

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL**

ADUBAÇÃO DE MUDAS DE ACEROLA COM COMPOSTO DE PESCADO

Ana Laura Da Costa Antonio Santos

Jaboticabal/SP
1º. Semestre/2025

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL**

ADUBAÇÃO DE MUDAS DE ACEROLA COM COMPOSTO DE PESCADO

Ana Laura Da Costa Antonio Santos
Orientadora: Profa. Mara Cristina Pessôa da Cruz

Trabalho apresentado à Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias - Unesp,
Campus de Jaboticabal, para graduação em
ENGENHARIA AGRONÔMICA.

Jaboticabal/SP
1º. Semestre/2025

S237a

Santos, Ana Laura da Costa Antonio

Adubação de mudas de acerola com composto de pescado / Ana Laura da Costa Antonio Santos. -- Jaboticabal, 2025

43 p. : il., tabs., fotos

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Engenharia Agrônômica) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal

Orientadora: Mara Cristina Pessoa da Cruz

1. Malpighia emarginata. 2. Adubação orgânica. 3. Fertilidade do solo. I. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CÂMPUS DE JABOTICABAL

DEPARTAMENTO: CIÊNCIA DO SOLO

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO
TRABALHO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

TÍTULO: Adubação de mudas de acerola com composto de pescado

ACADÊMICO: Ana Laura Da Costa Antonio Santos

CURSO: Engenharia Agrônômica

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

Aprovado e corrigido de acordo com as sugestões da Banca Examinadora

BANCA EXAMINADORA:

(Nomes)

(Assinaturas)

Presidente Profa. Dra. Mara Cristina Pessoa da Cruz

Mara Cristina Pessoa da Cruz

Membro Prof. Dr. Douglas Henrique Bandeira

Douglas H. Bandeira

Membro Me. Jairo Neves Oliveira

Jairo Neves de Oliveira

Jaboticabal 09 / 06 / 2025

Aprovado em reunião do Conselho do Departamento em:

10 / 06 / 2025

Aprovado Ad Referendum do
Conselho do Departamento

[Assinatura]

Chefe do Departamento

Dedico à minha mãe, Camila Aparecida da Costa Antonio (*in memoriam*), que me deu asas para que eu pudesse voar o mais alto possível e que hoje é o anjo que me guarda lá de cima.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus e à Nossa Senhora Aparecida, minha protetora e intercessora, padroeira do Brasil, dos agrônomos e cuja festa celebra-se um dia antes do meu aniversário — um sinal da sua presença constante na minha vida. A fé sempre foi minha base e minha força em todos os momentos dessa caminhada.

Agradeço, com todo o meu amor, à minha mãe, Camila Aparecida da Costa Antônio, que já foi morar com Deus. Sua ausência física é sentida todos os dias, mas tenho certeza de que, lá de cima, ela continua cuidando de mim, me protegendo e guiando meus passos. Dedico a ela, com muita saudade e gratidão, essa importante etapa da minha vida.

À minha avó, Maria Helena da Costa, que com tanto carinho e dedicação cuidou de mim a vida inteira, oferecendo amor, exemplo e apoio incondicional. Em todos esses anos, nunca me faltou nada graças à sua força e cuidado. Minha eterna gratidão.

Aos meus irmãos, que são tudo para mim, verdadeiros companheiros de vida, fonte de alegria, amor e força. Aos meus primos, que foram criados como irmãos, com quem compartilho vínculos profundos de carinho e amizade.

Aos meus tios, que sempre estiveram ao meu lado, oferecendo cuidado, conselhos e incentivo em todos os momentos.

Ao meu pai, que, mesmo à distância, demonstrou orgulho pelas minhas conquistas. Sou grata pelo apoio ao longo desse caminho.

À professora Mara Cristina Pessôa da Cruz, que foi essencial na minha trajetória acadêmica, oferecendo apoio, incentivo e ensinamentos que levarei comigo para sempre. Sou extremamente grata por toda a sua ajuda e dedicação.

À República Dama de Copos, meu lar durante esses anos, onde vivi momentos de aprendizado, amizade e crescimento. Foi nesse espaço que construí memórias que sempre levarei comigo com muito carinho.

Aos meus colegas de curso e de laboratório, que estiveram ao meu lado nas aulas, nos estágios e, especialmente, na elaboração deste Trabalho de Conclusão de Curso. Cada troca, cada parceria e cada momento de convivência foram fundamentais para que eu chegasse até aqui.

A todos vocês, minha mais sincera e emocionada gratidão.

“Há um tempo certo para cada propósito debaixo do céu”
Eclesiastes, 3:1

ADUBAÇÃO DE MUDAS DE ACEROLA COM COMPOSTO DE PESCADO

RESUMO

A cultura da acerola tem grande potencial de expansão dentro da agricultura familiar. É considerada uma cultura rústica, mas como permite até três safras por ano, a adubação não deve ser dispensada. Entre os adubos, os compostos orgânicos são boas opções, incluindo os obtidos a partir de resíduos vegetais e animais mortos, originados de sistemas de produção que podem ser integrados à produção de frutíferas. O objetivo com o presente trabalho foi avaliar os efeitos do composto de pescado na melhoria da fertilidade do solo e no crescimento inicial de mudas de acerola. Foram conduzidos dois experimentos, um em laboratório e outro em casa de vegetação. Em ambos foi utilizado delineamento inteiramente ao acaso com cinco tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos foram doses de composto de pescado + poda urbana equivalentes a 0, 5, 10, 15 e 20 t ha⁻¹. O solo utilizado foi Latossolo Vermelho argiloso coletado na camada de 0-20 cm. No laboratório, o solo foi incubado com o composto por 90 dias, a 50% da capacidade de retenção de água e, ao final do período, foi feita determinação de atributos químicos. Na casa de vegetação, mudas de acerola cresceram por 120 dias nos vasos preenchidos com solo adubado conforme os tratamentos e, ao final, foram feitas avaliações biométricas, de produção de matéria seca e de acúmulo de nutrientes. A adubação do solo com o composto melhorou a fertilidade do solo, e os principais resultados foram aumentos lineares nos teores disponíveis de P, K, Ca, Mg e S. Apesar da melhoria na qualidade do solo, não houve resposta de crescimento e acúmulo de matéria seca das plantas. Os aumentos dos teores de P, K e S no solo causaram aumento de acúmulo desses nutrientes nas plantas, mas os efeitos foram bem menores do que os observados no solo. Os resultados permitem concluir que o crescimento inicial das mudas de acerola não é favorecido pela adubação com composto de pescado, confirmando a rusticidade da espécie, mas há necessidade de pesquisas em condições de campo que permitam avaliar as respostas em plantas adultas, em fase de produção.

Palavras-chave: *Malpighia emarginata* DC, adubação orgânica, fertilidade do solo

FERTILIZATION OF ACEROLA SEEDLINGS WITH FISH COMPOST

SUMMARY

Acerola cultivation has great potential for expansion within family farming. It is considered a rustic crop, but since it allows up to three harvests per year, fertilization is essential. Among the fertilizers, organic composts are good options, including those obtained from plant and dead animals in production systems, which can be integrated into fruit production. The objective with this study was to evaluate the effects of fish compost on improving soil fertility and the initial growth of acerola seedlings. Two experiments were carried out, one in the laboratory and the other in a greenhouse. In both experiments, a completely randomized design with five treatments and five replicates was used. The treatments were doses of fish compost + urban pruning equivalent to 0, 5, 10, 15 and 20 t ha⁻¹. The soil used was clayey Haplustox collected in the 0-20 cm layer. In the laboratory, the soil was incubated with the compost for 90 days at 50% of its water retention capacity, and at the end of the period, chemical attributes were determined. In the greenhouse, acerola seedlings grew for 120 days in pots filled with soil and fertilized according to the treatments, and at the end, biometric, dry matter production and nutrient accumulation assessments were made. Fertilizing the soil with the fish compost improved soil fertility, and the main results were linear increases in the available levels of P, K, Ca, Mg and S. Despite the improvement in soil quality, there was no response in plant growth and dry matter accumulation. Increases in the levels of P, K and S in the soil caused an increase in the accumulation of these nutrients in the plants, but the effects were much smaller than those observed in the soil. The results allow us to conclude that the initial growth of acerola seedlings is not favored by fertilization with fish compost, confirming the hardiness of the specie, but there is a need for research in field conditions that allow us to evaluate the responses in adult plants, in production.

Keywords: *Malpighia emarginata* DC, organic fertilization, soil fertility

SUMÁRIO

item		Página
	Resumo	vii
	Summary	viii
1	Introdução	1
2	Revisão de Literatura	4
	2.1 A cultura da acerola	4
	2.1.1 Relevância sócio-econômica	4
	2.1.2 Morfologia e características agronômicas da cultura	5
	2.1.3 Valor nutricional dos frutos da acerola	7
	2.1.4 Requisitos edafoclimáticos da cultura	7
	2.1.5 Manejo da fertilidade do solo	8
	2.1.6 Diagnose do estado nutricional das plantas de acerola	9
	2.2 Adubação orgânica	10
3	Material e métodos	14
4	Resultados e discussão	19
5	Conclusões	31
6	Referências	32

1 INTRODUÇÃO

A acerola (*Malpighia emarginata* DC) tem se destacado como uma cultura promissora, especialmente no contexto da agricultura familiar, devido ao seu elevado potencial de expansão e à sua adaptabilidade a diferentes tipos de solo. Esta fruta, rica em vitamina C, apresenta demanda crescente no mercado consumidor, o que torna a cultura uma excelente opção para a diversificação da produção agrícola e a geração de renda. A cultura se encaixa perfeitamente nas pequenas propriedades rurais, nas quais a mão de obra familiar desempenha papel fundamental no manejo da produção. Além disso, a acerola se caracteriza por ser uma planta que permite até três safras por ano. Essa capacidade de produção contínua contribui com geração de renda ao longo de todo o ano, o que representa um importante benefício econômico para as famílias rurais, que dependem da agricultura para sua subsistência.

