

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS JABOTICABAL

ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO E CRESCIMENTO DE MUDAS DE UVAIA
(*Eugenia pyriformis* Cambess) ADUBADAS COM COMPOSTO DE RESÍDUOS
DE AQUICULTURA

Diego Muniz da Silva Santos

Jaboticabal-SP
2º semestre/2021

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS JABOTICABAL

ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO E CRESCIMENTO DE MUDAS DE UVAIA
(*Eugenia pyriformis* Cambess) ADUBADAS COM COMPOSTO DE RESÍDUOS
DE AQUICULTURA

Diego Muniz da Silva Santos

Orientadora: Profa. Dra. Mara Cristina Pessôa da Cruz

Coorientadora: Dra. Roberta Souto Carlos

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Faculdade de Ciências
Agrárias e Veterinárias – UNESP,
Câmpus de Jaboticabal, como parte
das exigências para graduação em
ENGENHARIA AGRONÔMICA.

Jaboticabal-SP
2º semestre/2021

S237a	Santos, Diego Muniz da Silva Atributos químicos do solo e crescimento de mudas de uvaia (<i>Eugenia pyriformis</i> Cambess) adubadas com composto de resíduos de aquicultura / Diego Muniz da Silva Santos. -- Jaboticabal, 2021 43 f. : tabs. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Engenharia Agrônômica) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal Orientadora: Mara Cristina Pessôa da Cruz Coorientadora: Roberta Souto Carlos Carlos 1. Eugenia. 2. Compostos orgânicos. 3. Adubos e fertilizantes Aplicação. 4. Resíduos orgânicos como fertilizantes. I. Título.
-------	--

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CÂMPUS DE JABOTICABAL



DEPARTAMENTO: CIÊNCIAS DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO TRABALHO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

TÍTULO: Atributos químicos do solo e crescimento de mudas de uvaia (*Eugenia pirifomis* Cambess) adubadas com composto de resíduo de aquicultura

ACADÊMICO: Diego Muniz da Silva Santos

CURSO: Engenharia Agrônômica

ORIENTADOR (ES): Profa. Dra. Mara Cristina Pessoa da Cruz
Dra. Roberta Souto Carlos

Aprovado e corrigido de acordo com as sugestões da Banca Examinadora

BANCA EXAMINADORA:

	(Nomes)	(Assinaturas)
Presidente	Profa. Dra. Mara Cristina Pessoa da Cruz	
Membro	Dra. Denise de Lima Dias Delarica	
Membro	M.Sc. Ian Lucas de Oliveira Rocha	

Jaboticabal 24 / 09 / 2021

Aprovado em reunião do Conselho do Departamento em: 27 / 09 / 2021 Ad referendum"

Chefe do Departamento

DEDICO

À minha família e amigos que sempre me apoiaram.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais Maria de Fatima e Jorge por sempre me apoiarem nas minhas decisões ao longo da vida. Sem o apoio de vocês nada disso seria possível. Sempre serão um exemplo a serem seguidos por mim.

A minha prima Natália por toda compreensão, cumplicidade e carinho. Muito obrigado por fazer parte da minha vida.

Ao meu amigo Ezequias por todos os ensinamentos compartilhados ao longo da graduação e pela confiança na nossa amizade. E ao meu amigo Potocá (Lucas) que tive o prazer de conviver todos esses anos na mesma casa.

À família República Abatedouro por todos os momentos compartilhados, pela união, pelas alegrias, e apoio nas horas mais difíceis, por toda a amizade, e pela experiência de vida que foi viver com cada um de vocês.

À minha orientadora, Prof^a. Dra. Mara Cristina Pessoa da Cruz, pela confiança e ensinamentos ao longo desses anos.

À minha co-orientadora, Dra. Roberta Souto Carlos, pela orientação durante todo esse processo, e à Dra. Denise de Lima Dias Delarica, pela paciência e dedicação que teve comigo durante esses anos.

A todos que tive o prazer e a oportunidade de conhecer e trabalhar no Laboratório de Fertilidade do Solo, e que de forma direta ou indireta contribuíram para realização desse trabalho.

“Que eu nunca perca a vontade de ter grandes amigos, mesmo sabendo que, com as voltas do mundo, eles acabam indo embora de nossas vidas.”

Ariano Suassuna

ÍNDICE

	Pág.
1. INTRODUÇÃO.....	8
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	10
2.1. Aquicultura e geração de resíduos.....	10
2.2. Compostagem de resíduos.....	14
2.3. Efeitos da adubação orgânica em atributos do solo.....	18
2.4. Uso de composto orgânico em produção de mudas de reflorestamento	19
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	23
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
5. CONCLUSÕES.....	35
6. REFERÊNCIAS.....	35

ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO E CRESCIMENTO DE MUDAS DE UVAIA (*Eugenia pyriformis* Cambess) ADUBADAS COM COMPOSTO DE RESÍDUOS DE AQUICULTURA

RESUMO

Adubos orgânicos são indicados para uso em áreas de reflorestamento porque têm liberação lenta de nutrientes, o que diminui a frequência das aplicações de fertilizantes e os custos. Os objetivos com este trabalho foram avaliar: (i) o efeito de composto de resíduos de aquicultura em atributos químicos do solo; e (ii) o crescimento e o acúmulo de matéria seca de mudas de uvaia (*Eugenia pyriformis* Cambess) em solo adubado com composto orgânico de resíduos da aquicultura. Foram aplicadas cinco doses de composto, equivalentes a 0, 10, 20, 30 e 40 t ha⁻¹, em delineamento inteiramente ao acaso, com cinco repetições. O solo usado foi coletado na camada de 0-20 cm, em área de Latossolo Vermelho, e usado em experimento em laboratório, para avaliação dos atributos químicos e, simultaneamente, em experimento em casa de vegetação, com as mesmas doses de composto, e plantas de uvaia. A aplicação do composto resultou em aumento dos teores de matéria orgânica, da CTC e da disponibilidade dos nutrientes P, K, Ca e Mg. Ao mesmo tempo, houve diminuição da acidez total (H+Al), da acidez trocável (Al³⁺) e da acidez ativa (pH). Apesar da melhora nas condições de fertilidade do solo decorrentes da aplicação do composto de resíduos da aquicultura, as plantas de uvaia não responderam à aplicação do adubo, considerando as variáveis altura, diâmetro do caule e acúmulo de matéria seca na parte aérea, em 90 dias de crescimento. Assim, ao final do experimento foi possível concluir que as doses do composto interferem nos atributos químicos do solo, porém não interferem no crescimento inicial da uvaia.

Palavras-chave: *Eugenia pyriformis* Cambess, composto orgânico, adubação orgânica.

**CHEMICAL ATTRIBUTES OF SOIL AND GROWTH OF *Eugenia pyriformis*
Cambess FERTILIZED WITH AQUACULTURE WASTE COMPOST**

ABSTRACT

Organic fertilizers are indicated for use in reforestation areas because they have a slow release of nutrients, which reduces the frequency of fertilizer applications and reduces costs. The objectives with this work were to evaluate: (i) the effect of aquaculture waste compost on soil chemical attributes; and (ii) growth and dry matter accumulation of *Eugenia pyriformis* Cambess seedlings in soil fertilized with organic compost from aquaculture wastes. Five doses of compost were applied, equivalent to 0, 10, 20, 30 and 40 t ha⁻¹, in a completely randomized design with five replicates. The soil used was collected in the 0-20 cm layer, in an area of Oxisol, and was used in a laboratory experiment to evaluate the chemical attributes and, simultaneously, in a greenhouse experiment, with the same doses of compost, and the *E. pyriformis* plants. The application of the compost resulted in an increase in organic matter, CEC and in the availability of nutrients P, K, Ca and Mg. At the same time, there was a decrease in total acidity (H+Al), exchangeable acidity (Al³⁺) and active acidity (pH). Despite the improvement in soil fertility resulting from the application of aquaculture compost, the *E. pyriformis* plants did not respond to the fertilizer application considering the variables height, stem diameter and dry matter accumulation in the shoot, in 90 days of growth. Thus, at the end of the experiment, it was possible to conclude that the compost doses cannot affect the initial growth of the *E. pyriformis*.

Keywords: *Eugenia pyriformis* Cambess, organic compost, organic fertilization

1. INTRODUÇÃO

Em propriedades com atividades de produção de plantas e animais, a combinação dos resíduos das duas origens no processo de compostagem pode gerar um fertilizante orgânico de boa qualidade.

A aquicultura está disseminada em muitas propriedades rurais de vocação diversificada. Como em qualquer outro elo da cadeia produtiva animal, ocorre a produção de diversos resíduos orgânicos. Partes dos animais que não são manufaturadas, como carcaças, excedentes dos tanques e animais mortos, devem ser manejadas corretamente para evitar problemas ambientais (VIDOTTI et al., 2016) e, entre as estratégias mais simples e eficientes está a compostagem, combinando os resíduos de geração local. Embora ocorram perdas de nutrientes por lixiviação e volatilização durante o processo, a compostagem evita o descarte incorreto dos materiais de origem animal e aumenta a eficiência na reciclagem dos nutrientes dentro da propriedade.

O composto produzido pode ser usado nas áreas de produção, na recuperação de áreas degradadas ou em processo de degradação, na produção de mudas de espécies arbóreas para recuperação de áreas de proteção permanente, para adequação da reserva legal, ou para adubação das mudas transplantadas.

O composto orgânico, aplicado ao solo, é um melhorador de atributos físicos, químicos e biológicos, características que favorecem o acúmulo de nutrientes e o crescimento das plantas. Quando usado na etapa de transplântio, o crescimento das plantas é beneficiado pela liberação lenta dos nutrientes, que

mantém o suprimento por período prolongado, ideal para espécies de crescimento lento e baixa demanda. Esta característica permite que a frequência de adubação seja diminuída ou elimina a necessidade de repetir as aplicações na área.

