ. Intl.* 29:1079–1089.

MAY, P.; LUSTOSA, M. A.; VINHA, V. *Economia do meio ambiente: teoria e prática*. 2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. 347p.

NACHTIGAL, J. C. *Produção de mudas de videira em regiões tropicais e subtropicais do Brasil*. Circular Técnica. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2003.

NÓBILE, F. O.; ANDRADE, T. C. R.; BORGEA, S. F.; CANTIERI, J. A.; KAWANO, A. C. S. Doses de resíduo da brassagem da cerveja na fertilidade do solo. *Barretos. Nucleus*, v.14,n.1,abr.2017.

NOGUEIRA, K. B.; ROQUE, C. G.; BORGES, M. C. R. Z.; TROLEIS, M. J. B.; BARRETO, R. F.; OLIVEIRA, M. P. Atributos físicos do solo e matéria orgânica sob dois manejos e efeito residual da aplicação de calcário e gesso agrícola. *Revista de la Facultad de Agronomía*, v. 115, p. 45-54, 2016.

OLIVEIRA, M., DUARTE, E. Integrated approach to winery waste: waste generation and data consolidation. *Front. Environ. Sci. Eng.* 2016. v.10 (1), p.168 e 176.

PEREIRA NETO, J.T. *Manual de Compostagem: Processo de Baixo Custo*. 3. ed. Viçosa: Ed. UFV, 2011.

PIO, R. *Cultivo de fruteiras de clima temperado em regiões subtropicais e tropicais*. 1. ed. Lavras-MG: Editora UFLA, 2014. v. 1. 652p.

PREZOTTI, L. C.; GUARÇONI M., A. *Guia de interpretação de análise de solo e foliar*. Vitória, ES: Incaper, 2013. 104 p. Disponível em: <https://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/bitstream/item/40/1/Guia-interpretacao-analise-solo.pdf>. Acesso em 24 maio 2020.

REQUEJO, et al. Utilización del compost de orujo de uva en el cultivo del melón en Castilla-La Mancha. *"Vida Rural"*. 2014. n. 381. p. 60-66. ISSN 1133-8938.

REINERT, D. J.; REICHERT, J. M. *Propriedades Físicas do Solo*. Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, 2006. 9p. Disponível em: [https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/68/o/An\\_lise\\_da\\_zona\\_n\\_o\\_saturada\\_do\\_solo\\_texto.pdf](https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/68/o/An_lise_da_zona_n_o_saturada_do_solo_texto.pdf)

SALGADO, M. M. M.; BLU, R. O.; JANSSENS, M.; FINCHEIRA, P. Grape pomace compost as a source of organic matter: Evolution of quality parameters to evaluate maturity and stability. *Journal of Cleaner Production*. 216. 2019. 56 e 63.

SANTOS, L. Utilização de resíduos agroindustriais para produção de amiloglucosidase por *Aspergillus awamori*. Ponta Grossa – PR. *Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial*. v. 06, n. 01: p. 655-664, 2012

SILVA, A. P.; TORMENA, C. A.; DIAS JUNIOR, M.; IMHOFF, S.; KLEIN, V. A. Caracterização física do solo. In: Jong van Lier Q, editor. *Física do solo*. Viçosa (MG): Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2010. p.1-27. 298 p.

SILVA, C. A .T.; MARIOTTO, T. C.; NÓBREGA, P. L. H. Porosidade de Latossolos e práticas de manejo agrícola para a conservação do solo. *Revista Varia Scientia Agrárias*. v.2, n.2, p. 153-164, 2012.

SILVA, D. J.; BASSOI, L. H.; DEON, M. D.; ROCHA, M. G. da; SILVA, A. O. da. *Aducação orgânica em videira de vinho cultivada no Submédio São Francisco*. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2016. (Embrapa Semiárido. Instruções Técnicas, 130).

- SILVA, P. C. G.; CORREIA, R. C. Caracterização social e econômica da cultura da videira. In: LEAO, P. C. de S. (Org.). Cultivo da videira. 2ed. Petrolina-PE: Embrapa Semiárido, 2010, p. 1-10.
- SILVA, P. C. G.; CORREIA, R. C.; SOARES, J. M. Histórico e importância socioeconômica. In: SOARES, J. M.; LEÃO, P. C. de S. (Ed.). A vitivinicultura no Semiárido brasileiro. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Petrolina: Embrapa Semi-Árido. 2009. p. 21-34.
- SOBRAL, L. F.; BARRETO, M. C. de V.; SILVA, A. J. da; ANJOS, J. L. dos. Guia prático para interpretação de resultados de análises de solos. Aracaju, SE: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2015. 15 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Documentos, 206).
- SOUZA, L. de P.; NOBRE, R. G.; SILVA, E. M.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. dos A. Produção de porta-enxerto de goiabeira cultivado com águas de diferentes salinidades e doses de nitrogênio. Revista Ciência Agronômica, v. 48, n. 4, p. 596-604, 2017.
- TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G.K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. Manual de métodos de análise de solo. Brasília-DF, 2017.
- TONON, R. V.; SILVA, C. M.; GALDEANO, M. C.; SANTOS, K. M. O. dos. Tecnologias para o aproveitamento integral dos resíduos da indústria vitivinícola. Rio de Janeiro, RJ: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2018.
- USEPA. United States environmental Protection Agency. Guidance of the documentation and evaluation of traces metals data collectes for wates act cumpilance monitoring: EPA 821-B-95-002. USA; 1995.
- VAN GENUCHTEN, M.T. A closed-form equation for predicting the conductivity of unsaturated soils. Soil Science Society of American Journal, Madison, v.44, p.892-897, 1980.
- VEZZANI, F. M.; MIELNICZUK, J. Agregação e estoque de carbono em Argissolo submetido a diferentes práticas de manejo agrícola. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, vol.35, n.1, p.213-223, 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832011000100020>.
- Villena, R., Castellanos, M., Cartagena, M., Ribas, F., Arce, A., Cabello, M., & Requejo, M. (2018). Winery distillery waste compost effect on the performance of melon crop under field conditions. Scientia Agricola, 75(6), 494-503. <https://doi.org/10.1590/1678-992x-2016-0507>