Com o aumento da preocupação em preservar o meio ambiente e, ao mesmo tempo, melhorar a produtividade de forma responsável, as práticas sustentáveis têm se tornado cada vez mais importantes. Uma alternativa de manejo que tem ganhado destaque nesse cenário é a compostagem de

resíduos, de modo geral produzidos dentro da propriedade.

Resíduos orgânicos, como restos da produção agrícola e animal, podem ser transformados em adubos orgânicos que enriquecem o solo. Além disso, a compostagem com de animais mortos, como peixes e outras espécies, que podem ser provenientes de atividades locais, se destaca como uma opção vantajosa.

A compostagem contribui de forma significativa para a preservação do meio ambiente. Esse processo reduz o volume de lixo enviado aos aterros sanitários ou que seriam descartados indevidamente no meio ambiente. Além disso, o composto produzido diminui a necessidade de fertilizantes químicos, gera economia para o pequeno produtor e representa uma alternativa sustentável e acessível. Outro benefício importante é a promoção da educação ambiental e da conscientização sobre a importância do descarte adequado dos resíduos.

O peixe, em particular, apresenta mortalidade alta nos sistemas de produção, e o descarte inadequado de resíduos da piscicultura pode contaminar a água e o solo, causando eutrofização, diminuição do oxigênio, morte de organismos aquáticos e desequilíbrio ambiental.

Peixes, em geral, são ricos em nutrientes como nitrogênio, fósforo e cálcio, o que contribui para o aumento da qualidade do composto, que por sua vez vai melhorar a fertilidade do solo, favorecendo o crescimento das mudas de acerola. Esse processo não só contribui para a melhoria na qualidade do solo e na produtividade da cultura, mas também oferece ao produtor uma oportunidade de comercializar tanto as acerolas (polpas e geleias), quanto os peixes, ampliando suas fontes de receita e promovendo a diversificação da atividade. Ainda, se a quantidade de composto gerada for maior do que a demanda interna da propriedade, o produto pode ser comercializado para adubação de plantas ornamentais e frutíferas.

Apesar dos benefícios ambientais e econômicos associados a essas práticas integradas, ainda há uma grande falta de conhecimento técnico sobre a adubação da acerola, especialmente no Estado de São Paulo.

Atualmente, não existem recomendações claras e consolidadas sobre as melhores práticas de adubação para a cultura, seja com adubos orgânicos ou minerais. A falta dessas recomendações para o cultivo da acerola compromete a eficiência do manejo agrícola, reduz a produtividade da cultura e dificulta a adoção de práticas mais sustentáveis.

Esta pesquisa tem como objetivo avaliar os efeitos do composto de pescado na melhoria da fertilidade do solo e no crescimento de mudas de acerola. O estudo busca entender como esse adubo orgânico influencia a qualidade do solo, avaliando aspectos como pH, nutrientes, matéria orgânica e carbono lábil, além de analisar o desenvolvimento das mudas, verificando seu crescimento em altura, diâmetro do caule e acúmulo de nutrientes nas folhas. Desse modo, pretende-se fornecer informações úteis para apoiar práticas de manejo sustentável na produção de acerola, incentivando o uso de compostos orgânicos como alternativa à adubação convencional.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A cultura da acerola

2.1.1 Relevância sócio-econômica

A produção mundial de frutas tem apresentado crescimento contínuo. De acordo com dados da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura - FAO, a produção mundial de frutas no ano de 2022 foi de 933 milhões de toneladas (Vidal, 2024). O Brasil está entre os principais produtores mundiais de frutas, com colheitas acima de 40 milhões de toneladas, obtidas em 2,3 milhões de hectares, gerando cerca de 5 milhões de empregos diretos (Deral, 2020).

Dentre as frutíferas cultivadas no Brasil, a acerola vem ganhando destaque devido ao grande aumento no consumo. Em 2017, o Brasil alcançou a produção de 61 mil toneladas do fruto, em 5.753 hectares colhidos, levando a um valor de produção estimado em 92 milhões de reais, de acordo com dados do IBGE. A região Nordeste responde por cerca de 70% da produção nacional e o Sudeste, por cerca de 15%. No Estado de São Paulo, a cultura está

concentrada nos municípios de Junqueirópolis, Dracena, Indaiatuba, Irapuru e Jundiaí, em propriedades menores do que 50 hectares, usando mão-de-obra familiar, exceto nos períodos de colheita (Furlaneto e Nasser, 2015).

2.1.2 Morfologia e características agronômicas da cultura

A acerola é um arbusto que pode alcançar entre 2,5 e 3 metros de altura (Figura 1). Suas folhas são opostas e simples, enquanto as flores, dispostas em cachos, possuem características hermafroditas. A coloração das flores varia do branco a diferentes tons de rosa (Figura 2). Os frutos da acerola são drupas tricarpeladas, caracterizados por epicarpo fino e mesocarpo carnoso (Figura 3), e peso entre 3 a 16 gramas (Ritzinger e Ritzinger, 2011).



Figura 1. Planta adulta de acerola mostrando o porte arbustivo.

Fonte: Arquivo pessoal da autora

Segundo Ritzinger e Borges (2021), o espaçamento em pomares de acerola é escolhido de acordo com o tipo de manejo a ser adotado, mecanizado ou não, de acordo com o porte da variedade e a disponibilidade de nutrientes no solo. Os mais utilizados variam entre 4,0 m x 3,0 m a 6,0 m x 4,0 m, com densidades de 833 a 416 plantas ha⁻¹, respectivamente.

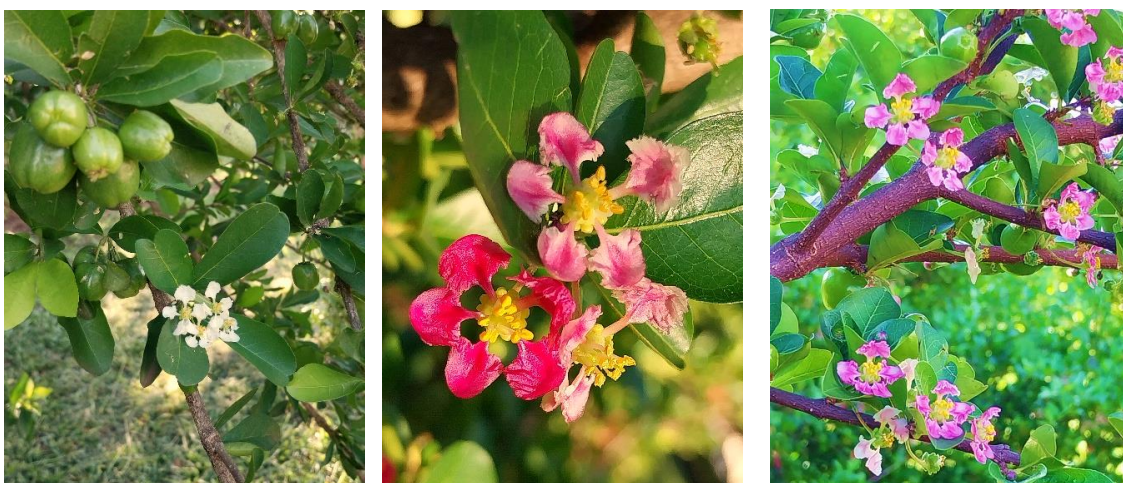


Figura 2. Flores de acerola com tons variando de branco a rosa e lilás.

Fonte: Arquivo pessoal da autora



Figura 3. Frutos de acerola em diferentes estádios de maturação.

Fonte: Arquivo pessoal da autora

As plantas de acerola iniciam a frutificação a partir do segundo ano, chegam a frutificar três vezes ao ano, e do quinto ao décimo ano podem atingir produtividade de 40 t ha⁻¹ (Furlaneto e Nasser, 2015).

2.1.3 Valor nutricional dos frutos da acerola

O interesse pela acerola está associado ao elevado teor de vitamina C, que atinge aproximadamente 800 mg 100 g⁻¹ em frutos maduros, 1.600 mg 100 g⁻¹ em frutos meio-maduros e 2.700 mg 100 g⁻¹ em frutos verdes, valores bem maiores do que os de outras frutas tidas como de alto teor de vitamina C (Furlaneto e Nasser, 2015).

A vitamina C, também conhecida como ácido ascórbico, exerce efeito benéfico no sistema imunológico (Silva et al., 2022), diminuindo a vulnerabilidade a infecções respiratórias e ajudando a aliviar os sintomas gripais, devido à sua ação anti-histamínica (Asbran, 2020). Ela também contribui para a formação de colágeno e acelera a cicatrização dos tecidos (Silva et al., 2023), pode diminuir níveis de colesterol sanguíneo, além de contribuir para a síntese de aminoácidos, ajudando a regular o sistema nervoso (Santos et al., 2019). Sendo assim, a acerola é bastante procurada para consumo “in natura”, para o preparo de sucos, polpas, geleias e, ainda, para uso na indústria farmacêutica.

2.1.4 Requisitos edafoclimáticos da cultura

Devido à alta rusticidade, as plantas de acerola são facilmente adaptáveis a diferentes tipos de solo, desde que sejam bem drenados. No entanto, solos muito argilosos, que possuem maior capacidade de encharcamento e baixa aeração, assim como solos muito arenosos, que apresentam baixa retenção de água e maior propensão à infestação por nematoides, devem ser evitados (Ritzinger e Ritzinger, 2011).