A demanda por mudas de espécies nativas tem crescido, graças a necessidade de adequação da reserva legal e de áreas de preservação permanente nas propriedades rurais (DALANHOL et al., 2012). Para o manejo adequado de espécies nativas, a escolha dos substratos, a adubação dos substratos e a adubação no momento do transplante das mudas são cuidados importantes, sendo necessários principalmente em solos ácidos e com baixo teor de matéria orgânica, como os solos de regiões tropicais (ROS et al., 2015).

A uvaia (*Eugenia pyriformis* Cambess) é uma espécie nativa da Mata Atlântica, com frutos de alto valor nutricional (RUFINO, 2010), muito indicada para reflorestamento de áreas degradadas (STIEVEN et al., 2009). É arbórea, com altura variando entre 5 e 12 m, frutos amarelos a alaranjados, aroma suave e polpa macia, alguns adocicados e outros levemente ácidos (DONADIO et al., 2002). Apesar da indicação de uso para reflorestamentos, há pouca pesquisa sobre a necessidade e o potencial de resposta desta espécie à adubação, assim como ocorre com muitas outras espécies nativas.

A hipótese do presente trabalho é que a uvaia apresenta resposta de crescimento e acúmulo de matéria seca quando adubada com composto de resíduos de aquicultura.

Os objetivos com este trabalho foram avaliar: (i) o efeito de composto de resíduos de aquicultura em atributos químicos do solo; e (ii) o crescimento e acúmulo de matéria seca de mudas de *Eugenia pyriformis* Cambess em solo adubado com composto de resíduos da aquicultura.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Aquicultura e geração de resíduos

A aquicultura compreende a produção de animais aquáticos em cativeiro, em tanques e redes. Pode ser realizada no mar (aquicultura marinha) ou em águas continentais (aquicultura continental) (SEBRAE, 2008) e se divide em diferentes vertentes. Dentre os segmentos com maior destaque podem ser citados a piscicultura, a carcinicultura, a ranicultura, a malacocultura e a algicultura, em que se produzem e comercializam peixes, camarões, rãs, moluscos como ostras e mexilhões, e algas, respectivamente (SCHULTER; VIEIRA FILHO, 2018). Desse modo, a aquicultura é considerada uma atividade multidisciplinar, uma vez que envolve atividades em várias áreas do conhecimento (OLIVEIRA, 2015). Todas estas atividades são caracterizadas por alta demanda de recursos naturais, incluindo solo, energia e água.

Por ser um setor que abastece o mercado com proteína animal de alta qualidade, a aquicultura vem crescendo em todo mundo de forma exponencial (FAO, 2020). Desse modo, exerce importante papel econômico e social, uma vez que gera emprego e renda (VALENÇA; SANTOS, 2018). No Brasil, a produção está concentrada principalmente em peixes, destacando-se espécies de tilápia,

carpas e tambaqui. Também são produtos de destaque no mercado, o camarão-branco-do-pacífico e o mexilhão (EMBRAPA, 2017; OSTRENSKY; BOEGER, 2007).

Devido ao crescimento, à participação no mercado e à importância para o equilíbrio da balança comercial, o setor de aquicultura foi incluído no censo agropecuário a partir do ano de 2013, sendo possível acompanhar a sua trajetória e desenvolvimento a cada ano (PANORAMA DA AQUICULTURA, 2015).

Aliado a ampla quantidade de áreas aptas a agricultura, o Brasil possui a maior reserva de água doce do mundo, o que possibilita a implantação e o desenvolvimento de empreendimentos aquícolas, principalmente destinados a produção de peixes. Todavia, as práticas inerentes a esta atividade refletem diretamente no ecossistema que está em sua proximidade (ASSAD; BURSZTYN, 2000). Deste modo, a produção aquícola é muito vulnerável aos impactos internos e externos, bem como a ação humana, apresentando-se mais sensível que outras atividades produtivas (MUIR, 1995).

Com o aumento da produção do setor aquícola, os cuidados com a implantação e o manejo devem ser mais rigorosos, pois podem acarretar impactos ambientais nos mananciais, nos quais se descarta grande volume de resíduos orgânicos com alto potencial poluente (MENDONÇA, 2018). Todo material excedente referente ao produto, e os subprodutos de processamento de alimentos, recebem a denominação de resíduo. Na atividade pesqueira, o volume gerado varia de acordo com a espécie e com a quantidade de produto final (CONTRERAS-GUZMÁN, 1994).

O Brasil é um dos grandes produtores de pescado e de produtos oriundos da aquicultura, o que resulta na geração de grandes volumes de resíduos orgânicos. A ineficácia de políticas públicas e a falta de fiscalização para o tratamento desses resíduos resultam em vários problemas de caráter ambiental, social e econômico (ALFAIA et al., 2017).

Por apresentarem caráter orgânico, os resíduos provenientes da aquicultura em locais de grande produção e beneficiamento têm gerado grande preocupação para os produtores, principalmente devido ao volume e ao destino correto deste material. A sua constituição pode ser variada, dependendo do tipo de processamento adotado, mas na grande maioria é composto por carcaças de animais inteiros que tiveram morte prematura durante algum estágio do seu desenvolvimento, e/ou por partes dos mesmos incluindo cabeça, vísceras, nadadeiras, peles, escamas, ossos e espinhos (SEBRAE, 2010). Este material pode representar cerca de 50% da matéria prima gerada pela atividade (FELTES et al., 2010).

As altas descargas de materiais orgânicos provenientes não só do setor de aquicultura, mas também da produção animal em geral, podem prejudicar todo o ecossistema, interferindo no solo e na qualidade da água da região, o que torna o descarte de maneira incorreta um risco a saúde pública (BRASIL – PNRS, 2010). O descarte, quando é realizado nos recursos hídricos, favorece o aumento da atividade de microrganismos devido ao aumento substancial nos teores de fósforo (P) e nitrogênio (N), nutrientes diretamente relacionados a eutrofização de corpos d'água, que resulta na diminuição dos níveis de oxigênio

dissolvido, essencial para a vida aquática (SIPAÚBA-TAVARES et al., 2008; TALBOT; HOLE, 1994).

A produção de farinha óssea é atualmente o principal destino dos resíduos da aquicultura. Todavia, caracteriza-se por apresentar baixo retorno econômico, levando em conta que a linha de produção exige grande investimento e equipamentos especiais. Além disso, são comuns os relatos de problemas de rancificação no produto final, o que acarreta prejuízos a indústria (ARRUDA et al., 2007). Apesar da maior parte destes resíduos ser utilizada no processo de fabricação de farinha, alguns estudos têm apontado que a matéria prima desse resíduo tem grande potencial para fortalecer o segmento do agronegócio como insumo agrícola (LÓPEZ-MOSQUERA et al., 2011).

Uma das alternativas viáveis para destinação dos resíduos da aquicultura é a produção de fertilizantes, mas vale ressaltar que esta área ainda demanda mais estudos (FERNANDES JÚNIOR et al., 2009). Todavia, por se tratar de um material que apresenta teores altos de aminoácidos e micronutrientes, vislumbra-se o potencial no seu uso como adubo orgânico (FELTES et al., 2010). Além disso, esse material caracteriza-se por possuir elevado teor de matéria orgânica e, sendo manejado corretamente, pode disponibilizar às plantas, quantidades consideráveis de N, P e, ainda, potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) (RADZIEMSKA et al., 2019).

Para conversão dos resíduos em fertilizantes são utilizadas várias práticas, mas a compostagem em leiras se destaca pela simplicidade e o baixo custo operacional (BROGAARD et al., 2015; LALANDER et al., 2018). Este tipo de manejo resulta em um fertilizante orgânico rico em nutrientes que pode ser

utilizado tanto na agricultura como na recuperação de áreas degradadas, contribuindo para elevar os índices de fertilidade do solo (SREESAI et al., 2013; ILLERA-VIVES et al., 2015). O uso dos resíduos oriundos da aquicultura na composição das leiras aumenta a entrada de N em relação aos materiais alternativos de origem vegetal, e também de água, porque a umidade dos resíduos animais é alta. Esta condição facilita a elevação inicial da temperatura que, ao ser combinada com abundância de N, acelera o processo de decomposição inicial dos materiais, e a mineralização dos nutrientes (ANDREEV et al., 2017; MENGISTU et al., 2017).

2.2. Compostagem de resíduos

O Brasil importa cerca de 560.000 toneladas de fertilizantes NPK (nitrogênio, fósforo e potássio) por ano, para uso na agricultura. Isto justifica a necessidade de busca por alternativas para suprir a demanda por estes insumos (BRASIL – ANDA, 2016). Dentre as diversas estratégias que podem ser indicadas está o uso de resíduos, *in natura* ou compostados.

A compostagem tem despertado interesse, tendo em vista que elimina ou reduz consideravelmente o volume de resíduos orgânicos (LARNEY; HAO, 2007). Ela é adotada com a finalidade de reaproveitamento da matéria orgânica, com custo acessível para o produtor.

Por definição, a compostagem é um processo de biodecomposição controlada, e de estabilização biológica de resíduos orgânicos. O processo ocorre devido a ação de grupos variados de microrganismos termofílicos, que geram calor biológico suficiente para, no final, obter insumos agrícolas de fácil manipulação, com estabilidade e livre de fitopatógenos. Além disso, elimina

sementes de plantas invasoras, mantendo propriedades que beneficiam não somente as plantas, mas também o solo, nos seus atributos físicos, químicos e biológicos (PACHECO et al., 2019; BUENO et al., 2008).

