
Trophobiosis Theory: The Role of Nutrients in Pest and Disease Control

Teoria da Trofobiose: O Papel dos Nutrientes no Controle de Pragas e Doenças

Received: 20-09-2024 | Accepted: 21-10-2024 | Published: 24-10-2024

Gleicia dos Santos Almeida

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-6877-4605>

Universidade do Estado da Bahia, Brasil

E-mail: gleicia_sa@hotmail.com

Michelle dos Santos Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4885-7340>

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Brasil

E-mail: michelledsoliveira95@gmail.com

Rubinaldo de Jesus Severo

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-0968-0149>

Universidade do Estado da Bahia, Brasil

E-mail: tech.agrorubinaldo@gmail.com

ABSTRACT

The Trophobiosis Theory, developed by Francis Chaboussou, proposes that plants become susceptible to pests and diseases when there is an excess of free amino acids and reducing sugars in the sap. These compounds are easily digested by herbivorous organisms, while more complex molecules, such as proteins, are not utilized due to the enzymatic limitations of the attackers. Proteosynthesis, which involves the binding of amino acids to form proteins, is fundamental for plant growth and is facilitated by specific enzymes. Proper mineral fertilization aims to promote this nutritional balance, strengthening plants against pests. Nutrients such as nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, and magnesium are crucial, while minor elements like iron and zinc also play vital roles. Integrated management, including the use of organic fertilizers, can enhance plant resistance and balance the soil-plant-herbivore relationship. Regular soil monitoring is essential to ensure balanced nutrition and the effectiveness of the theory in pest control.

Keywords: Physiology; phytophagous organisms; fertilizers; fertilization; proteosynthesis.

RESUMO

A Teoria da Trofobiose, desenvolvida por Francis Chaboussou, propõe que plantas se tornam suscetíveis a pragas e doenças quando há excesso de aminoácidos livres e açúcares redutores na seiva. Esses compostos são facilmente digeridos por organismos fitófagos, enquanto moléculas mais complexas, como proteínas, não são aproveitadas devido à limitação enzimática dos agressores. A proteossíntese, que envolve a união de aminoácidos para formar proteínas, é fundamental para o crescimento vegetal e é facilitada por enzimas específicas. A adubação mineral adequada visa promover esse equilíbrio nutricional, fortalecendo as plantas contra pragas. Nutrientes como nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio são cruciais, enquanto elementos menores, como ferro e zinco, também desempenham papéis vitais. O manejo integrado, que inclui o uso de fertilizantes orgânicos, pode melhorar a resistência das plantas e equilibrar a relação solo-planta-herbívoros. O monitoramento regular do solo é essencial para garantir uma nutrição equilibrada e a eficácia da teoria no controle de pragas.

Palavras-chave: Fisiologia; fitófagos; fertilizantes; adubação; proteossíntese.

INTRODUÇÃO

Desde os primórdios das civilizações, o uso de recursos naturais foi essencial para a sobrevivência humana, evoluindo da coleta de alimentos para a agricultura estruturada (SENAR, 2002). Com o crescimento do agronegócio, a demanda por solos férteis e equilíbrio nutricional das plantas tornou-se crucial para alcançar altos níveis de produtividade. No entanto, a aplicação inadequada de fertilizantes pode gerar desequilíbrios nutricionais, favorecendo o ataque de pragas e doenças, como apontado por Chaboussou (2012). A Teoria da Trofobiose sugere que plantas se tornam vulneráveis a parasitas quando acumulam aminoácidos livres e açúcares simples, que são facilmente utilizados por fitófagos, enquanto plantas bem nutridas, especialmente em potássio, apresentam maior resistência (OLIVEIRA, 2009).

A síntese proteica é essencial para o crescimento vegetal, e sua eficiência depende da presença equilibrada de nutrientes como potássio, enxofre e zinco (Malavolta, 1997). Por outro lado, o excesso de nutrientes pode prejudicar o equilíbrio entre elementos, como observado por Primavesi (1984), contribuindo para a suscetibilidade a doenças. A luz solar, assim como condições químicas e físicas adequadas do solo, também desempenham papel crucial na fotossíntese e na produção de proteínas (TAIZ e ZEIGER, 2004). Adubos orgânicos e minerais de baixa solubilidade, como fosfatos naturais, podem elevar a taxa de proteossíntese, enquanto condições adversas, como umidade excessiva e solos ácidos, aumentam a proteólise, afetando negativamente a saúde das plantas (CHABOUSSOU, 2012).