Além das características físicas do solo, o pH também exerce influência no desenvolvimento da cultura. Estudos realizados por Hernandez-Medina, Velez-Santiago e Lugo-Lopez (1970) indicaram que plantas de acerola cultivadas em solos com pH entre 5,5 e 6,5 apresentaram crescimento radicular mais vigoroso. Simão (1971) argumenta que solos de fertilidade mediana e textura argilo-arenosa são os mais adequados para o cultivo dessa frutífera, proporcionando melhores condições para o desenvolvimento da planta.

2.1.5 Manejo da fertilidade do solo

Como a cultura da acerola está concentrada no Nordeste, a maior parte das informações acerca do manejo da cultura está voltada para atender às necessidades regionais. Para o Estado de São Paulo, há poucas pesquisas e indicações técnicas. Por isso, as recomendações de adubação a seguir estão apoiadas nos procedimentos de análise de solo adotados pela Embrapa.

Para adequar as condições químicas do solo, a calagem deve ser realizada com base nos resultados da análise química do solo. Segundo Ritzinger e Borges (2021), o cálculo da quantidade de calcário a ser aplicado deve considerar a porcentagem de saturação por bases, ajustando-a para 70%, que é o limite superior da classe de valores médios, conforme interpretação vigente no Estado de São Paulo (Cantarella et al., 2022). Esse ajuste contribui para a melhoria da fertilidade do solo, tornando-o mais apropriado ao cultivo da acerola, especialmente em áreas de baixa ou média fertilidade.

A disponibilidade de nutrientes no substrato é fundamental para o bom desenvolvimento da parte aérea e do sistema radicular de mudas de acerola. Por isso, a adubação é uma prática cultural imprescindível, visto que a espécie expressa demanda muito alta por nutrientes devido às várias safras anuais, com destaque para o potássio (K) e para o nitrogênio (N), que são os de maior concentração nos frutos, seguidos de cálcio (Ca), fósforo (P), enxofre (S), magnésio (Mg), ferro (Fe), zinco (Zn), manganês (Mn) e cobre (Cu) (Ritzinger e Borges, 2021).

A recomendação de doses de N para a aceroleira deve ser ajustada com base no teor de matéria orgânica do solo (MOS) e na idade do pomar e, de acordo com essas características, deve variar entre 18 e 75 kg ha⁻¹ (Ritzinger e Borges, 2021).

O teor de matéria orgânica do solo é um fator muito importante na definição da disponibilidade de nutrientes, particularmente do N. Solos com maior teor de matéria orgânica tendem a fornecer N e outros nutrientes de forma mais eficiente, permitindo reduzir a necessidade de aplicações adicionais de fertilizantes. Em contraste, em solos com baixo teor de matéria orgânica,

pode ser necessário aplicar doses maiores de N para suprir as necessidades nutricionais da aceroleira (Ritzinger e Borges, 2021).

Além disso, a idade do pomar também influencia nas necessidades nutricionais das plantas. Pomares adultos, mais produtivos, demandam quantidades maiores de N. Por isso, é muito importante ajustar a recomendação de fertilizantes de acordo com a idade do pomar para maximizar a eficiência do uso de N, resultando em um pomar mais saudável e alcançando maior produtividade (Ritzinger e Borges, 2021).

Recomendações de adubação com fósforo e potássio para a cultura da acerola são feitas com base na análise química do solo e na idade do pomar. No caso do P, usando Mehlich-1 como extrator na análise de solo, as doses recomendadas vão de 0 a 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅, conforme o teor varia de muito alto a muito baixo. Para o K, a adubação é recomendada quando os teores no solo forem menores do que 0,24 cmol_c dm⁻³ (2,4 mmol_c dm⁻³) com doses que variam de 20 a 200 kg ha⁻¹ de K₂O (Ritzinger e Borges, 2021).

2.1.6 Diagnose do estado nutricional das plantas de acerola

De acordo com Prado (2012), a análise foliar tem se consolidado como uma ferramenta essencial para diagnosticar o estado nutricional das plantas. Essa importância se deve ao fato de haver correlação direta entre a taxa de crescimento ou produção das plantas e o teor de nutrientes presentes em seus tecidos. A adubação orientada pela análise foliar, complementando a análise de solo, permite ajustes precisos nas práticas de fertilização, o que ajuda a evitar problemas como a deficiência ou toxicidade de nutrientes.

Para a acerola, os teores adequados de nutrientes, estabelecidos por Deon (2012), são os seguintes: nitrogênio, 20-24 g kg⁻¹; fósforo, 0,8-1,2 g kg⁻¹; potássio, 15-20 g kg⁻¹; enxofre, 4-6 g kg⁻¹; cálcio, 15-25 g kg⁻¹; magnésio, 1,5-2,5 g kg⁻¹; e para os micronutrientes: boro, 25-100 mg kg⁻¹; cobre, 5-15 mg kg⁻¹; ferro, 50-100 mg kg⁻¹; manganês, 15-50 mg kg⁻¹; e zinco, 30-50 mg kg⁻¹. Conhecer as faixas de teores adequados de macro e micronutrientes e ajustar a adubação com base nesses dados não só melhora a saúde e produtividade

do pomar, mas também contribui para a sustentabilidade e eficiência na agricultura.

As deficiências nutricionais têm impacto direto na saúde das plantas, na qualidade dos frutos e na produtividade. Identificar precocemente os sintomas dessas deficiências em plantas de acerola é crucial para corrigir problemas nutricionais. Contudo, quando esses sintomas se tornam evidentes, a produção já pode estar comprometida.

Fernandes et al. (2000) cultivaram plantas de acerola em experimento de omissão de nutrientes e observaram sintomas de deficiência mais evidentes para N, P, Ca e B. De acordo com os autores, no conjunto dos nutrientes, a deficiência de nitrogênio está entre as mais frequentes e se manifesta pelo amarelecimento das folhas mais velhas, que pode evoluir para amarelecimento generalizado, resultando em folhas mais estreitas, o que afeta a taxa fotossintética, diminuindo o crescimento e a produção da planta.

A carência de fósforo, segundo os autores, inicia-se nas folhas mais velhas, que ficam amarelas e menores, progredindo para o secamento e, em alguns casos, o enrolamento do limbo foliar. A falta de cálcio é visível na morte dos ramos laterais e em folhas pequenas e deformadas nas extremidades. A deficiência de boro exigiu a aplicação de dose baixa para evitar a morte das plantas, que também apresentaram ausência de folhas no ápice do ramo principal e morte de gemas laterais.

2.2. Adubação orgânica

A aplicação de adubos orgânicos nos solos é uma prática que traz benefícios significativos, melhorando suas propriedades físicas, químicas e biológicas.

Um dos principais benefícios da adubação orgânica é o enriquecimento gradual do solo com macro e micronutrientes para as plantas, além do aumento do teor de matéria orgânica e suas frações, como o carbono orgânico lábil, que pode ser determinado através do carbono orgânico oxidável em solução de

permanganato de potássio (COxP), e o carbono orgânico estável (Strosser, 2010). Enquanto a fração lábil alimenta a microbiota do solo e participa dos processos de reciclagem de nutrientes em curto prazo, a fração estável está associada ao aumento da capacidade de troca de cátions (CTC) do solo (Strosser, 2010), reduzindo a lixiviação, que é a perda de nutrientes devido ao movimento vertical da água no solo. O aumento progressivo na CTC melhora potencialmente a fertilidade do solo.

Os adubos orgânicos são fornecedores de todos os nutrientes de planta, mas o N e sua disponibilidade para as plantas são os mais afetados. Quando o teor de MO do solo aumenta pela adubação orgânica, a reserva de N também aumenta, e associado ao aumento do N total, muitas vezes tem-se aumento do N disponível, que pode ser avaliado pelo N orgânico mineralizável. Existem várias formas de avaliar o N orgânico mineralizável, mas entre as mais promissoras está a fração do N orgânico do solo extraída por hidrólise alcalina (Dodor et al., 2022), que pode ser quantificada por destilação a vapor direta (N-DVD).

Em termos biológicos, os fertilizantes orgânicos aumentam a biodiversidade de microrganismos benéficos, que desempenham papel crucial na solubilização de fertilizantes e na liberação de nutrientes para as plantas (Trani et al., 2013). Essa melhoria resulta em respostas positivas das plantas, promovendo crescimento mais saudável e produtivo.

Dantas et al. (2014) avaliaram doses de biofertilizante a base de esterco bovino em substratos na produção de mudas de acerola, observando impacto positivo em altura, diâmetro de caule e matéria seca. À medida que as doses aumentaram, houve tendência linear crescente nessas variáveis, indicando crescimento mais vigoroso das mudas. A matéria seca total apresentou o mesmo comportamento, com aumento contínuo da biomassa. As melhores respostas foram obtidas com doses de até 7,15% de volume de biofertilizante. Os resultados mostram que o uso de biofertilizantes melhora o desenvolvimento das mudas de acerola.

A adubação orgânica pode ser feita com adubos orgânicos puros ou compostos. A compostagem pode ser realizada utilizando os resíduos orgânicos disponíveis na propriedade, como restos de alimentos, esterco e resíduos vegetais, transformando-os em um composto rico em nutrientes. É essencial lembrar que a disposição inadequada de resíduos gerados pelas atividades agrícolas pode ocasionar sérios problemas ambientais. Nesse contexto, a compostagem não só oferece uma solução para a gestão eficiente desses resíduos, mas também contribui para a melhoria da qualidade do solo.

Além disso, é possível combinar os resíduos vegetais com animais mortos, inteiros ou partes, dependendo do tamanho do animal. Quando essa combinação ocorre, o composto resultante tende a ser ainda mais rico em nutrientes. A compostagem de peixes, por exemplo, é especialmente viável devido à alta mortalidade natural desses animais e ao grande volume de resíduos gerados no processamento, uma vez que a parte comercial se limita, na maioria das vezes, ao filé.