Desse modo, a compostagem tem a finalidade de agilizar a decomposição, e promover a redução e a estabilização da matéria orgânica. Na natureza, esse processo ocorre sem prazo determinado, sendo dependente apenas das condições ambientais e da origem do resíduo (COELHO, 2008). As substâncias orgânicas de fácil mineralização e metabolização pelas populações de microrganismos aeróbicos mesófilos, termotolerantes e termofílicos são transformadas em produtos simples como gás carbônico, amônia, água e ácidos orgânicos (BERNAL et al., 2009), enquanto a fração mais complexa e de degradação mais difícil dá origem ao sólido estabilizado e parcialmente humificado denominado composto. Assim, a transformação da matéria orgânica bruta em material humificado é um processo microbiológico realizado principalmente por bactérias, fungos e actinomicetos (DIAS, 2009).

Na compostagem, a mistura de materiais de diferentes origens é fundamental e, durante o processo de decomposição, é preciso fazer o acompanhamento. Esta etapa é importante porque o processo pode ser influenciado por temperatura, umidade, deposição dos materiais nas leiras e pela relação C/N (carbono/nitrogênio) característica dos resíduos utilizados (LOPES et al., 2020). Numerosas matérias primas de origem vegetal têm potencial para emprego em compostagem, juntamente aos resíduos de aquicultura. São exemplos destas matérias primas, galhos de árvores, restos de grama, serragem e maravalha. Há também a possibilidade de combinação de resíduos de origem

animal, incluindo fezes, carcaças e restos de animais não aproveitados na indústria alimentícia (SCHAUB; LEONARD, 1996).

Para a obtenção do produto desejado, a compostagem passa por três estágios distintos: termofílico, mesofílico e maturação final. Ao se iniciar a mistura dos resíduos, observa-se temperatura semelhante ao ambiente externo. Em seguida, à medida que se inicia a decomposição, verifica-se crescimento das colônias de microrganismos mesófilos com a liberação rápida de calor e elevação acentuada da temperatura, chegando a 45°C. Do ponto de vista técnico, o início desse processo dura de um a três dias, dependendo do material utilizado, e pode ser tratado como a fase inicial das reações microbiológicas.

A partir dessa faixa de temperatura tem-se o início da fase termofílica em si, que pode alcançar temperaturas de até 70°C no interior das leiras. É nesta fase que os microrganismos termófilos atuam consumindo moléculas de fácil assimilação, gerando água metabólica, conservando o calor e o vapor d'água (LOPES et al., 2020; INÁCIO et al., 2009; COSTA, 2005). Nessa etapa ocorre a degradação biológica do material usando o oxigênio (O₂), obtendo energia a partir da quebra das ligações C-C, com liberação de CO₂, água e calor. Quando ocorre o consumo completo dessas moléculas, tem-se início a fase mesofílica, com a redução da atividade microbiana e da temperatura para aproximadamente 40 °C e o predomínio de microrganismos mesofílicos. Estes microrganismos ajudam a quebrar as moléculas de compostos mais resistentes, como lignina, celulose e hemicelulose encontrados no substrato. Nessa fase também há a ocorrência de fungos heterotróficos que utilizam a matéria orgânica sintetizada pelas bactérias como fonte de energia. Na fase de maturação, por sua vez, a

temperatura no interior das leiras chega próximo à do ambiente, sendo o momento em que ocorre a estabilização do composto e da matéria orgânica, formando substâncias húmicas (LOPES et al., 2020; PEREIRA NETO, 2004).

Devido a intensa atividade biológica e microbiana, a eficiência desse processo necessita de condições favoráveis ao desenvolvimento dos microrganismos. Assim, a umidade na massa da compostagem, a granulometria do material, a temperatura, a aeração, o pH, a quantidade de nutrientes, a qualidade dos compostos orgânicos e a relação C/N são essenciais para a ocorrência desses eventos (BIDONE, 2001). A temperatura e a umidade são citadas por diversos pesquisadores como os fatores mais relevantes, indicativos de eficiência do processo de compostagem, haja vista que estão diretamente relacionados com a atividade metabólica dos microrganismos (LI et al., 2008).

Vale ressaltar que a compostagem é executada de maneira incorreta, pode haver liberação de fortes odores. Ainda, o produto final exige tempo e mão de obra diária (LAOS et al., 2001). Contudo, esses problemas podem ser sanados com bom planejamento de execução, se revelando viável quando desenvolvido com qualidade (LAOS et al., 2001; LIAO et al., 1997; SCHAUB; LEONARD, 1996).

É importante observar que a viabilidade do empreendimento está diretamente ligada a qualidade dos resíduos, bem como a quantidade, uma vez que, grandes volumes de produção exigem mais mão de obra e equipamentos que auxiliem no monitoramento do composto. Em contrapartida, pequenas

quantidades tornam o processo mais fácil e simples, e podem gerar retorno mais rápido ao produtor (SCHAUB; LEONARD, 1996).

O composto gerado pode ser usado puro ou em mistura com outros materiais na composição de substratos para formação de mudas de hortaliças, frutíferas ou espécies arbóreas madeiráveis usadas em reflorestamento, ou pode ser usado na adubação de canteiros, das covas ou sulcos abertos para transplântio das mudas de frutíferas e madeiráveis no campo. Pode também ser usado na adubação de plantas adultas, em fase de crescimento e produção.

2.3. Efeitos da adubação orgânica em atributos do solo

Os efeitos da adubação orgânica na qualidade do solo são numerosos e variam com o tipo de solo. Características físicas como densidade, porosidade e umidade no solo, e características químicas como teor de matéria orgânica, disponibilidade de nutrientes e CTC são exemplos de atributos do solo beneficiados pela adubação orgânica (CASADO-VELA et al., 2006; LEBRON, 2002).

Os compostos produzidos a partir de carcaças de animais e resíduos vegetais podem resultar na alteração das características químicas levando ao aumento da fertilidade e da disponibilidade de nutrientes para as plantas, visto que, de modo geral, os compostos são ricos nesses nutrientes (SOUZA et al., 2012a; ARAÚJO et al., 2011; MALAVOLTA, 2006).

Aplicações sucessivas de adubos orgânicos no solo têm contribuído com o aumento do teor de matéria orgânica, do valor de pH, da CTC, dos teores de

fósforo, além de reduzir a acidez potencial do solo (SOUZA et al., 2012a; NACIMENTO et al., 2004; SIMONETE et al., 2003).

Segundo relatos de Souza et al. (2012b), compostos produzidos com resíduos de origem vegetal e animal, quando manejados adequadamente, proporcionam aumento do pH, MO, P, K, Ca, Mg, SB, CTC, V, B, e S-SO₄²⁻, assim como a redução nos teores da H+Al; Fe e Al de acordo com as aplicações de doses dos adubos orgânicos.

2.4. Uso de composto orgânico em produção de mudas de reflorestamento

A produção de mudas de espécies florestais nativas apresenta dificuldades na sua implantação em novas áreas, como o crescimento lento de muitas espécies arbóreas, e há falta de pesquisas sobre as exigências nutricionais para muitas espécies (CUNHA et al., 2006). Dessa forma, é fundamental o desenvolvimento de estratégias que viabilizem a produção de mudas em menor tempo, sem deixar de lado a qualidade.

Sabendo-se disto, a escolha adequada do substrato que atenda às necessidades iniciais da planta é um fator que deve ser levado em consideração (DA ROS et al., 2015).

Os substratos podem ser descritos como materiais sólidos de ocorrência natural ou residual, de origem mineral ou orgânica, que podem ser utilizados na sua forma pura, se previamente curtidos, ou misturados ao solo para produção de mudas (OLIVEIRA et al., 2016).

Alguns fatores devem ser levados em conta quando se busca um substrato de boa qualidade para mudas florestais, tais como: origem, transporte, custo baixo, composição química, ausência de patógenos e estabilidade (SILVA et al., 2001). Os compostos orgânicos são uma alternativa viável e de baixo custo que fornecem à muda, macro e micronutrientes, e aumentam a CTC, permitindo um estande de plantas com maior uniformidade (KIEHL, 2012).

A composição do substrato é importante, uma vez que este servirá como meio de crescimento das raízes e dará suporte para a sustentação da parte aérea, além de fornecer água, oxigênio e nutrientes à muda (HIGASHIKAWA et al., 2016). O substrato, como qualquer outro insumo, influencia o preço final da muda e, por esse motivo, é recomendado o uso de substratos renováveis com baixo custo e fácil manuseio, dando-se preferência aqueles encontrados na própria região (FARIA et al., 2013).

Numerosos materiais podem ser utilizados na composição dos substratos, sendo os mais usuais o subsolo, a areia, a vermiculita, compostos orgânicos, esterco curtido e casca de arroz carbonizada (FARIA et al., 2013). Do ponto de vista dos atributos químicos, se destacam o valor de pH, a capacidade de troca de cátions (CTC) e a relação C/N (carbono e nitrogênio), como os que mais interferem na fertilidade do substrato (RISTOW et al., 2012).

Dentre os atributos citados, o valor de pH tem relevância maior, haja vista sua influência na definição da disponibilidade dos nutrientes existentes no solo/substrato e da assimilação dos nutrientes pelas plantas (CORRÊA et al.,

2008). A faixa adequada de pH para os substratos varia de 5,5 a 6,5. Logo, um problema comum na formação de mudas é acidez excessiva no substrato.

Quando o substrato apresenta pH menor do que 4,0, a concentração hidrogeniônica afeta a integridade e a permeabilidade das membranas das raízes, o que pode desencadear a perda de nutrientes já absorvidos e diminuir o desenvolvimento das raízes, aumentando as exigências em Ca (NOVAIS, 2007). Substratos que apresentam valores de pH abaixo de 5,0 podem ocasionar sintomas relacionados à falta de N, K, Ca, Mg e B. Por outro lado, substratos com pH acima de 6,5 podem causar sintomas de deficiência de P, Fe, Mn, Zn e Cu (SANTOS et al., 2005; KNAPIK, 2005).