Manejos agrícolas inadequados, como arações intensivas e capinas, também contribuem para a degradação das reservas proteicas nas plantas, podendo levá-las à morte (VILANOVA e SILVA JÚNIOR, 2010). A Teoria da Trofobiose destaca que a resistência das plantas está mais relacionada ao seu estado nutricional do que à presença de substâncias antagônicas nos tecidos, como proposto pela teoria clássica (CHABOUSSOU, 2012). Tecnologias modernas e a informação têm sido fundamentais na correção do solo e no manejo de pragas, inserindo as práticas agrícolas em um contexto globalizado e de maior produtividade (CASTANHO e TEIXEIRA, 2017). O objetivo geral do presente estudo, partindo dos pressupostos estabelecidos, é determinar, segundo a Teoria da Trofobiose, a importância e relação dos nutrientes envolvidos no equilíbrio das plantas para o controle de pragas e doenças. Sendo assim o presente estudo visa analisar a relação dos nutrientes na planta, segundo a teoria da trofobiose; analisar como

a influência de uma planta bem equilibrada apresenta maior tolerância a pragas e doenças; analisar como a nutrição inadequada favorece o surgimento e ataque de pragas e doenças.

A TEORIA DA TROFOBIOSE

A Trofobiose, termo derivado do grego que combina "Trophos" (alimento) e "Biosis" (existência de vida), sugere que os organismos vegetais tornam-se vulneráveis a pragas e doenças quando há excesso de aminoácidos livres e açúcares redutores em seu metabolismo (POLITO, 2005). Essa teoria está diretamente relacionada à agroecologia e ao manejo das culturas, destacando a importância da resistência fisiológica das plantas para a sustentabilidade dos agroecossistemas.

O conceito de Trofobiose foi desenvolvido pelo francês Francis Chaboussou, que atuou entre 1933 e 1976 na Estação de Zoologia do Centro de Pesquisas Agrônomicas de Bordeaux. Chaboussou propôs que a vulnerabilidade das plantas a pragas depende do estado bioquímico delas, que deve atender às necessidades nutricionais dos parasitas. Seus estudos, incluindo investigações sobre ácaros de videiras, culminaram na definição da Trofobiose e em sua tese de 1969 (GUAZZELLI e SCHIMITZ, 1995).

Em seu livro "Plantas Doentes Pelo Uso de Agrotóxicos", Chaboussou destacou como o estado bioquímico das plantas influencia a resistência a agressores, indicando que a presença de solutos como glicídios redutores e aminoácidos nas células torna as plantas mais suscetíveis a ataques. A presença de substâncias simples e solúveis na seiva é crucial para a alimentação dos parasitas, que têm dificuldade em decompor moléculas complexas, como proteínas (CHABOUSSOU, 2012). Assim, uma planta só será atacada quando suas seivas contiverem os alimentos que os agressores necessitam.

A pesquisa de Guazzelli et al. (1995) reforça a importância da formação de proteínas através da proteossíntese, que depende da disponibilidade de aminoácidos e da atuação de enzimas. O uso inadequado de agrotóxicos e adubos pode interferir nesse processo, promovendo o acúmulo de compostos que favorecem o ataque de pragas. A teoria da trofobiose postula que a nutrição adequada, especialmente em solos ricos em matéria orgânica, contribui para a resistência das plantas, pois a presença de substâncias complexas inibe a ocorrência de pragas e doenças, assegurando um equilíbrio nutricional essencial para o desenvolvimento saudável das plantas (CHABOUSSOU, 2012).

INFLUÊNCIA DOS NUTRIENTES NO MANEJO DE PRAGAS E DOENÇAS

De acordo com Zambolim e Ventura (1993), plantas com desequilíbrio nutricional são mais suscetíveis a herbívoros e patógenos do que aquelas com nutrição adequada. No contexto agroecológico, os ciclos minerais, processos biológicos e relações socioeconômicas devem ser analisados em conjunto, visando a otimização do agroecossistema em vez de focar apenas na produção. Larcher (2000) destaca que distúrbios no metabolismo das proteínas frequentemente resultam em mudanças nas proporções dos aminoácidos, com um aumento significativo na concentração de prolina. Sawazaki (1981) complementa que a prolina, sendo um aminoácido hidrófilo, desempenha papéis importantes na estabilização de coloides, armazenamento de carbono e na biossíntese de clorofila.