Segundo o Anuário 2023 Peixe BR, a produção de peixes de 2022 cresceu cerca de 2,3% em relação à de 2021, chegando a 860 mil toneladas, e esse aumento na produção vem associado ao aumento na geração de resíduos, uma vez que dependendo da espécie de peixe processada e do produto final obtido pelo frigorífico, estes resíduos podem representar algo entre 8 a 16% (no caso do pescado eviscerado) e 60 a 72% na produção de filés sem pele (Kubitza e Campos, 2006). Em decorrência do grande volume produzido, práticas inadequadas de descarte de resíduos de pescado, como o despejo diário nos recursos hídricos, vêm contribuindo para a degradação ambiental (Ávila et al., 2018) e mortalidade da vida aquática, além de provocar efeitos diretos na saúde humana.

No estudo de Alves et al. (2020), foram caracterizados os componentes nutricionais do composto de peixe e do esterco de galinha. O composto de peixe apresentou os seguintes valores: 54% de matéria orgânica (MO), 28,5 g kg⁻¹ de N, 12,5 g kg⁻¹ de P, 6,4 g kg⁻¹ de K, 19,5 g kg⁻¹ de Ca, 1,5 g kg⁻¹ de Mg e C:N de 17. Já o esterco de galinha apresentou 40% de MO, 30 g kg⁻¹ de N,

18,3 g kg⁻¹ de P, 4,8 g kg⁻¹ de K, 17,5 g kg⁻¹ de Ca, 1,2 g kg⁻¹ de Mg e C:N de 11. Esses dados revelam as diferenças na composição nutricional entre os dois compostos, o que pode influenciar o desempenho deles como fontes de nutrientes.

Ao testar os compostos na cultura de citros, Alves et al. (2020) concluíram que a menor dose de composto de peixe (7,5 kg por planta + NPK) resultou em produção equivalente àquela obtida com a maior dose de esterco de galinha (15 kg + NPK). Esse resultado indicou que o composto de peixe pode ser uma excelente fonte de nutrientes para a cultura de citros, mostrando-se eficaz em doses menores em comparação com o esterco de galinha.

A utilização de compostos orgânicos provenientes de resíduos de peixe tem se mostrado uma estratégia eficaz para aprimorar a qualidade do solo e favorecer o crescimento das plantas.

A característica da cultura da acerola no Estado de São Paulo, associada a pequenas propriedades, muitas vezes com atividades diversificadas, e com mão-de-obra familiar, permite pensar na adubação orgânica como uma possibilidade viável de fornecimento de nutrientes. Isso vem ao encontro de uma tendência atual, de combinação ou substituição de fertilizantes industriais com alternativas mais sustentáveis no fornecimento de nutrientes às plantas. No cultivo de acerola, a utilização de composto de peixe pode representar uma alternativa sustentável para a nutrição e o desenvolvimento das mudas.

Dessa maneira, o cultivo de acerola demonstra um elevado potencial produtivo, principalmente quando conduzido com técnicas sustentáveis, como a fertilização orgânica. A utilização de compostos provenientes de resíduos agroindustriais, como os da indústria pesqueira, é uma opção vantajosa para impulsionar a agricultura familiar e para o aproveitamento de materiais antes pouco valorizados.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados na Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV), Campus de Jaboticabal. No experimento 1 foi feita incubação do solo com composto de poda urbana+resíduos de pescado para avaliar os efeitos da adubação com o composto em atributos químicos do solo. Esse experimento foi conduzido em condições de laboratório. O experimento 2 foi conduzido em casa de vegetação, para avaliar a resposta de crescimento de mudas de acerola à adubação com o composto.

Experimento 1: Determinação de atributos químicos em solo adubado com composto de poda urbana + resíduos de pescado

Para este experimento foi coletado solo na camada de 0-20 cm de uma área do campus da FCAV onde, há alguns anos, ocorreu a extração de *Pinus* (*Pinus elliottii*). O solo foi transportado para o Laboratório de Fertilidade do Solo, onde passou por secagem, destorroamento e peneiramento em malha de

4 mm. Após a homogeneização e amostragem, realizou-se a análise química inicial para determinar as características químicas.

Os resultados da análise química do solo foram os seguintes: pH = 4,1; P = 11 mg dm⁻³; S = 21 mg dm⁻³; matéria orgânica (MO) = 35 g dm⁻³; K = 1,7 mmol_c dm⁻³; Ca = 21 mmol_c dm⁻³; Mg = 8 mmol_c dm⁻³; H+Al = 68 mmol_c dm⁻³; soma de bases (SB) = 29 mmol_c dm⁻³; capacidade de troca de cátions (CTC) = 97 mmol_c dm⁻³; V% = 30; B = 0,52 mg dm⁻³; Cu = 1,4 mg dm⁻³; Fe = 34 mg dm⁻³; Mn = 150,6 mg dm⁻³; Zn = 2,1 mg dm⁻³; nitrogênio (N-DVD) = 167 mg kg⁻¹; carbono orgânico oxidável em solução de permanganato (COxP) = 813 mg kg⁻¹. Os métodos usados estão descritos em Raij et al. (2001), Roberts et al. (2010) e Weil et al. (2000).

O solo foi incubado com doses de composto orgânico produzido no Centro de Aquicultura da Unesp, a partir de poda urbana e resíduos de pescado. Na caracterização do composto foram obtidos os seguintes resultados: carbono orgânico 343 g kg⁻¹, N total 32 g kg⁻¹, C/N 11, P 26 g kg⁻¹, K 11 g kg⁻¹, Ca 48 g kg⁻¹, Mg 2,5 g kg⁻¹, S 1,8 g kg⁻¹, Cu 14 mg kg⁻¹, Fe 1416 mg kg⁻¹, Mn 84 mg kg⁻¹ e Zn 71 mg kg⁻¹.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente ao acaso, com cinco tratamentos (doses de composto) e cinco repetições. As doses foram equivalentes a: 0 t ha⁻¹ (D0), 5 t ha⁻¹ (D1), 10 t ha⁻¹ (D2), 15 t ha⁻¹ (D3) e 20 t ha⁻¹ (D4).

Para o experimento, 0,2 dm³ de solo foi misturado ao composto e transferido para potes de plástico com capacidade para 0,25 dm³. O umedecimento do solo foi feito com água desionizada, de modo a manter a umidade em 50% da capacidade máxima de retenção. A umidade foi mantida por meio de irrigação a cada 2 dias, por 90 dias. A reposição de água foi feita com base na massa inicial de solo + água + recipiente. Ao final dos 90 dias o solo foi colocado para secar, sendo posteriormente destorroado e peneirado em malha de 2 mm.

As análises realizadas foram: pH em solução de CaCl₂ 0,01 mol L⁻¹, H+Al, matéria orgânica (MO) e carbono oxidável (COxP), macronutrientes (N-

DVD, P, K, Ca, Mg, S) e micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn, Zn). Essas análises foram realizadas seguindo os métodos descritos por Raji et al. (2001), exceto o N-DVD que foi determinado de acordo com Roberts et al. (2010), e o COxP, que foi determinado segundo Weil et al. (2000). Essas avaliações permitiram uma compreensão detalhada das condições químicas do solo e sua resposta às doses do composto, fornecendo informações para manejo e otimização do crescimento das plantas.

Experimento 2: Efeito do composto de pescado no crescimento e acúmulo de nutrientes em mudas de acerola

Simultaneamente à incubação do solo, foi conduzido um experimento em casa de vegetação, ao lado do Laboratório de Fertilidade de Solo, utilizando vasos com mudas. Para esse experimento, foram selecionados 25 vasos com capacidade para 4,5 dm³, preenchidos com 4,0 dm³ de solo misturado à dose correspondente de composto. Não houve correção do solo para elevar o índice de saturação por bases.

O solo foi pesado e misturado ao composto no dia 28-03-2023 e transferido para os vasos no dia 10-04-2023. A umidade foi ajustada para 50% da capacidade de retenção de água e mantida com irrigação diária até o recebimento das mudas. As mudas utilizadas foram adquiridas no viveiro “Santo Antônio”, localizado em Jaboticabal, SP, e transplantadas em 18-04-2023, com suas dimensões iniciais registradas. Na Figura 4 está o aspecto das mudas na data do transplante.

Durante os 120 dias do experimento, as mudas receberam irrigação diária. Para controle de pulgões (*Aphis gossypii*), foram realizadas três aplicações do inseticida Decis®, um piretroide de contato e ingestão, na dose de 1 gota a cada 350 mL, com intervalos de uma semana. Além disso, o inseticida sistêmico Sperto® (UPL) foi aplicado duas vezes: em 01-06-2023 e 08-06-2023, para o mesmo objetivo, com concentração de 1 g L⁻¹.

Ao final do experimento, foram avaliadas a altura e o diâmetro das mudas. No dia 08-08-2023, as plantas foram cortadas rente ao solo, separando-se a parte aérea do caule principal. Ambas as partes foram lavadas com solução de detergente e água destilada, secas com toalha de papel e armazenadas em sacos de papel para secagem em estufa a 65-70°C até peso constante. Posteriormente, as amostras secas foram pesadas para determinação da matéria seca e moídas para determinação da concentração de nutrientes.



Figura 4. Aspecto das mudas de acerola na data de transplântio para os vasos.
Fonte: arquivo pessoal da autora

As avaliações realizadas incluíram matéria seca da folha (folhas e hastes), matéria seca da raiz, matéria seca do caule, parte aérea total, relação parte aérea/raiz, altura e diâmetro. Além disso, foram determinados os acúmulos de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S) e micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn, Zn) nas amostras de folhas e hastes. Os métodos utilizados para análise química seguiram as recomendações descritas por Carmo et al. (2000).