A CTC do substrato é influenciada pela granulometria das partículas e, quanto menores elas forem, maior será a superfície de contato, resultando em mais pontos de troca (KAMPF, 2004). Deve-se estar atento a substratos orgânicos com relação C/N alta, uma vez que se o composto tiver baixa concentração de N, pode ocorrer competição por N entre as mudas e os microrganismos, acarretando deficiência de N para as plantas, mesmo que temporária. Compostos orgânicos que não atingiram total decomposição e estabilização podem apresentar alta concentração de C, logo, relação C/N alta, ocasionando a deficiência de N nas mudas devido a imobilização do N pelos microrganismos (CARNEIRO, 1995).

O Brasil tem uma diversidade muito grande de espécies nativas com potencial para exploração comercial, que demandam produção de mudas em

viveiros, mas também há necessidade de produção de mudas para reflorestamento e recuperação de áreas degradadas.

Entre as muitas espécies existentes, algumas pertencem à família Myrtaceae, que tem grande importância devido as características de frutos comestíveis de sabor agradável, destacando-se a goiaba, a jabuticaba, o araçá e a guabiroba, que também podem ser utilizadas como espécies arbóreas em zonas urbanas (SILVA et al., 2001; CORREA, 1975).

Além destas espécies, a uvaia (*Eugenia pyriformis* Camb.), também conhecida popularmente como uvalha, apresenta grande potencial ornamental (REITZ et al., 1988) e para reflorestamentos. Esta planta é originária da Mata Atlântica (MATTOS, 1954), é arbórea, de porte mediano dependendo das condições do local, podendo atingir de 4 a 10 metros de altura, com 30 a 50 cm de diâmetro de caule, e copa ampla. A madeira é dura, com resistência a doenças, o que agrega alto valor (MATTOS, 1954) e seus frutos são esféricos, de 2 a 4 cm de diâmetro, de sabor ácido a adocicado, com textura aveludada, casca fina e cor amarelo-laranja (SGANZERLA et al., 2018). A polpa da uvaia possui altos teores de compostos fenólicos e carotenóides totais, principalmente luteína, zeaxantina, β -criptoxantina, α -caroteno e β -caroteno. É uma fruta com alto teor de vitaminas A e C, mais tiamina, riboflavina, ácido pantotênico, piridoxina e biotina (SILVA et al., 2018; PEREIRA et al., 2012).

A presença de compostos voláteis nos frutos é uma vantagem para o consumo da fruta in natura, e a polpa da uvaia mantém muitos dos compostos, como monoterpenos, sesquiterpenos, ésteres, álcoois alifáticos, aldeídos,

hidrocarbonetos aromáticos, alcenos e cetonas (SCHMIDT et al., 2019). O aroma do fruto é muito agradável e persiste nos sucos.

O fruto *in natura* também apresenta compostos com alta capacidade antioxidante (SILVA et al., 2018) e, com estas características, pode-se admitir que a sua polpa tem alto potencial para agroindústria no seguimento de produtos processados como geleias, sucos e compotas, que preservam o sabor do fruto e constituem fonte interessante de compostos bioativos (LOPES et al., 2018), mas que ainda é muito pouco explorada.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação, durante o primeiro semestre de 2021, na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP Câmpus de Jaboticabal, nas coordenadas: latitude 21° 14' 05" S e longitude: 48° 17' 09" W.

O clima da região é tropical com menos pluviosidade no inverno que no verão. A classificação é Aw segundo Köppen e Geiger, com temperatura e pluviosidade médias anuais de 21,7 °C e 1.340 mm, respectivamente. O solo usado no experimento é classificado como Latossolo Vermelho eutrófico típico, textura argilosa, A moderado, caulínítico, com relevo suave ondulado (ANDRIOLI; CENTURION, 1999).

O composto orgânico utilizado para avaliar o desenvolvimento das mudas de uvaia foi produzido no Centro de Aquicultura da Unesp, Caunesp/Unesp, em sistema de leiras, combinando casca de café e resíduos oriundos da aquicultura

(psicultura, carcinicultura e ranicultura), sendo constituído de carcaças de animais inteiros ou partes, como cabeças, vísceras, nadadeiras, peles, escamas, ossos e espinhos. O composto de resíduo de aquicultura foi seco, passado em peneira de 7mm de malha e amostrado para análise química. Na caracterização do composto foram obtidos: C orgânico 343 g kg⁻¹, N total 32 g kg⁻¹ e C/N igual a 11, P = 26 g kg⁻¹ e K 11 g kg⁻¹.

O solo utilizado na condução do experimento foi coletado da camada arável (0 a 20 cm) em janeiro de 2021, em área de reflorestamento de pinos da Unesp/FCAV. Após ser coletado foi transportado ao laboratório de Fertilidade do Solo – Departamento de Ciências da Produção Agrícola, onde foi seco ao ar, passado em peneira de 7 mm de malha e amostrado para caracterização. A amostra foi passada em peneira de 2mm e analisada quanto a sua fertilidade, avaliando-se: pH em CaCl₂, teores de P, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺ e matéria orgânica (MO). Calculou-se a soma de bases (SB), a capacidade de troca de cátions e a saturação por bases (V%). Todas as análises químicas foram realizadas conforme os métodos descritos em Raij et al. (2001). Os resultados obtidos foram: P resina = 15 mg dm⁻³; MO = 29 g dm⁻³; pH CaCl₂ = 4,5; K⁺ = 1,7 mmol_c dm⁻³; Ca²⁺ = 28 mmol_c dm⁻³; Mg²⁺ = 6 mmol_c dm⁻³; H+Al = 55 mmol_c dm⁻³; SB = 36 mmol_c dm⁻³; CTC = 91 mmol_c dm⁻³ e V% = 39.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com cinco tratamentos e cinco repetições, totalizando 25 parcelas. Os tratamentos foram: T-0: sem aplicação de composto (controle); T-1: dose equivalente a 10 t ha⁻¹ do composto; T-2: 20 t ha⁻¹ do composto; T-3: 30 t ha⁻¹ do composto e T-4: 40 t ha⁻¹ do composto.

Para o preparo do solo e preenchimento dos vasos, inicialmente foi obtida a massa equivalente a 1 dm^3 , usando uma proveta de 1.000 mL, que foi preenchida com solo e pesada três vezes, para posterior cálculo do peso médio de 1 dm^3 de solo. O resultado obtido foi multiplicado por $2,6 \text{ dm}^3$, que é o volume de solo utilizado nos vasos.

Considerando o volume de solo e os resultados obtidos na análise química, foi feita a calagem para elevar o índice de saturação por bases a 50%, utilizando carbonato de cálcio (CaCO_3) e hidróxi-carbonato de magnésio $[(4\text{MgCO}_3.\text{Mg}(\text{OH})_2. 4\text{H}_2\text{O})]$ puros. Os carbonatos, e o composto pesado conforme as quantidades estabelecidas nos tratamentos, foram misturados ao solo, a mistura foi transferida para os vasos e umedecida a 50% da capacidade de retenção de água. Foram usados vasos de alumínio com capacidade para 4,5 L e o transplante das mudas foi feito em 02-03-2021.

As avaliações nas mudas foram realizadas aos 30, 60 e 90 dias após o transplante e as variáveis avaliadas foram: diâmetro do coleto (D) e altura da parte aérea (h). Aos 90 dias foi feito o corte das plantas rente ao solo e a parte aérea foi acondicionada em sacos de papel e levadas para secar em estufa de circulação forçada de ar a $65\text{-}70^\circ\text{C}$, na qual permaneceram até atingir peso constante. Posteriormente, com o auxílio de balança analítica foi determinada a massa seca da parte aérea (MSPA).

Ao mesmo tempo em que foi conduzido o experimento em casa de vegetação foi feita incubação do solo em laboratório, usando as mesmas doses do composto, em DIC, com cinco repetições. Foram usados recipientes de plástico com capacidade para 300 mL, para os quais foram transferidos 250 cm^3

de solo tratado. A umidade foi mantida a 50% da capacidade de retenção de água por 90 dias, fazendo o controle por meio de pesagens a cada dois dias e reposição de água desionizada conforme a necessidade. Após 90 dias de incubação, as amostras foram secas ao ar, passadas em peneira de 2 mm e analisadas segundo métodos descritos em Raji et al. (2001). Foram avaliados valor de pH, acidez total, e teores de P, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺ e matéria orgânica (MO).

Os dados obtidos foram avaliados quanto à normalidade dos erros pelo teste de Shapiro-Wilk e quanto à homocedasticidade das variâncias pelo teste de Levene.

Os atributos químicos do solo foram avaliados pelo teste F em delineamento inteiramente ao acaso com cinco repetições e, em caso de significância, os efeitos das doses foram avaliados por regressão polinomial. Dentre as variáveis de planta, o procedimento estatístico adotado para matéria seca foi semelhante ao aplicado aos dados do solo, e altura e diâmetro foram avaliados segundo DIC em esquema fatorial, combinando os tempos de avaliação (3) e as doses de composto (5).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os atributos químicos das amostras de solo coletadas após 90 dias de incubação do solo com o composto estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização química das amostras de Latossolo Vermelho após 90 dias de incubação com composto de aquicultura.

Doses	P	MO	pH CaCl ₂	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H+Al	Al ³⁺	SB	CTC	V
t ha ⁻¹	mg/dm ³	g/dm ³									%
0	11,20	23,60	4,68	1,58	29,40	7,60	37,60	2,00	39,00	76,60	50,60
10	34,40	25,00	4,90	3,22	34,80	8,00	35,00	1,20	45,80	80,60	56,60
20	62,20	27,00	4,84	4,66	40,20	8,20	34,80	1,20	53,40	88,40	60,20
30	74,20	28,00	5,02	6,00	40,60	8,60	34,20	1,20	55,20	89,40	61,60
40	175,00	32,40	5,12	7,04	44,60	9,80	34,00	1,20	61,40	95,40	64,40
Teste F	53,84**	46,64**	3,68*	737,97**	6,68**	11,80**	3,13*	4,00*	12,44**	8,66**	16,88**
CV	26,84	4,06	4,01	3,97	13,46	6,49	5,2	29,41	10,81	6,59	4,93

Concentração do fósforo (P), matéria orgânica (MO), pH em CaCl₂, potássio (K⁺), cálcio (Ca²⁺), magnésio (Mg²⁺), acidez total (H+Al), alumínio (Al³⁺), soma de bases (SB), capacidade de troca catiônica (CTC) e índice de saturação por bases (V%), em relação as doses de composto, em amostras de Latossolo Vermelho adubado com composto produzido a partir de resíduos de aquicultura e restos vegetais.