A modificação no conteúdo nutricional das plantas pode resultar de processos fisiológicos normais ou ser induzida por tratamentos fitossanitários e adubação nitrogenada (WATANABE, 1989). O tratamento fitossanitário busca melhorar a sanidade das plantas, enquanto a adubação mineral visa o crescimento adequado. No entanto, certos elementos podem causar desequilíbrio metabólico, tornando as plantas mais vulneráveis a fitófagos. Esses organismos se estabelecem em plantas que oferecem alimentos de fácil digestão, como aminoácidos livres e açúcares, tornando-as alvos preferenciais (WATANABE, 1989).

A ação microbiana é uma forma importante de liberar nutrientes para as plantas, promovendo a agregação e estabilização do solo durante a decomposição da matéria orgânica, especialmente em relação à relação carbono/nitrogênio (C/N) (KNABBEN, 2020). Nos solos tropicais, o desequilíbrio nutricional é frequente, devido à lixiviação e deficiências de nutrientes essenciais. Em climas mais frios, a adubação complementa a falta de minerais sem alterar significativamente as proporções. Por outro lado, em solos tropicais, a adubação química pode prejudicar a vida do solo e causar desequilíbrios, levando a condições de toxidez ou salinidade (KNABBEN, 2020).

A síntese de prolina pode ser uma estratégia de sobrevivência sob estresse, e um manejo adequado das plantas pode aumentar sua resistência e processos metabólicos. O uso de agrotóxicos pode reduzir a proteossíntese diretamente, ao afetar as folhas e outras partes da planta, ou indiretamente, ao prejudicar a vida do solo e a disponibilidade de nutrientes essenciais (GUAZZELLI e SCHIMITZ, 1995). Assim, um manejo integrado e sustentável é crucial para garantir a sanidade e o desenvolvimento saudável das plantas.

IMPORTÂNCIA DO EQUILÍBRIO ENTRE NUTRIENTES

O equilíbrio dos nutrientes nas plantas é crucial; a carência de algum elemento resulta em acúmulo de compostos solúveis, criando condições favoráveis a parasitas e reduzindo a resistência das plantas (SNAA, MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, 2015). A deficiência de potássio limita a fosforilação, levando ao acúmulo de hidratos de carbono de baixo peso molecular e compostos nitrogenados solúveis. As leis da adubação, como a lei do mínimo de Liebig e a lei do máximo, são fundamentais para entender a nutrição vegetal. A primeira afirma que o crescimento é limitado pelo nutriente em menor proporção, enquanto a segunda indica que o excesso de um nutriente pode reduzir a eficácia de outros e prejudicar a produção (TISDALE E NELSON, 1973; RAIJ, 1981; RUSSEL E RUSSEL, 1973).

Conforme Arnon e Stout (1939), a ausência de um elemento específico impede a planta de completar seu ciclo, e sua deficiência pode ser corrigida com a reposição adequada. Epstein (1975) simplifica ao afirmar que um elemento essencial deve fazer parte de uma molécula crucial à planta, como o Mg na clorofila. Mendes (2007) destaca a importância dos elementos que compõem a matéria orgânica (C, O, H) e a água (H₂O), que são essenciais para a planta, embora não sejam considerados em fertilidade do solo. As plantas necessitam de 14 nutrientes essenciais, sendo seis macronutrientes (N, P, K, S, Ca, Mg) e os demais micronutrientes (Mn, Fe, Cu, Zn, Mo, Cl, B, Ni) (FILGUEIRA, 2007). Elementos benéficos, como Co, Al, Se, Si, V e Na, também podem ser importantes em determinadas condições (RAIJ, 2011).

O nitrogênio (N) é exigido em grandes quantidades (1 a 5 dag/kg), e sua deficiência causa clorose em folhas mais velhas, afetando a síntese proteica (MENDES, 2007). O fósforo (P) é vital para o metabolismo energético, e sua carência resulta em clorose e redução da produção de sementes (MENDES, 2007). O enxofre (S) é necessário para a formação de proteínas, e sua deficiência também causa clorose (MENDES, 2007). O potássio (K), essencial para a qualidade, participa do metabolismo e regulação hídrica, e sua deficiência leva a alterações metabólicas (FILGUEIRA, 2007; CHABOUSSOU, 2012).