Os dados obtidos foram analisados por meio da análise de variância (teste F) e, quando constatada significância estatística, realizou-se a regressão

polinomial para avaliação da resposta das plantas às doses de composto. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa AgroEstat.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Efeito do composto de pescado em atributos químicos do solo

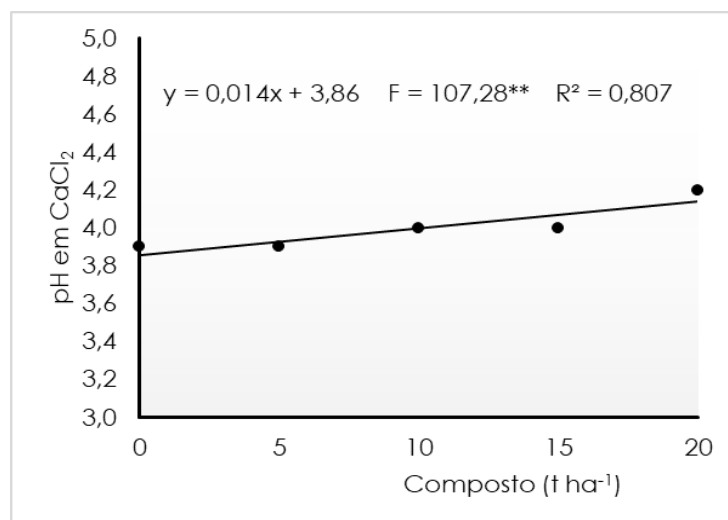
O valor de pH (CaCl_2) do solo variou em função da aplicação das doses de composto (Tabela 1), de acordo com modelo linear (Figura 5a). A taxa de aumento foi de 0,014 unidade de pH para cada tonelada de composto aplicada e o intervalo de variação dentro das doses 0 e 20 t ha⁻¹ foi de 3,9 a 4,2. Esse resultado indica que o composto orgânico tem efeito corretivo de acidez do solo, mas há necessidade de doses muito altas para um pequeno aumento de pH, sobretudo quando o poder tampão é alto, como no caso avaliado, em que a CTC do solo é 97 mmol_c dm⁻³. Acompanhando o aumento no valor de pH houve diminuição na acidez total do solo (Tabela 1, Figura 5b). A redução da acidez total é um objetivo importante em solos ácidos, pois favorece o desenvolvimento das culturas, e o efeito observado está alinhado com os benefícios esperados da ação do composto. A diminuição foi de aproximadamente 13 mmol_c dm⁻³ com a aplicação de 20 t ha⁻¹ de composto, e a taxa de diminuição foi de 0,68 mmol_c dm⁻³ para cada tonelada de composto aplicada (Figura 5b).

Tabela 1. Valores de pH em CaCl_2 , acidez total (H+Al) e teores de bases trocáveis (Ca, Mg e K), em solo adubado com composto de pescado+poda urbana.

Composto	pH CaCl_2	H+Al	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}
t ha ⁻¹	----- mmol _c dm ⁻³ -----				
0	3,9	76,4	2,1	20,6	8,0
5	3,9	75,0	3,0	22,6	8,4
10	4,0	71,6	3,8	24,6	8,8
15	4,0	65,8	4,5	25,8	9,0
20	4,2	64,0	5,6	32,0	10,6
Teste F	34,78**	18,94**	337,55**	44,13**	30,88**
CV	1,06	4,00	4,34	5,80	4,46

¹ **, significativo a 1% de probabilidade.

A



B

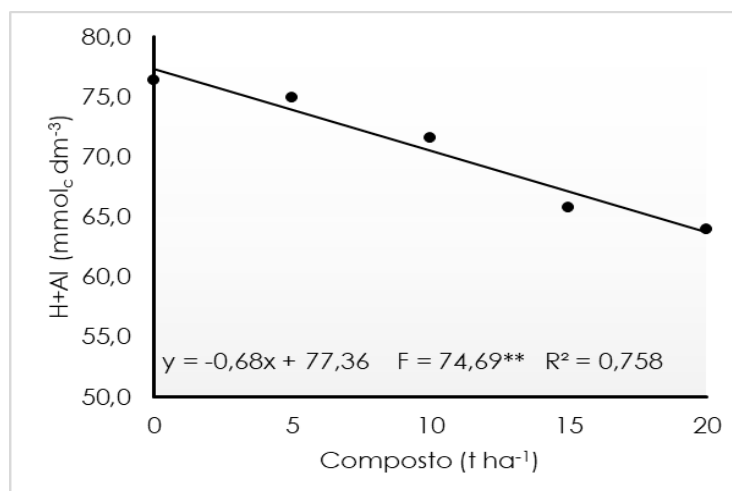
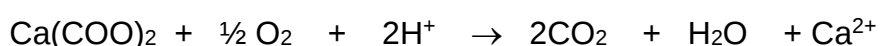


Figura 5. Valores de pH medido em solução de CaCl_2 (a) e de acidez total (H+Al) (b) em solo adubado com composto de pescado + poda urbana.

A aplicação de adubos e compostos orgânicos pode, em alguns casos, aumentar a acidez, devido à nitrificação, mas a diminuição da acidez é mais frequentemente relatada e explicada por vários mecanismos. A aplicação de esterco e compostos orgânicos pode diminuir a acidez trocável por complexação de Al^{3+} (Naramabuye e Haynes, 2007; Thakuria et al., 2016), mas outra explicação provável, que pode ser aplicada ao caso avaliado, é o consumo de prótons H^+ na reação de descarboxilação, que está a seguir, usando o oxalato de cálcio como exemplo (Wong e Swift, 2003):



Na reação, além do consumo de H^+ há liberação de cálcio e, admite-se, a partir do composto aplicado, não apenas Ca, mas também Mg e K. Isso justifica os aumentos lineares obtidos para as três bases trocáveis (Tabela 1, Figura 2).

Os teores de K aumentaram de 2,10 $\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$ para 5,50 $\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$ com aplicação de 20 t ha^{-1} de composto. Do mesmo modo, os teores de Ca aumentaram com as doses de composto, de 19,9 $\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$ no controle, para 30,3 $\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$ na maior dose e, para o Mg, os aumentos foram de 7,8 $\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$ para 10,1 $\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$ (Figura 6). Esses aumentos resultaram do processo de mineralização do composto que ocorreu durante o período de incubação. O composto de pescado + poda urbana apresenta teores de Ca altos, semelhantes aos encontrados no esterco de galinha, com a diferença que a taxa de mineralização do composto deve ser menor. Os teores de Mg são semelhantes aos demais adubos orgânicos e os de K são, de modo geral, menores (Lopes et al., 2020). Considerando a concentração de Ca no composto de pescado e a dose 20 t ha^{-1} , foram aplicados cerca de 24 $\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$ de Ca, dos quais foram recuperados cerca de 10 $\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$, que é a fração de disponibilização rápida, restando no solo mais de 20 $\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$, em formas de mineralização de longo prazo. Nos casos de Mg e K, praticamente tudo o que foi adicionado foi disponibilizado nos 90 dias de incubação.

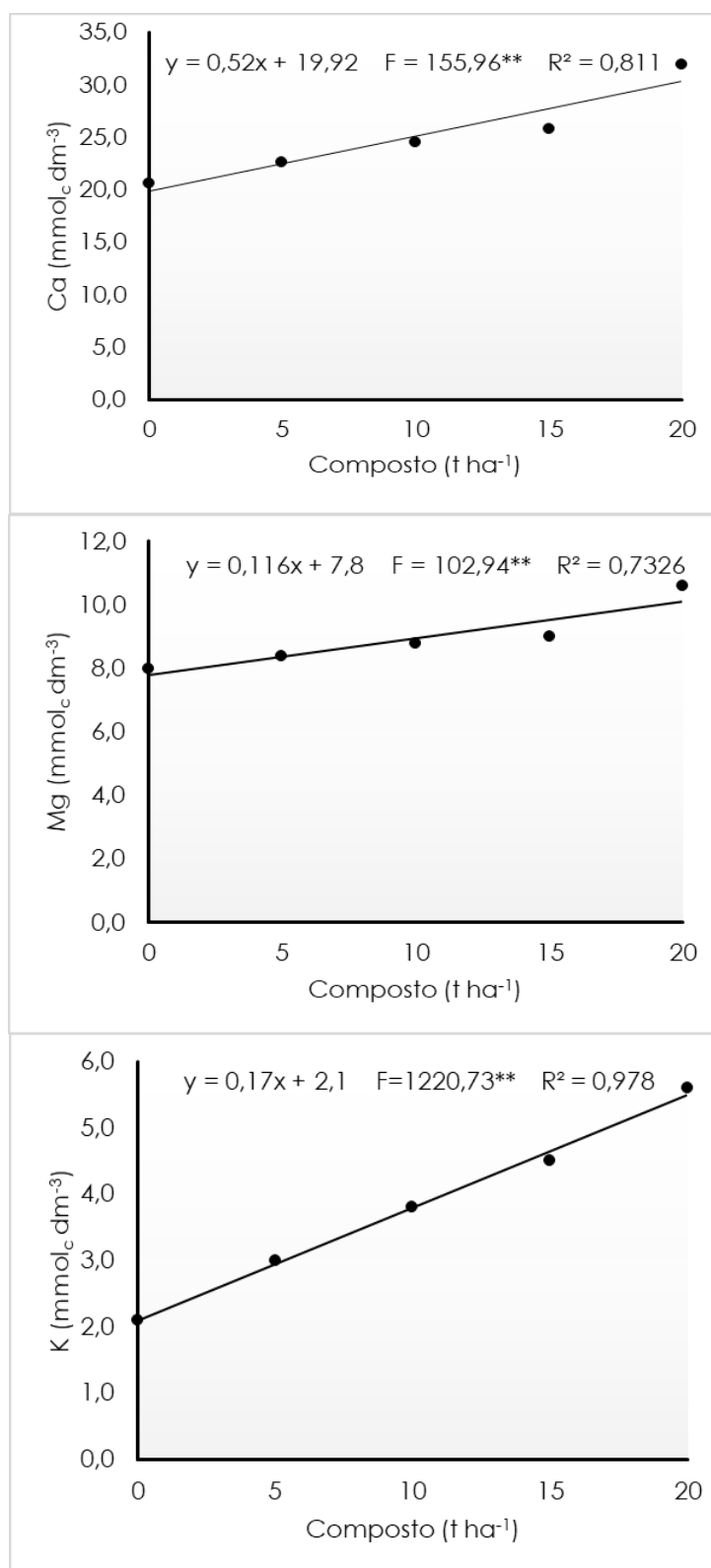


Figura 6. Teores de bases trocáveis no solo adubado com composto de pescado+poda urbana.