Verifica-se que houve influência do composto orgânico para as variáveis avaliadas após o experimento de incubação do solo por 90 dias. Todas as variáveis no solo avaliado apresentaram aumentos lineares em função das doses de composto aplicado, exceto acidez total e trocável, que diminuíram, segundo modelo quadrático (Figuras 1 e 2).

Ocorreu aumento nos teores dos nutrientes, sendo a taxa de incremento a cada tonelada de composto de 3,67 mg dm⁻³ para P; matéria orgânica (MO) 0,93 g dm⁻³; potássio (K⁺) 0,99 mmol_c dm⁻³; pH em CaCl₂ 0,87 unidade; cálcio (Ca²⁺) 0,94 mmol_c dm⁻³; magnésio (Mg²⁺) 0,88 mmol_c dm⁻³; soma de bases (SB) 0,97 mmol_c dm⁻³; capacidade de troca catiônica (CTC) 0,96 mmol_c dm⁻³; e V% de 0,9391 %.

Assim, para cada tonelada de composto aplicada no solo, observou-se uma relação de proporcionalidade para os macronutrientes fósforo, potássio, cálcio e magnésio, bem como para matéria orgânica, pH, CTC, soma de bases

e o V%. Todavia, para Al^{3+} e H+Al , houve relação inversamente proporcional à medida que se aumentou a dose, como mostram as Figuras 1 e 2.

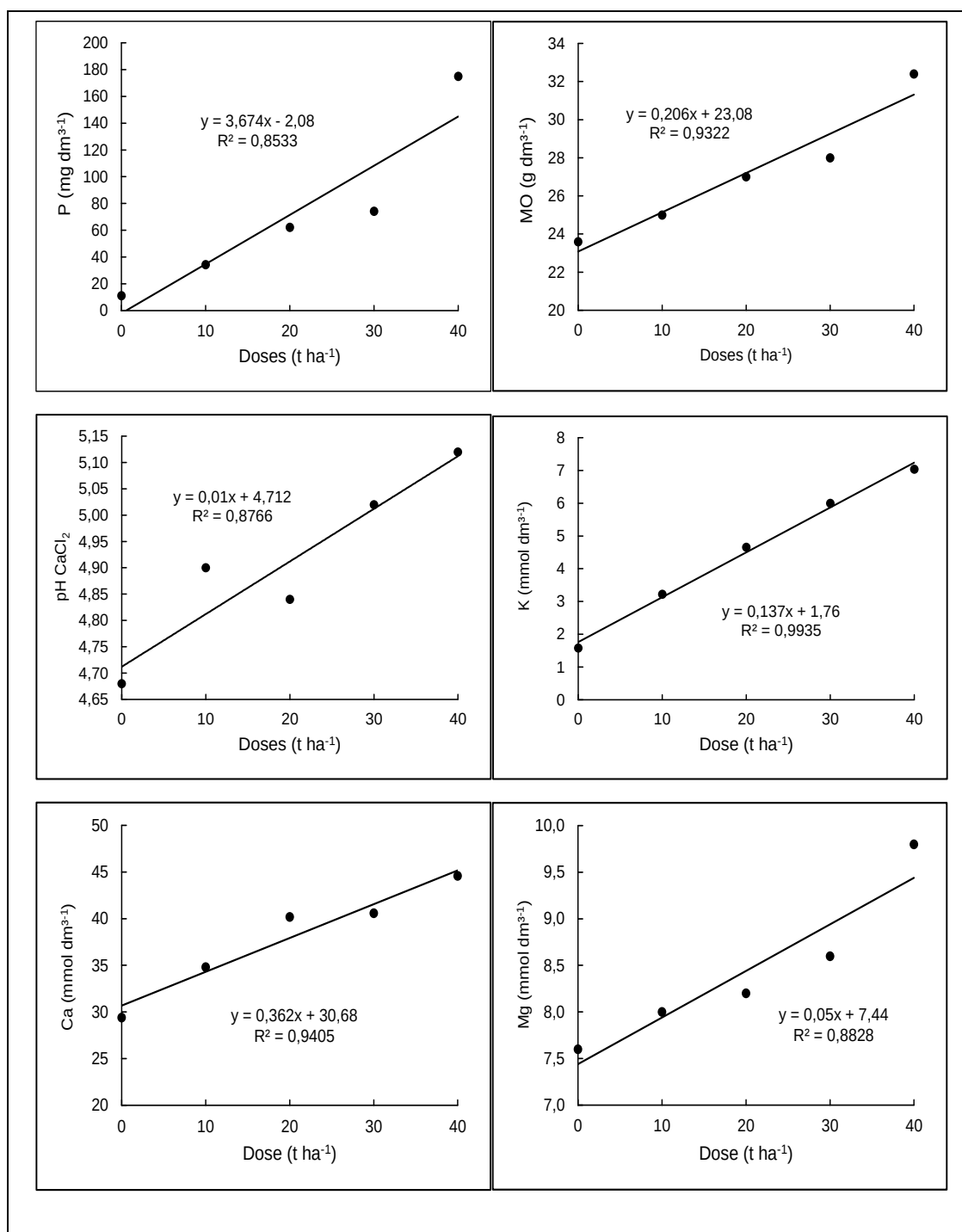


Figura 1. Valores de pH e teores de MO, P, K Ca e Mg em Latossolo Vermelho adubado com composto de resíduos de aquicultura, após 90 dias de incubação em laboratório.

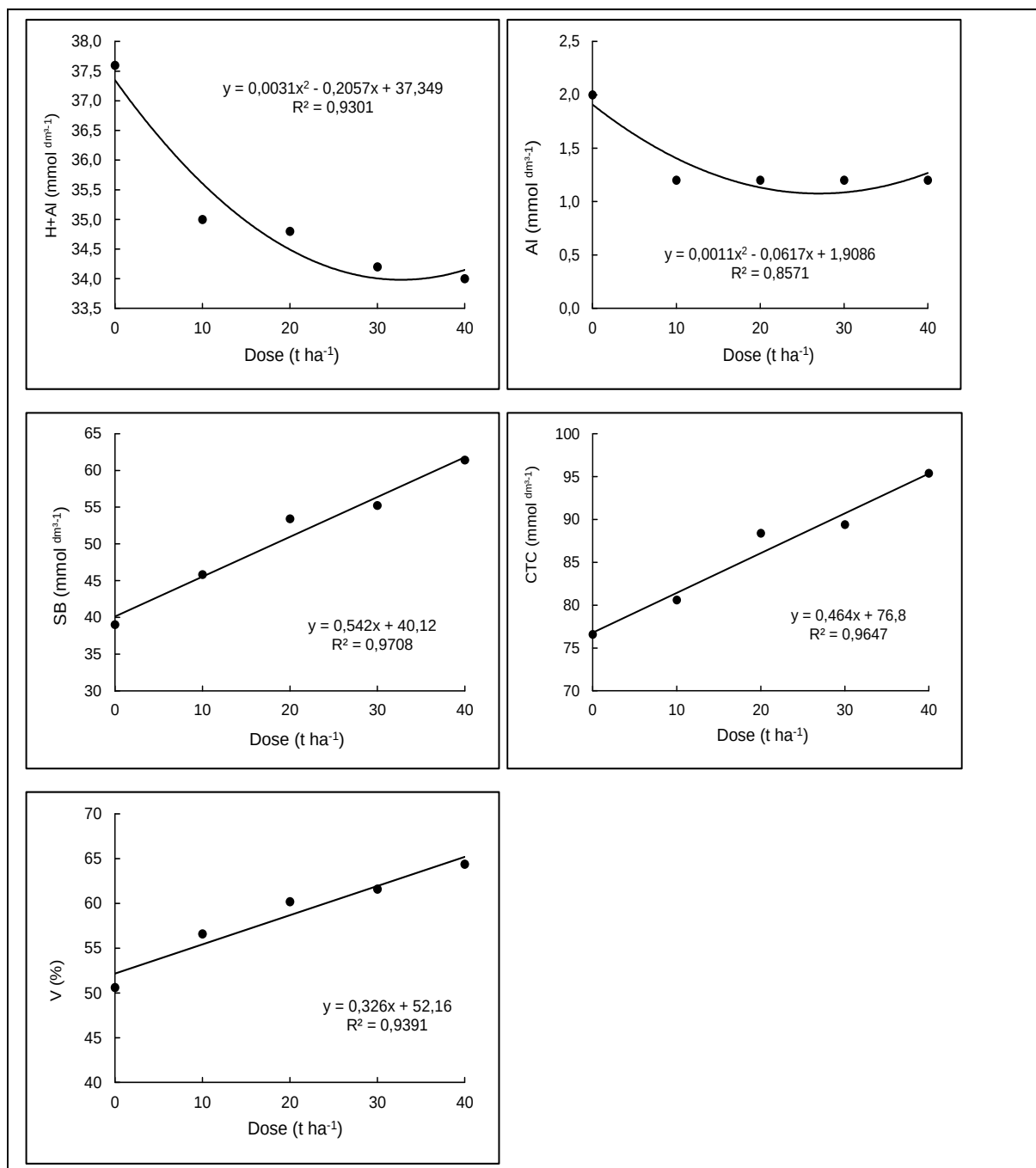


Figura 2. Valores de acidez total e trocável, soma de bases, CTC e índice de saturação por bases em Latossolo Vermelho adubado com composto de resíduos de aquicultura, após 90 dias de incubação em laboratório.