O cálcio (Ca) é importante para a estabilidade celular e sua deficiência afeta tecidos jovens (FILGUEIRA, 2007). O magnésio (Mg) é fundamental na clorofila e sua falta provoca clorose e redução da fotossíntese (MENDES, 2007). O ferro (Fe) é crucial

para a síntese de clorofila, e sua deficiência resulta em clorose intensa (RAIJ, 2011). O zinco (Zn) é vital na síntese de triptofano, e sua falta afeta o crescimento das plantas (MENDES, 2007). O manganês (Mn) atua como ativador enzimático e sua deficiência prejudica a respiração das plantas (MENDES, 2007).

TROFOBIOSE NO MANEJO DE PRAGAS E DOENÇAS

Segundo Neves et al. (2011), os pulgões são insetos sugadores que se alimentam da seiva da planta ao mesmo tempo que injetam toxinas e transmitem viroses. À medida que aumentam esses insetos nas plantas, elas tornam-se enfraquecidas devido à grande retirada de seiva. Sendo assim, Avila (2001), corrobora que a Teoria da Trofobiose no sistema de produção, pode ser aliado a tecnologias dos fertilizantes orgânicos, com possibilidade de proporcionar o equilíbrio estável ao complexo solo, planta, herbívoro. Partindo dessa teoria, é possível o uso de métodos e técnicas que ofereçam equilíbrio nutricional para as culturas, sendo esse um processo fundamental.

Solos erodidos exigem mais fertilizantes, que nem sempre suprem de modo adequado as necessidades nutricionais das plantas, tornando-as por isso mais suscetíveis ao ataque de pragas e às doenças (VEIGA, 2003). Com isso os agricultores são induzidos a aplicar doses crescentes de agroquímicos que também eliminam os inimigos naturais das pragas, facilitando a proliferação de insetos, ácaros, fungos e bactérias, principalmente em grandes plantações. Como esses agrotóxicos não conseguem eliminar toda a população de uma praga, os indivíduos sobreviventes se tornam cada vez mais resistentes. Este é um dos principais impactos negativos da chamada agricultura moderna nos agroecossistemas.

Voltar-se para a exploração de novas áreas sem antes ter conseguido racionalizar o uso das atuais equivale a estimular uma prática que mais se aproxima da mineração do que da agricultura (VEIGA, 2003). Por sua vez, agricultura alternativa, seja ela orgânica, biodinâmica, natural, ou emergente, como a agroecologia, são buscadas como forma de superação dessas práticas predatórias. A amplitude dessas experiências ainda é pequena quanto ao volume de produção. No entanto contribuem para os princípios de um padrão agrícola menos nocivo.

A Trofobiose está inteiramente relacionada aos mecanismos fisiológicos do estresse, capaz de motivar que o estado do aminoácido livre e açúcares estejam disponíveis para a alimentação dos fitoparasitas, sendo importante observar as causas que

promovem o estresse, como práticas agrícolas que são capazes de reduzi-lo (VILANOVA; SILVA JÚNIOR, 2009).

O manejo nutricional deve considerar além do aporte de nutrientes às plantas, em proporções adequadas, mas também a redução das perdas de nutrientes no sistema. Assim faz-se necessário o estabelecimento de critérios e análise periódica dos solos, com o intuito de se manter uma nutrição equilibrada para plantas (RAIJ, 2011).

Knabben, (2020), mostra as teorias defendidas por Ana Primavesi em suas obras, que diz que os solos tropicais e os temperados requer um manejo diferente do que se pratica no hemisfério norte. Ademais, Ana já havia trabalhado conceitos como sucessão ecológica e trofobiose, evidenciando as diferentes comunidades de determinados ambientes.

A biocenose é a ação de troca entre solo-planta-microvida. Havendo modificação em algum componente, ocasiona mudanças no outro, levando a um desequilíbrio que por sua vez altera a dinâmica da planta, gerando instabilidade no sistema vigente, seja ele de desenvolvimento ou de degradação, até se compor um novo equilíbrio (PRIMAVESI, 2018).

Por meio de seus exsudatos, as bactérias promovem a agregação do solo que geram pequenas partículas, formando os microagregados. Com seus filamentos os fungos unem os microagregados, formando os macroagregados. A água e o ar infiltram no solo nos espaços entre os agregados, onde os nutrientes são retidos para serem absorvidos pelas raízes. Os macroporos são importantes para penetração da solução do solo que contribuem para o crescimento, estabelecimento e absorção de nutrientes pelas raízes (PRIMAVESI, 1984). Quanto mais matéria orgânica houver no solo, maior será a microvida e maior o potencial enzimático do solo, pois, bactérias, fungos e protozoários crescem sempre perto das raízes. A importância desses seres presentes no solo se dá não no número e peso, e sim na taxa de renovação, pois a média de vida de uma bactéria é de meia a duas horas, protozoários geram três a quatro sucessões por dia, amebas multiplicam rapidamente, tanto que em 12 horas é possível formar um quilograma. Dessa maneira as enzimas excretam e dilatam fazendo o controle dessas populações. Faltando componentes biológicos no solo, não se pode simplesmente inoculá-lo, pois não havendo condições favoráveis, os microrganismos morrem (PRIMAVESI, 2020).