Tabela 2. Teores de matéria orgânica (MO), carbono oxidável em solução de permanganato (COxP), nitrogênio orgânico mineralizável obtido por destilação a vapor direta (N-DVD), P resina e $S-SO_4^{2-}$ em amostras de solo adubadas com composto de pescado + poda urbana.

Composto	MO	COxP	N-DVD	P resina	$S-SO_4^{2-}$
t ha ⁻¹	g dm ⁻³	----- mg kg ⁻¹ -----		----- mg dm ⁻³ -----	
0	36,2	953,8	153,2	10,4	17,4
5	33,8	906,6	145,0	20,0	18,0
10	37,2	990,6	134,4	28,8	19,2
15	37,2	920,0	148,2	37,2	20,0
20	37,6	874,2	152,4	54,8	22,4
Teste F ¹	4,22*	4,30*	1,93 ^{ns}	19,52**	25,26**
CV	4,61	5,19	8,35	28,40	4,49

¹ ns, * e ** não significativo, significativo a 5 e 1%, respectivamente.

Os teores de MO aumentaram segundo modelo linear (Tabela 2 e Figura 7), mas os aumentos foram pequenos, atingindo 37,6 g dm⁻³ com a aplicação de 20 t ha⁻¹. A fração lábil do carbono, extraída com solução de permanganato de potássio, variou em função da dose (Tabela 2), mas não houve ajuste dos dados aos modelos linear e quadrático. Do mesmo modo, não houve efeito das doses de composto no teor de N potencialmente mineralizável extraído por hidrólise alcalina (Tabela 2). O COxP é uma fração instável da matéria orgânica do solo, da qual a população microbiana obtém carbono e nutrientes (Strosser, 2010). O N-DVD é uma estimativa do N orgânico que pode ser transformado em N mineral em curto e médio prazos. Como o material compostado é estável, a taxa de mineralização é baixa e, por isso, as medidas do COxP e do N-DVD podem não ser sensíveis para detectar as variações que vão ocorrer no sistema adubado com esse tipo de material. Os resultados de Lopes et al. (2021), que relataram que a taxa de mineralização do composto de pescado é lenta e contínua, e que o N mineralizado atinge 30% do aplicado em 210 dias de incubação, fundamentam o resultado obtido.

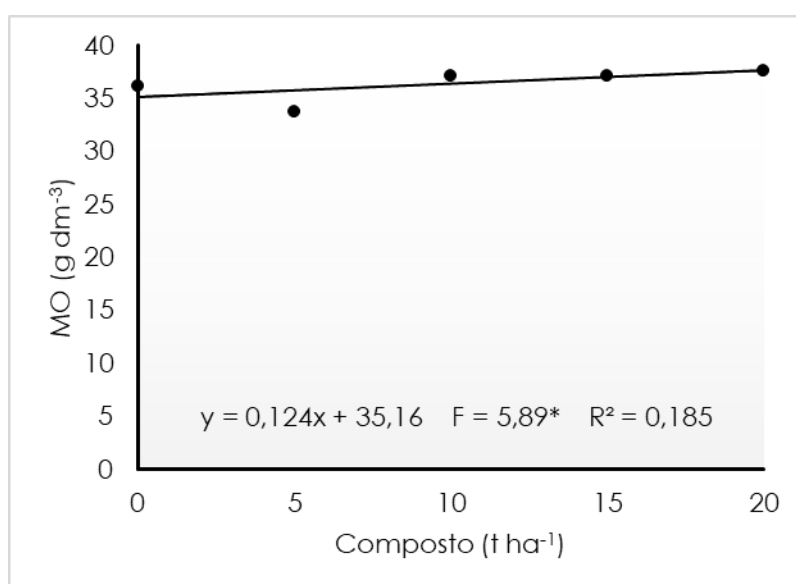


Figura 7. Teores de matéria orgânica (MO) em solo adubado com composto orgânico de pescado+poda urbana.

Os teores de P e S disponíveis aumentaram com a aplicação do composto de pescado (Tabela 2). O teor de P no tratamento controle, sem adubação com composto, foi de 10,4 mg dm⁻³, enquanto na maior dose (20 t ha⁻¹), o valor atingiu 54,8 mg dm⁻³, representando aumento de mais de cinco vezes. Do mesmo modo, os teores de S variaram de 17,4 mg dm⁻³ no tratamento controle para 22,4 mg dm⁻³ na maior dose de composto. O modelo linear mostrou-se o mais adequado para descrever a relação entre as doses aplicadas e os teores de P e S no solo (Figura 8). Desse modo, o composto é uma fonte eficaz para aumentar a disponibilidade de P e S no solo, tanto pelo fornecimento direto, como pelo aumento no valor de pH, que favorece o aumento na disponibilidade de P e S por diminuir a adsorção (Scherer, 2009; Alovisei et al., 2020).

Na Tabela 3 têm-se os teores de micronutrientes no solo em função das doses de composto aplicadas. Com o aumento das doses, os teores de B, Cu, Fe, Mn e Zn variaram pouco e, de modo geral, sem um padrão claro de aumento ou diminuição, o que resultou em modelos que explicam pouco da variação dos dados e com significância muito baixa. Esses resultados sugerem que o comportamento de cada micronutriente foi influenciado por diferentes fatores, entre os quais destacam-se o valor de pH e a mineralização das

formas orgânicas adicionadas. Ao mesmo tempo que o aumento do pH favorece a mineralização, e aumenta a disponibilidade, também favorece a adsorção, que diminui a disponibilidade. Como as quantidades de micronutrientes adicionadas ao solo pelo composto são muito pequenas, o balanço entre os processos resulta em valores que oscilam dentro de um intervalo muito pequeno, conforme se observa na Tabela 3.

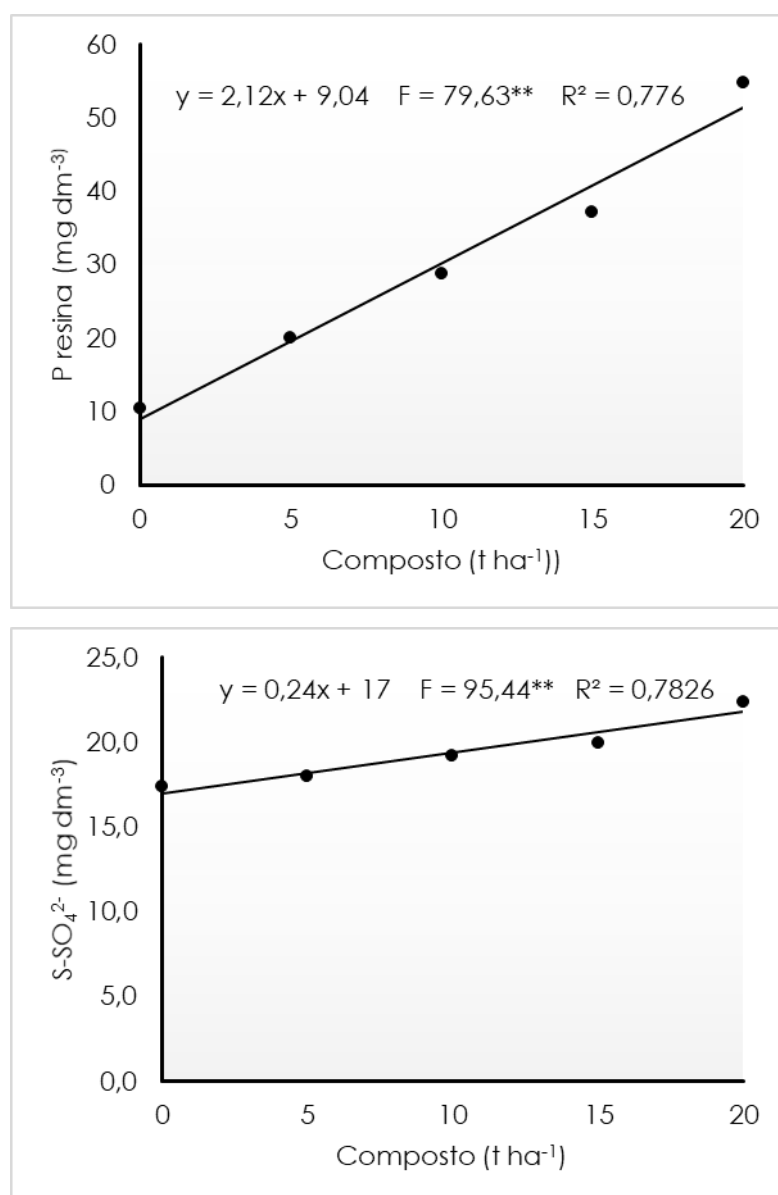


Figura 8. Teores de P e S disponíveis em solo adubado com composto de pescado+poda.