Os aumentos nos teores de nutrientes no solo refletem as concentrações existentes no composto e a diminuição da acidez está, pelo menos em parte, associada a complexação do Al^{3+} pelos compostos orgânicos liberados durante a transformação do adubo orgânico.

O material orgânico, quando incorporado ao solo, exerce influência nos teores de nutrientes desde que manejado de maneira eficiente. Por apresentar elementos essenciais às plantas, quando ocorre a decomposição dos materiais orgânicos pela ação de microrganismos, há aumento nas quantidades de macro e micronutrientes no solo (MANTOVANI; YAGI, 2010; ERNANI, 2008). Além da capacidade de fornecer nutrientes, a aplicação de resíduos orgânicos ao solo pode promover incrementos nos teores de matéria orgânica do mesmo.

O efeito do aumento das doses de adubo orgânico nos atributos químicos do solo também foi observado com esterco bovino, no cultivo de feijão-caupi, por Holanda et al. (1984).

Os valores observados na Tabela 1 apontam que o composto de resíduos de aquicultura pode ser utilizado como fonte de P e Ca^{2+} para diversas culturas, devido aos elevados teores desses nutrientes presentes no composto de resíduo de aquicultura.

Os teores de P disponível, após a incubação, apresentaram aumento em função das doses do fertilizante, sobretudo com a aplicação da dose de 40 t ha^{-1} , que aumentou em relação ao tratamento controle em 1.463%. Essa elevação na disponibilidade do P tem relação com o aumento do pH e do teor de matéria orgânica (ABREU Jr. et al., 2002). Esse resultado era esperado, pois o adubo orgânico continha concentração considerável de P na sua composição. Ainda, o

solo adsorve ácidos orgânicos com mais força, que competem com os sítios de adsorção de fósforo, e com isso, há aumento substancial na disponibilidade do nutriente no solo (HAYNES,1984). Esse aumento nos teores de fósforo no solo também foi relatado por Herron e Erhart (1965), Liebhardt (1976) e mais recentemente por Gomes et al. (2005).

O aumento também pode ser observado para o K, que variou de uma classe de teores baixos para as classes média e alta (RAIJ et al., 1997).

O comportamento dos teores de cálcio trocável (Ca^{+2}), pH e V% têm base na grande quantidade de composto que foi aplicada. Além disso, nos restos dos animais usados na produção do composto, há uma grande quantidade de ossos que contribui com carbonatos (SOUZA, 2012b). Assim, o aumento do Ca^{+2} se justifica pela presença de elevados teores do elemento na carcaça dos animais e que entra na composição das leiras de compostagem.

A incorporação do composto orgânico refletiu em aumento no valor de pH do solo, que tem tendência a ficar menos ácido com o aumento das doses do composto, como relatado por Sanes et al. (2015) ao pesquisar as características químicas de outros tipos de resíduos de pesca. O aumento observado pode ser explicado pela presença de ânions orgânicos solúveis, que adsorvem H^+ da solução do solo por meio de troca que envolve principalmente íons Ca^{+2} , e que, quando oxidados, os compostos liberam CO_2 e H_2O , diminuindo assim a acidez do solo (ABREU JR. et al., 2000; PAVAN et al., 1997).

Segundo Abreu Júnior et al. (2000), a elevação do pH pode ter algumas explicações como: presença de humatos alcalinos; produção de hidroxilas, em que o oxigênio presente na solução do solo atua como receptor de elétrons

oriundos da oxidação microbiana do carbono orgânico, ou com consumo de H^+ e complexação de H^+ e Al^{3+} .

Os subprodutos orgânicos da fração não húmica da MO podem influenciar na variação da acidez do solo, podendo não só aumentar como diminuir, ou também não causar alteração. Em solos que já apresentam acidez alta, a adição de adubos orgânicos normalmente aumenta o pH, por esses materiais adsorverem íons H^+ presentes no solo (ERNANI, 2008). O efeito no pH que o composto proporciona quando aplicado ao solo tem relação com sua composição e origem, principalmente com os teores de carbonatos ou outros componentes de reação alcalina, e varia de acordo com o poder tampão do solo e com a dose aplicada (CASSOL et al., 2005; WHALEN et al., 2000).

O aumento da CTC com a aplicação do adubo orgânico indica que o uso direto no solo pode favorecer a retenção de nutrientes provenientes da adubação, diminuindo a probabilidade de perdas por lixiviação. O aumento nos valores de CTC efetiva e CTC potencial, em função de doses do composto orgânico de resíduo de aquicultura, também foram relatados por Gomes (1992).

O aumento da saturação por bases deu-se pelo aumento das bases trocáveis e diminuição simultânea do $H+Al$.

A matéria orgânica contém uma abundância notável de vários elementos essenciais para o bom desenvolvimento das plantas, e conta principalmente com N, S, P, Ca e B, que são liberados na solução do solo quando ocorre a decomposição e mineralização feita por microrganismos (ERNANI, 2008). Como observado na Figura 1, ocorreu aumento linear nos teores de MO à medida que as doses do adubo aumentaram. Resultados semelhantes são encontrados nos

trabalhos de Maria et al. (2007) e Aggelides et al. (2000). Esse efeito, entretanto, sofre variação de acordo com o tempo, pois apresenta diferentes taxas de decomposição, que é influenciada pelas condições climáticas (Monnier, 1965). Mundus et al. (2008) afirmaram que resíduos orgânicos de alta qualidade incorporados no solo decompõem-se bem mais rapidamente que materiais orgânicos de menor qualidade, como o esterco.

Houve diminuição do Al^{+3} no solo de maneira quadrática em função das doses aplicadas; na dose 0 havia $2 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$, e após a incorporação de 40 t ha^{-1} do adubo orgânico, ocorreu a redução para $0,8 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$, que corresponde a 60% a menos de alumínio trocável no solo (Figura 2). Esse resultado pode ser associado aos compostos orgânicos hidrossolúveis, originados da decomposição de resíduos orgânicos, que complexam cátions de reação ácida (Fe^{+2} , Mn^{+2} e Al^{+3}) encontrados na solução do solo, liberando ânions (OH^- , HCO_3^-) que reagem com o alumínio e aumentam o pH (PETRERE; ANGHINONI, 2001).

O composto não só aumentou o V% em 13,8% comparando as doses 0 e 40 t ha^{-1} , como também elevou o pH; diminuiu a acidez potencial e os teores de alumínio do solo, resultando em melhoria de qualidade química do meio de cultivo, através do aumento da fertilidade do solo.

Apesar do ganho de qualidade nos atributos do solo, tal fato não exerceu a influência significativa esperada no crescimento inicial das mudas de *Eugenia pyriformis* Cambess, uma vez que as avaliações dos efeitos das doses na altura, no diâmetro e na produção de matéria seca não se diferenciaram, conforme a Tabela 2.

Tabela 2. Altura, diâmetro do caule e produção de matéria seca de mudas de uvaia adubadas com composto de resíduos de aquicultura.

Doses (t. ha ⁻¹)	Diâmetro (mm)			Altura (cm)			Matéria seca (g)
	30 DAT	60 DAT	90 DAT	30 DAT	60 DAT	90 DAT	
0	5,00	5,00	6,40	40,00	51,88	53,98	13,23
10	4,40	5,60	6,00	40,10	58,98	61,68	15,26
20	4,20	5,60	6,40	38,24	53,48	58,54	16,41
30	4,00	6,00	6,00	36,32	51,80	53,74	17,86
40	4,00	5,20	5,40	37,42	48,84	52,90	11,03
Médias	4,32b	5,48a	6,04a	38,41b	53,00a	56,17a	14,759 ^{NS}
Teste F							
Dose	1,13 ^{NS}			1,95 ^{NS}			1,1095 ^{NS}
Tempo	25,77 ^{**}			36,46 ^{**}			-
Interação DxT	1,08 ^{NS}			0,29 ^{NS}			-
CV (%)	16,37			15,94			24,549

DAT (dias após o transplantio). Médias seguidas por letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ^{NS} não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F. ^{**}significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

O diâmetro é uma característica importante na produção de mudas e está ligada à sua capacidade de sobrevivência no campo, e à formação e crescimento de nova raízes (GOMES et al., 2013), mas em 90 dias não aumentou em função das doses de composto. Houve apenas crescimento em função do tempo, assim como ocorreu com a altura, e apenas considerando o intervalo entre 30 e 60 dias.

A não resposta às doses de composto pode estar associada à duração do experimento, insuficiente para que uma espécie não pioneira, de crescimento lento, respondesse à melhora na qualidade química do substrato.

5. CONCLUSÕES

O composto favoreceu aumento na disponibilidade de nutrientes e contribuiu para o controle da acidez do solo, reduzindo os teores de alumínio trocável e a acidez total.

As doses de composto de resíduos de aquicultura no transplante de mudas de uvaia não influenciaram no crescimento inicial da espécie, o que pode ser atribuído ao fato da uvaia ser uma espécie arbórea de crescimento lento.

6. REFERÊNCIAS

ABREU JUNIOR, C. H. et al. Condutividade elétrica, reação do solo e acidez potencial em solos adubados com composto de lixo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, n. 3, p. 635-647, 2000.

ABREU JÚNIOR, C. H.; MURAOKA, T.; OLIVEIRA, F. C. Carbono, nitrogênio, fósforo e enxofre em solos tratados com composto de lixo urbano. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, p. 769-780, 2002.

AGGELIDES, S. M.; LONDRA, P. A. Effects of compost produced from town wastes and sewage sludge on the physical properties of a loamy and a clay soil. **Bioresource technology**, v. 71, n. 3, p. 253-259, 2000.

ALFAIA, R. G. S. M.; COSTA, A. M.; CAMPOS, J. C. Resíduos sólidos municipais no Brasil: uma revisão. **Waste Management & Research**, v. 35, n. 12, p. 1195-1209, 2017.