Tabela 3. Teores no solo dos micronutrientes B, Cu, Fe, Mn e Zn em solo adubado com composto de pescado + poda.

Composto	B	Cu	Fe	Mn	Zn
t ha ⁻¹	mg dm ⁻³				
0	0,54	1,40	29,4	88,32	1,92
5	0,55	1,30	26,2	92,96	1,66
10	0,58	1,18	24,6	90,48	1,66
15	0,61	1,36	29,6	86,20	2,04
20	0,62	1,40	28,6	83,64	2,24
Teste F	2,72 ^{NS}	1,70 ^{NS}	5,6**	5,70**	4,99**
CV	8,41	11,91	7,47	3,85	13,16

¹ ns, * e ** não significativo, significativo a 5 e 1%, respectivamente.

Efeito do composto de pescado no crescimento e no acúmulo de nutrientes em mudas de acerola

Na Tabela 4 têm-se os dados relativos à altura, diâmetro, matéria seca acumulada na raiz, na parte aérea (hastes e folhas) e no caule das mudas de acerola, obtidos ao final do experimento, em função das doses de composto aplicadas.

Tabela 4. Medidas de crescimento de plantas de acerola adubadas com composto de pescado+poda urbana.

Composto	Altura	Diâmetro	Matéria seca				PA/R ¹
			Folhas (F)	Caule (C)	F+C	Raízes	
t ha ⁻¹	cm		g				
0	111,6	1,01	10,68	17,96	28,64	10,12	2,9
5	100,0	0,96	8,90	12,29	21,20	10,33	2,14
10	105,2	1,02	7,59	12,66	20,25	7,85	2,72
15	95,2	0,98	9,14	12,72	21,86	12,00	1,84
20	105,2	1,03	10,26	14,16	24,42	10,64	2,34
Teste F ¹	0,88 ^{NS}	0,14 ^{NS}	2,22 ^{NS}	2,34 ^{NS}	2,34 ^{NS}	2,16 ^{NS}	2,17 ^{NS}
CV	14,28	17,13	19,62	24,58	21,21	22,42	27,31

¹ PA/R = relação parte aérea/raízes; ns, não significativo

A altura das mudas de acerola não revelou diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos e a média geral de altura foi de 103,44 cm. O diâmetro de caule também não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos, com média de 0,9978 cm.

A matéria seca das folhas não variou de forma significativa entre os tratamentos, e o valor médio foi 9,36 g. A matéria seca das raízes das mudas de acerola também não revelou diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos, assim como a matéria seca do caule, a matéria seca total da parte aérea e a relação parte aérea/raiz.

As quantidades de macro e micronutrientes presentes nas hastes e folhas da aceroleira encontram-se, respectivamente, nas Tabelas 5 e 6.

Tabela 5. Macronutrientes acumulados na parte aérea de plantas de acerola adubadas com composto de pescado+poda urbana.

Composto	N	P	K	Ca	Mg	S
t ha ⁻¹	----- mg/planta -----					
0	249,8	19,5	168,6	177,2	99,5	28,0
5	278,4	19,8	186,6	232,6	97,6	27,3
10	241,8	18,4	210,2	167,1	83,7	31,3
15	265,2	22,9	231,0	212,3	95,3	30,4
20	292,8	27,0	305,4	219,1	90,7	48,3
Teste F	0,94 ^{NS}	2,46 ^{NS}	4,91 ^{**}	1,59 ^{NS}	0,72 ^{NS}	4,02 [*]
CV	18,02	23,04	24,30	24,77	17,93	29,30

¹ ns, * e ** não significativo, significativo a 5 e 1%, respectivamente.

Os resultados indicaram que, para os macronutrientes N, P, Ca e Mg bem como para os micronutrientes, não houve efeito significativo das doses de composto aplicadas, conforme demonstrado pela análise de variância (teste F, Tabela 5 e 6). O acúmulo médio desses nutrientes foi de 265 mg/planta de N, 21,5 mg de P, 220,4 mg de K, 201,67 mg de Ca, 93,76 mg de Mg, 33,1 de S, 0,90 mg de B, 0,05 mg de Cu, 0,72 mg de Fe, 2,08 mg de Mn e 0,22 mg de Zn (Tabelas 5 e 6).

Tabela 6. Micronutrientes acumulados na parte aérea de plantas de acerola adubadas com composto de pescado+poda urbana.

Composto	B	Cu	Fe	Mn	Zn
t ha ⁻¹	mg/planta				
0	1,006	0,054	0,79	2,29	0,24
5	0,922	0,042	0,70	1,94	0,21
10	0,850	0,038	0,59	1,71	0,18
15	0,818	0,042	0,73	2,20	0,20
20	0,902	0,050	0,80	2,34	0,22
Teste F	0,49 ^{NS}	2,20 ^{NS}	1,53 ^{NS}	0,88 ^{NS}	1,58 ^{NS}
CV	25,59	21,90	20,75	30,00	19,28

¹ ns, não significativo.

Embora a análise de variância para o P não tenha apresentado significância estatística, a análise de regressão polinomial indicou aumento linear no acúmulo foliar desse nutriente em função das doses de composto aplicadas (Figura 9a).

Para K e S a análise de variância revelou efeito significativo das doses aplicadas na análise de variância (teste F). Além disso, a análise de regressão evidenciou relação linear positiva entre as doses e o acúmulo desses nutrientes nas folhas, indicando que o aumento na aplicação do composto de pescado resultou em maior acúmulo de K e S pela aceroleira (Figura 9 b e 9c).

No contexto dos cultivos sucessivos, o potássio se destaca por ser liberado mais rapidamente no solo em comparação aos outros nutrientes. A tabela de valores médios de eficiência agrônômica dos nutrientes de diferentes adubos orgânicos aplicados no solo em dois cultivos sucessivos, demonstra que o potássio é totalmente liberado já no primeiro cultivo após a aplicação. Isso porque, ao contrário de outros nutrientes, o potássio proveniente de adubos orgânicos não faz parte de compostos que necessitam de mineralização microbiana, tornando-se imediatamente disponível (Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2016). Essa rápida liberação permite que o

potássio seja facilmente assimilado pelas plantas, otimizando seu uso e promovendo maior acúmulo nas plantas.

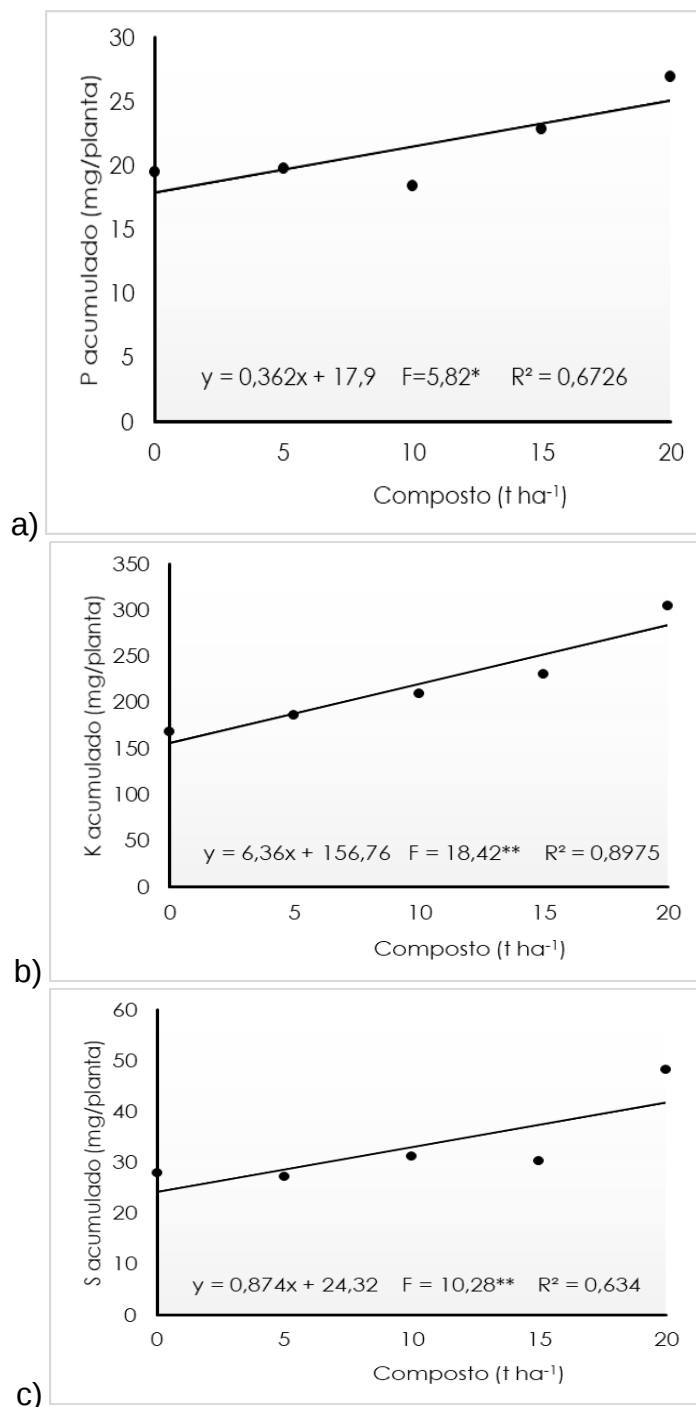


Figura 9. Quantidades acumuladas de P (a), K (b) e S (c) em folhas e hastes de mudas de acerola adubadas com composto de pescado + poda urbana.

Considerando que a aceroleira é uma planta de alta rusticidade, conforme citado por Simão (1971), e adaptada a diferentes condições ambientais, a disponibilidade natural de nutrientes no solo foi suficiente para

suprir suas necessidades nutricionais iniciais. Esse fator reduziu a influência das doses de composto aplicadas no experimento e pode justificar a ausência de resposta significativa da maioria dos nutrientes analisados, reforçando a capacidade da cultura de se desenvolver satisfatoriamente mesmo em solos com baixa fertilidade.

5 CONCLUSÃO

O composto a base de resíduos de pescado melhora os atributos químicos do solo, como aumento no valor de pH e nos teores de P, S, K, Ca e Mg, além de redução na acidez total (H+Al).

Mesmo com o ganho de qualidade do solo, o crescimento inicial das mudas de acerola não é favorecido pela adubação com composto de pescado, confirmando a rusticidade da espécie.

Esses resultados indicam que o composto pode representar uma alternativa viável para o manejo sustentável da fertilidade do solo, com potencial para beneficiar a cultura da acerola em estágios de maior exigência em nutrientes.

Recomenda-se a condução de experimentos em condições de campo, com plantas de acerola em fase de frutificação, avaliando variáveis como produtividade, qualidade dos frutos e eficiência no uso de nutrientes.

REFERÊNCIAS

Alovisi, A. M. T., Cassol, C. J., Nascimento, J. S., Soares, N. B., da Silva Junior, I. R., da Silva, R. S., & da Silva, J. A. M. (2020). Soil factors affecting phosphorus adsorption in soils of the Cerrado, Brazil. *Geoderma Regional*, 22, e00298.

Alves, J.P.J.; Ruiz, J.G.C.L; Lopes, G.C.; CATELAN, F. *Uso do composto orgânico de peixe como fonte de adubo orgânico para a cultura do citros*, 2020. Disponível em: <https://periodicos.feevale.br/seer/index.php/revistaconhecimentoonline/article/view/1187/2275>. Acesso em: 19 ago. 2024.

Anuário Peixe BR da piscicultura 2023. Disponível em: https://www.aen.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2023-03/anuariopeixebr_2023.pdf. Acesso em: 09 out. 2024.

ASBRAN - Associação Brasileira de Nutrição. Vitamina C e imunidade: alimentos garantem doses recomendadas, 2020. Disponível em: <https://www.asbran.org.br/noticias/2006/vitamina-c-e-imunidade-alimentos-garantem-doses-recomendadas>. Acesso em: 19 ago. 2024.

Ávila, F. D.; Valente, B. S.; Demarco, C. F; Bunde, D.; Andreazza, R. Resíduos de pescado para a produção de composto orgânico., 6º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente, 2018. Disponível em: <https://siambiental.ucs.br/congresso/getArtigo.php?id=555&ano= sexto>. Acesso em: 10 abr. 2024.

Carmo, C. A.F.S; Araújo, W.S.; Bernardi, A.C.C.; Saldanha, M.F.C. Métodos de análise de tecidos vegetais utilizados na Embrapa Solos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000. (Circular Técnica, nº 6).

Dantas, K.A.; Figueiredo, T.C.; Mesquita, E.F.; Sá, F.V.V.S.; Ferreira, N.M. Substratos e doses de biofertilizante bovino na produção de mudas de aceroleira. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, Mossoró, 2014. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7337638>. Acesso em: 08 out. 2024.

Deon, M.D. Diagnose foliar da aceroleira, Instruções Técnicas da Embrapa Semiárido, Petrolina, 2012. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/930555/1/INT100.pdf>. Acesso em: 14 set. 2024.

Dodor, D. E., Kamara, M. S., Asamoah-Bediako, A., Adiku, S. G., MacCarthy, D. S., Kumahor, S. K., Neina, D. (2022). Evaluation of alkaline hydrolyzable organic nitrogen as an index of nitrogen mineralization potential of some coastal savannah soils of Ghana. *Nitrogen*, 3(4), 652-662.

Fernandes, A.A.; Silva, G.D.; Martinez, H.E.P.; Bruckner, C.H. Sintomatologia das deficiências minerais e quantificação de macronutrientes em mudas de aceroleira. *Revista Ceres*, 2000. Disponível em: <https://locus.ufv.br/server/api/core/bitstreams/e49f89d4-16be-4ad6-87c4-7f297b057c62/content>. Acesso em: 22 set. 2024.

Furlaneto, F.P.B.; Nasser, M.D. Panorama da cultura da acerola no Estado de SP. *Pesquisa e Tecnologia*, v.12, n.1, APTA Regional, 2015. Disponível em: [https://www.agricultura.sp.gov.br/documents/1007647/0/01_PANORAMA%20DA%20CULTURA%20DA%20ACEROLA%20NO%20ESTADO%20DE%20S%C3%83O%20PAULO%20\(1\).pdf/17262308-7994-0cf1-ce88-a8a96b5c4f5a](https://www.agricultura.sp.gov.br/documents/1007647/0/01_PANORAMA%20DA%20CULTURA%20DA%20ACEROLA%20NO%20ESTADO%20DE%20S%C3%83O%20PAULO%20(1).pdf/17262308-7994-0cf1-ce88-a8a96b5c4f5a). Acesso em: 16 ago. 2024.

Hernandez-Medina, E.; Vélez-Santiago, J.; Lugo-López, M. A. Root development of acerola trees as affected by liming. *The Journal of the University Puerto Rico*, 1970. Disponível em: <https://revistas.upr.edu/index.php/jaupr/article/view/11111/9395>. Acesso em: 25 ago. 2024.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção de Acerola no Brasil, 2017. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/acerola/br>. Acesso em: 16 ago. 2024.

Kubitza, F., Campos, J. L. O aproveitamento dos subprodutos do processamento de pescado. *Panorama da Aquicultura*. v. 16, n. 94. Março/Abril, p.23-29, 2006. Disponível em: <https://panoramadaaquicultura.com.br/o-aproveitamento-dos-subprodutos-do-processamento-do-pescado/>. Acesso em: 10 abr. 2024.

Lopes, I. G., Braos, L. B., Cruz, M. C. P., Vidotti, R. M. (2021). Valorization of animal waste from aquaculture through composting: Nutrient recovery and nitrogen mineralization. *Aquaculture*, 531, 735859.

Paraná. Secretaria da Agricultura e do Abastecimento. Prognóstico 2020: Fruticultura - Análise da Conjuntura. DERAL - Departamento de Economia Rural, 2020. Disponível em: https://www.agricultura.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2020-01/fruticultura_2020.pdf. Acesso em: 16 ago. 2024.

Prado, R.M. Nutrição de plantas: Diagnose foliar em frutíferas, Jaboticabal, 2012, p. 490.

Raij, B. van; Andrade, J.C.; Cantarella, H.; Quaggio, J.A. *Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais*. Campinas, SP: Instituto Agronômico, 2001.

Ritzinger, R.; Borges, A.L. Recomendações para calagem e adubação para abacaxi, acerola, banana, citros, mamão, mandioca, manga e maracujá. Embrapa Mandioca e Fruticultura, Brasília, 2021. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/226951/1/livro-RecomendacaoCalagemAdubacao-AnaLuciaBorges-AINFO.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2024.

Ritzinger, R.; Ritzinger, C.H.S.P. Cultivo tropical de frutíferas: acerola. Informe agropecuário, Belo Horizonte, 2011. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/54086/1/Acerola-RITZINGER-Rogério.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2024.

Santos, J.T.; Krutzmann, M.W.; Bierhals, C.C.; Feksa, L.R. Os efeitos da suplementação com vitamina C. Revista Conhecimento Online, Novo Hamburgo, 2019. Disponível

Scherer, H. W. (2009). Sulfur in soils. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 172(3), 326-335

Silva, C.M.; Martins, J.B.C.; Abreu, C.R.C.; Silva, D.M. Vitamina C para o aumento da imunidade: efeitos benéficos e efeitos adversos. Revista JRG de estudos acadêmicos, 2022. Disponível em: <https://revistajrg.com/index.php/jrg/article/view/463/515>. Acesso em: 17 ago. 2024.

Silva, G.F.G.; Silva, J.L.; Locatelli, K.M.M.; Amancio, N.F.G. Os efeitos da vitamina C na prevenção do envelhecimento cutâneo: uma revisão integrada da literatura. Perr Review, 2023. Disponível em: <https://peerw.org/index.php/journals/article/view/1602/950>. Acesso em: 17 ago. 2024.

Simão, S. *Manual de fruticultura*. São Paulo, Ceres, 1971. 530p.

Sociedade Brasileira de Ciência do Solo; Comissão Química E Fertilidade De Solo. Manual de cálculo e adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina 11 edição. Porto Alegre, 2016. Disponível em: https://www.sbcs-nrs.org.br/docs/Manual_de_Calagem_e_Adubacao_para_os_Estados_do_RS_e_de_S_C-2016.pdf. Acesso em: 28 fev. 2025.

Trani, P.E.; Monteiro Terra, M.; Tecchio, M.A.; Teixeira, L.A.J.; Hanasiro, J. *Adubação Orgânica de Hortaliças e Frutíferas*. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas (IAC), 2013. Disponível em: <https://www.bibliotecaagptea.org.br/agricultura/adubacao/ADUBACAO%20ORGANICA%20DE%20HORTALICAS%20E%20FRUTIFERAS.pdf>. Acesso em: 01 out. 2024.

Vidal, M.F. Fruticultura. Caderno Setorial ETENE. Fortaleza: Banco do Nordeste, 2024. Disponível em: <https://www.bnb.gov.br/revista/etene/article/view/2706/1833>. Acesso em: 16 ago. 2024.

Wong, M. T. F., Swift, R. S. (2003). Role of organic matter in alleviating soil acidity. In *Handbook of soil acidity* (pp. 351-372). CRC Press.