ANDREEV, N. et al. Treatment of source-separated human feces via lactic acid fermentation combined with thermophilic composting. **Compost Science & Utilization**, v. 25, n. 4, p. 220-230, 2017. <https://doi.org/10.1080/1065657X.2016.1277809>.

ANDRIOLI, I.; CENTURION, J. F. Levantamento detalhado dos solos da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal. In: **Congresso Brasileiro de Ciência do solo**. 1999. p. 32. ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta, 129 p., 2010.

ARRUDA, L. F.; BORGHESI, R.; OETTERER, M. Use of fish waste as silage: a review. **Brazilian archives of Biology and Technology**, v. 50, p. 879-886, 2007.

ASSAD, L. T.; BURSZTYN, M. Aquicultura no Brasil: bases para um desenvolvimento sustentável. 2000.

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, n. 22, p. 5444-5453, 2009.

BRASIL, Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Disponível em. Acesso em: 10 ago. 2021.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura - MPA. **Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura**, 2010. Disponível em: http://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/biblioteca/download/estatistica/est_2011_bol__bra.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2016.

BROGAARD, L. K. et al. Quantifying capital goods for biological treatment of organic waste. **Waste Management & Research**, v. 33, n. 2, p. 96-106, 2015.

BUENO, P. et al. Optimizing composting parameters for nitrogen conservation in composting. **Bioresource Technology**, v. 99, n. 11, p. 5069-5077, 2008.

CARNEIRO, J. G. A. Produção e controle de qualidade de mudas florestais. Curitiba: UFPR/FUPEF, 451p, (1995).

CASSOL, P. C. et al. **Valores de pH e alumínio trocável do solo em função de doses de calcário e de estrumes de bovino, frango e suíno**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 30., 2005, Recife. Resumos expandidos... Recife: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005.

COELHO, F. C. **Manual Técnico**, Programa Rio Rural. Niterói: 2008. Disponível em: <<http://www.pesagro.rj.gov.br/downloads/riorural/03%20Composto%20Organico.pdf>>. Acesso em 1 set. 2014.

CONTRERAS-GUZMÁN, E. S. 1994 Bioquímica de pescados e derivados. Jaboticabal: FUNEP, 409p.

CORRÊA, J. C.; BÜLL, L. T.; CRUSCIOL, C. A. C.; FERNANDES, D. M.; PERES, M. D. M. Aplicação superficial de diferentes fontes de corretivos no crescimento radicular e produtividade da aveia preta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 4, p. 1583-1590, 2008.

COSTA, M. S. S. M.; COSTA, L. A. M.; OLIBONE, D.; RÖDER, C.; BURIN, A.; KAUFMANN, A. V.; ORTOLAN, M. L. Efeito da aeração no primeiro estágio da compostagem de carcaça de aves. **Engenharia Agrícola**, v. 25, n. 2, p. 549-556, 2005.

CUNHA, A. M.; CUNHA, G. M.; SARMENTO, R. A.; CUNHA, G.M.; A F. T. Efeito de diferentes substratos sobre o desenvolvimento de *Acacia* sp. **Revista Árvore**, v.30, n.2, p.207-214, 2006.

DALANHOL, S. J.; KRATZ, D.; NOGUEIRA, A. C.; GAIAD, S. **Efeito da adubação no crescimento de mudas de *Eugenia uniflora* L.** In: FERTBIO, 2012, Maceió-AL. Anais... Viçosa MG: SBCS, p. 3, 2012.

DIAS, D. C. S. **ESTRATÉGIAS PARA GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO MUNICÍPIO DE PIRACANJUBA-GO**. 147 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Católica de Goiás - Goiânia – GO, 2009.

DONADIO, L. C.; MÔRO, F. V.; SERVIDONE, A. A. Frutas brasileiras. 2. ed. Jaboticabal: **Editora Novos Talentos**. 2002, 148 p.

ERNANI, P. R. Química do solo e disponibilidade de nutrientes. Lages: UDESC, 2008. 230 p.

FAO. The state of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action. Rome. 2020.

FARIA, J. C. T.; CALDEIRA, M. V. W.; DELARMELINA, W. M.; ROCHA, R. L. F. Uso de resíduos orgânicos na produção de mudas de Senna alata (L.) Roxb. **Revista Ecologia e Nutrição Florestal**, v. 3, n. 1, p. 133-146, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.13086/2316-980x.v01n03a05>

FELTES, M. M. C.; CORREIA, J. F. G.; BEIRÃO, L. H.; BLOCK, J. M.; NINOW, J. L.; SPILLER, V. R. Alternativas para a agregação de valor aos resíduos da industrialização de peixe. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.6, p. 669 – 677, 2010.

FERNANDES JÚNIOR, F.; KANO, C.; AZEVEDO FILHO, J.A.; DONADELLI, A. Efeito de fertilizante orgânico oriundo de restos de pescado fresco fermentado, em batata produzida em sistema orgânico. **Horticultura Brasileira**, v. 27, n. 2, p. 184-188, 2009.

GOMES, D. R.; CALDEIRA, M. V. W.; DELARMELINA, W. M.; GONÇALVES, E. O.; TRAZZI, P. A. Lodo de esgoto como substrato para produção de mudas de Tectona grandis L. **Cerne**, 19, 123-131, 2013.

GOMES, J. A.; SCAPIM, C. A.; BRACCINI, A. L. B.; VIDIGAL FILHO P. S.; SAGRILO E.; MORA, F. Adubações orgânica e mineral, produtividade do milho e características e físicas e químicas de um Argissolo Vermelho-Amarelo. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 27, n. 3, p. 521-529, 2005.

GOMES, P. C. **Influência da cobertura vegetal na formação e evolução do humus e sua relação com algumas propriedades físico-químico de um latossolo vermelho-amarelo do Município de Viçosa-MG**. Universidade Federal de Viçosa, 1992.

HIGASHIKAWA, F. S.; SILVA, C. A.; NUNES, C. A.; BETTIOL, W.; GUERREIRO, M. C. Physico-Chemical Evaluation of Organic Wastes Compost-Based Substrates for Eucalyptus Seedlings Growth. **Communications in soil science and plant analysis**, New York, v. 47, n. 5, p. 581-592, 2016. DOI: <https://dx.doi.org/10.1080/00103624.2016.1146741>

HOLANDA, J. S.; TORRES FILHO, J.; BEZERRA, F. Alterações na fertilidade de dois solos adubados com esterco de curral e cultivados com caupi. **Revista brasileira de ciência do solo**, v. 8, n. 3, p. 301-304, 1984.

ILLERA-VIVES, M. et al. Mineralization dynamics in soil fertilized with seaweed–fish waste compost. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 95, n. 15, p. 3047-3054, 2015.

INÁCIO, C.T.; MILLER, P. R. M. Conceitos básicos e microbiologia da compostagem. In: INÁCIO, C.T., MILLER, P.R.M. (Eds.) Compostagem: Ciência e prática para a gestão de resíduos orgânicos. Rio de Janeiro: **Embrapa Solos**, p 31-54, 2009.

KIEHL, E. J. Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto. 6ª ed. **Agronômica Ceres Ltda.**, Piracicaba, 171p, 2012.

KNAPIK, J. G. Utilização do pó de basalto como alternativa à adubação convencional na produção de mudas de *Mimosa scabrella* Benth e *Prunus sellowii* Koehne. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2005. 163p. Dissertação de Mestrado.

LALANDER, C.; NORDBERG, A.; VINNERÅS, B. A comparison in product-value potential in four treatment strategies for food waste and faeces - assessing composting, fly larvae composting and anaerobic digestion. **Global Change Biology Bioenergy**, v. 10, p. 84-91, 2018. <https://doi.org/10.1111/gcbb.12470>

LAOS, F.; MAZZARINO, M. J.; WALTER, I.; ROSELLI, L.; SATTI, P.; MOYANO, S. Composting of fish offal and biosolids in northwestern Patagonia. **Bioresource Technology**, v. 81, p. 179-186, 2001.

LARNEY, F. J.; HAO, X. A review of composting as a management alternative for beef cattle feedlot manure in southern Alberta, Canada. **Bioresour. Technol.** v. 98, p. 3221–3227, 2007.

LEBRON, I.; SUAREZ, D. L.; SCHAAP, M. G. Soil pore size and geometry as a result of aggregate-size distribution and chemical composition. **Soil Science**, v.167, n.3, p.165-172, 2002.

LIAO, P. H.; JONES, L.; LAU, A. K.; WALKMEYER, S.; EGAN, B.; HOLBEK, N. Composting of fish wastes in a full-scale in-vessel system. **Bioresource Technology**. v. 59, p. 163-168, 1997.

LOPES, I. G. Tratamento de resíduos da aquicultura: compostagem e uso de mosca soldado negro. Tese de Doutorado, Centro de Aquicultura – FCAV/ UNESP.a. 133 p., 2020.

LOPES, J. M. M. et al. Uma exploração preliminar do potencial da ingestão de suco de *Eugenia uvalha* Cambess para combater o estresse oxidativo. **Food Research International**, v. 105, p. 563-569, 2018.

LÓPEZ-MOSQUERA, M. E.; FERNÁNDEZ-LEMA, E.; VILHARES, R.; CORRAL, R.; ALONSO, B.; BLANCO, C. Composting fish waste and seaweed to produce a fertilizer for use in organic agriculture. **Procedia Environmental Sciences**, v. 9, p. 113-117, 2011.

MALAVOLTA, E. Manual de nutrição mineral de plantas. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, p. 638, 2006.

MANTOVANI, J. R.; YAGI, R. Matéria orgânica do solo. VALE, D. W.; SOUSA, J. I.; PRADO, R. M. Manejo da fertilidade do solo e nutrição de plantas. Jaboticabal: FCAV. p. 69-96, 2010.

MARIA, I. C.; KOCSSI, M. A.; DECHEN, S. C. Agregação do solo em área que recebeu lodo de esgoto. **Bragantia**, v. 66, n. 2, p. 291-298, 2007.

MATTOS, J. R. **Estudo pomológico dos frutos indígenas do Rio Grande do Sul**. Oficinas Gráficas da Imprensa Oficial, 1954.

MENGISTU, T.; GEBREKIDAN, H.; KIBRET, K.; WOLDETSADIK, K.; SHIMELIS, B.; YADAV, H. Comparative effectiveness of different composting methods on the stabilization, maturation and sanitization of municipal organic solid wastes and dried faecal sludge mixtures. **Environmental Systems, Research**, v. 6, p. 1-16. 2017. <https://doi.org/10.1186/s40068-017-0079-4>.

MONNIER, G. Action des matières organiques sur la stabilité structurale des sols. Thèse. **Faculté des sciences de Paris**, 1965.

MUIR, J. Aquaculture and the environment: challenges for the millenium. In: Eurofish Report Trade Conference. **Agra Europe**, London. p. 7 1995.

MUNDUS, S.; MENEZES, R. S. C.; NEERGAARD, A.; GARRIDO, M. S. Maize growth and soil nitrogen availability after fertilization with cattle manure and/or gliricidia in semiarid NE Brazil. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v.82, n.1, p.61-73, 2008. doi:10.1007/s10705-008-9169-z.

NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.) **Fertilidade do Solo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007.

OLIVEIRA, M. C.; OGATA, R. S.; ANDRADE, G. A.; SANTOS, D. S. S.; SOUZA, R. M.; GUIMARÃES, T. G.; SILVA JUNIOR, M. C.; PEREIRA, D. J. S. RIBEIRO, J. F. **Manual de viveiro e produção de mudas: espécies arbóreas nativas do Cerrado**. Editora Rede de Sementes do Cerrado. p. 124, 2016.

OLIVEIRA, R. C. O panorama da aquícultura no Brasil: a prática com foco na sustentabilidade. **Revista INTERTOX de toxicologia, risco ambiental e sociedade**, v. 2, n. 1, p. 71-89, 2015.

OSTRENSKY, A.; BOEGER, W. A. Principais problemas enfrentados atualmente pela aquícultura brasileira, p. 23, 2007.

PACHECO, M. G. F. et al. Avaliação da qualidade do adubo orgânico produzido pelo processo de compostagem, a partir dos resíduos de pescado gerados no Mercado do Peixe em São Luís—MA. **Revista Geama**, v. 5, n. 2, p. 43-48, 2019.

PANORAMA DA AQUICULTURA. Aquicultura no Brasil: Principais espécies, áreas de cultivo, rações, fatores limitantes e desafios. **Panorama da Aquicultura**, 2015. Disponível em: <<https://panoramadaaquicultura.com.br/aquicultura-no-brasil-principais-especies-areasde-cultivo-racoes-fatores-limitantes-e-desafios/>>. Acesso em: jul. 2021.

PAVAN, M. A.; CHAVES, J. C. D.; SIQUEIRA, R.; ANDROCIOLI FILHO, A. Cultura do cafeeiro: O sistema de plantio adensado e a melhoria da fertilidade do solo. **Inf. Agron**, v. 80, p. 1-7, 1997.

PEREIRA NETO, J. T. Compostagem: Fundamentos e Métodos. In: **Simpósio Sobre Compostagem**, Botucatu. Ciência e Tecnologia: Anais... Botucatu: 55 Departamento de Recursos Naturais, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, 2004. 1 CD-ROM

PEREIRA, M. C. et al. "Caracterização e potencial antioxidante de frutas brasileiras da família Myrtaceae." **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 60, n.12, p. 3061-3067, 2012.

PETRERE, C.; ANGHINONI, I. Alteração de atributos químicos no perfil do solo pela calagem superficial em campo nativo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, n. 25, p. 885- 895, 2001.

RADZIEMSKA, M.; VAVERKOVÁ, M. D.; ADAMCOVÁ, D.; BRTNICKÝ, M.; MAZUR, Z. Valorization of Fish **Waste Compost as a Fertilizer for Agricultural Use. Waste and Biomass Valorization**, v.10, p. 2537-2545. 2019. <https://doi.org/10.1007/s12649-018-0288-8>.

RAIJ, B. V.; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. (Eds.) Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais. **Campinas: Instituto Agrônômico**. p. 285, 2001.

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. Campinas: Instituto Agrônômico. p. 285, 1997. (Boletim Técnico, 100).

REITZ, R.; KLEIN, R. M.; RUS, A. **Projeto madeira do Rio Grande do Sul: termo de referência: estudo da matéria prima: levantamento das espécies florestais nativas com possibilidade de incremento e desenvolvimento**. Sudesul. p. 525, 1988.

RISTOW, N. C.; ANTUNES, L. E. C.; CARPENEDO, S. Substratos para o enraizamento de microestacas de mirtilheiro cultivar georgiagem. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal/SP, v. 34, n. 1, p. 262-268, 2012.

ROS, C.O.; REX, F. E.; RIBEIRO, I. R.; KAFER, P. S.; RODRIGUES, A. C.; SILVA, R. F.; SOMAVILHA, L. Uso de Substrato Compostado na Produção de Mudanças de Eucalyptus dunnii e Cordia trichotoma. **Floresta e Ambiente** v. 22, n. 4, p. 549-558, 2015.

RUFINO, M. S.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F.; MANCINI-FILHO, J. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 nontraditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, v. 121, n. 4, p. 996-1002, 2010

SANES, F. S. M.; STRASSBURGER, A. S; ARAÚJO, F. B.; MEDEIROS, C. A. B. Compostagem e fermentação de resíduos de pescado para produção de fertilizantes orgânicos. **Semina Ciências Agrárias**, v. 36, p. 1241-1252, 2015.

SANTOS, S. S.; SOARES A. A.; MATOS, A. T.; MANTOVANI, E. C.; BATISTA, R. O. Efeitos da aplicação localizada de esgoto sanitário tratado nas características químicas do solo. **Engenharia na Agricultura**, v.14 n.1, p.32-38, 2005.

SCHAUB, S. M.; LEONARD, J. J. Composting: An alternative waste management option for food processing industries. **Trends in Food Science & Technology**, v.7. p. 263-268,1996.

SCHMIDT, H. O. et al. Diversidade de vitaminas e compostos bioativos de sete espécies de frutas do sul do Brasil. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 99, n.7, p. 3307-3317, 2019.

SCHULTER, E. P.; VIEIRA FILHO, J. E. R. Desenvolvimento e potencial da tilapicultura no Brasil. **Revista de Economia e Agronegócio**, v. 16, n. 2, p. 177-201, 2018.

SEBRAE. **Diagnóstico dos Resíduos da Pesca e Aquicultura do Espírito Santo**. Brasil: Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas, 2010.

SGANZERLA, W. G. et al. Propriedades nutricionais, físico-químicas e antimicrobianas da polpa de uvaia (*Eugenia pyriformis* Cambess). **Communications in Plant Sciences**, v. 8, n.1, p.1-7, 2018.

SILVA, A.; GOMES, P., et al. Características dos frutos de duas populações de uvaia cultivadas em Salesópolis, SP, Brasil. **Revista Brasileira de fruticultura**, v. 40, p. 2 2018.

SILVA, R. S. M.; CHAVES, L. J.; NAVES, R. V. Caracterização de frutos e árvores de cagaita (*Eugenia dysenterica* DC.) no sudeste do estado de Goiás, Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. 23, n. 2, p. 330-334, 2001. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452001000200026>

SIMONETE, M. A., et al. Efeito do lodo de esgoto em um Argissolo e no crescimento e nutrição de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, p. 1187-1195, 2003.

SIPAÚBA-TAVARES, L.H.; ALVAREZ, E. J. S.; BRAGA, F. M. S. Water quality and zooplankton in tanks with larvae of *Brycon orbignyanus* (Valenciennes, 1949). **Brazilian Journal Biology**, v. 68, n. 1, p. 77-86, 2008.

SOUZA, H. A. et al. Atributos químicos do solo tratado com composto orgânico de carcaça e despojo de abate de caprinos e ovinos. **Embrapa Caprinos e Ovinos- Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2012a.

SOUZA, H. A.; OLIVEIRA, E. L.; MODESTO, V. C.; MONTES, R. M.; NATALE, W. Atributos químicos do solo tratado com composto orgânico de carcaça e despojo de abate de caprinos e ovinos. Sobral: **Embrapa Caprinos e Ovinos**, p. 8, 2012b. (Comunicado Técnico, 127).

SREESAI, S.; PEAPUENG, P.; TIPPAYAMONGKONKUN, T.; STHIANNOPKAO, S. Assessment of a potential agricultural application of Bangkok-digested sewage sludge and finished compost products. **Waste Management & Research**, v. 31, p. 925-936, 2013. <https://doi.org/10.1177/0734242X/13494261>.

STIEVEN, A. C.; MOREIRA, J. J. S.; SILVA, C. F. Óleos essenciais de uvaia (*Eugenia pyriformis* Cambess): avaliação das atividades microbiana e antioxidante. **Eclética Química**, v. 34, p. 7-16, 2009.

TALBOT, C.; HOLE, R. Fish diets and the control of eutrophication resulting from aquaculture. **Journal of Applied Ichthyology**. v.10, n. 4, p. 258-270, 1994.

VALENÇA, A. R.; SANTOS, P. R. **Engenharia de Aquicultura no Brasil: Pesquisas, Tendências e Atualidades**. p. 50-54, 2018.

VIDOTTI, R. M.; LOPES, I. G. Resíduos orgânicos gerados na piscicultura. **Pesquisa e Tecnologia**. v. 13, n. 2, p.1-6, 2016.

WHALEN, J. K. et al. Cattle manure amendments can increase the pH of acid soils. **Soil Science Society of America Journal, Madison**, v.64, p 962-966, 2000.