Em seu livro *Plantas doentes pelo uso de agrotóxico*, Chaboussou (2012), diz que planetas com deficiências minerais emitem sinais como: nervuras e folhas com coloração

diferente, anormal, folhas retorcidas, secagem e perda de folhas e outros. Já em excesso de nutrientes favorece ainda mais o surgimento de pragas e doenças.

Concordando com a afirmativa em relação à doença vegetal, Primavesi (s/d), diz que a deficiência mineral é a principal causa. E era dessa forma que ela resumia a teoria da trofobiose, afirmando ainda que erroneamente chamamos os insetos indicadores de que há falta ou excesso na planta, de praga. Logo, se um inseto come e digere a planta, é devido as enzimas estarem aptas para isso. Plantas saudáveis não disponibilizam substâncias que seus predadores possam digerir, por esse motivo raramente são atacadas.

Em suas pesquisas Primavesi (2018) destacou o relato de uma plantação de arroz que tinha sido abandonada. As lagartas acabaram com o arroz adubado e se dirigiram para o terreno ao lado. Comeram a plantação, mas morreram. Foi observado nas lagartas mortas pedaços de folhas, pois não conseguiram digerir por falta da enzima catalisadora. A planta de arroz, era equilibrada e sadia, e assim formou todas as proteínas, não disponibilizando substâncias incompletas como aminoácidos de cadeia menor aos fitófagos, que são os insetos que comem plantas. Logo, a planta somente oferece substâncias inacabadas na falta de algum mineral que ative a enzima catalisadora, sendo que essa falta se dá por deficiência no solo ou indução na adubação química ou orgânica capaz de quebrar esse equilíbrio.

Os nutrientes são devidos em proporções distintas na planta, onde cada deficiência é acompanhada de uma praga ou doença. Por exemplo o excesso de nitrogênio causa *Erwinia* na batata, *Pseudomonas* no fumo; *Septoria* no trigo; *Erysiphe* nos cereais e frutíferas; *Botrytis* na videira; *Verticillium* nos tomates, algodão, cravo e *Alternaria* nos tomates, fumo (PRIMAVESI, s/d).

O controle de insetos indesejáveis deve-se considerar todos os organismos presentes no sistema, a fim de conferir maior resistência às plantas em relação aos fitopatógenos. A dependência mínima de adubos sintéticos e enfoque na qualidade do solo e nutrição, viabiliza o controle dos insetos (AVILA et al. 2016).

A maior parte dos insetos e ácaros fitófagos existem devido às substâncias solúveis existentes na seiva da planta. Esses são capazes de desdobrar proteínas em aminoácidos. Partindo do estudo de Dufrenoy (1936), sobre o estado nutricional da planta e resistência a pragas e doenças, ele postulou que qualquer fator que desfavorece o crescimento celular provoca o acúmulo de compostos solúveis não utilizados, como açúcares redutores e aminoácidos, diminuindo assim a resistência da planta (ALVES et al. 2001).

Roel et al. (2017), realizou um experimento com milho e observou que o ataque da lagarta *Spodoptera frugiperda*, foi maior em plantas cultivadas com adubação química, onde a planta adubada com adubação orgânica apresentou maior resistência. Logo, pode ser indicado que o tipo de fertilização pode alterar a defesa da planta, provando que plantas nutricionalmente equilibradas são mais resistentes às pragas e doenças.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A teoria da trofobiose foi conceituada por Francis Chaboussou, como todo processo vital que se encontra sob a dependência da satisfação das necessidades do organismo vivo, mais precisamente, a planta ou órgão vegetal, só será atacado na medida em que seu estado bioquímico, determinado pela natureza e teor em substâncias solúveis nutricionais, correspondem as exigências tróficas do parasita em questão.

Quando a planta tem o manejo adequado, aumenta sua resistência e favorece os processos bioquímicos e metabólicos como a proteossíntese que é a formação de proteínas. Em desequilíbrio ocorre proteólise, que é a decomposição proteica, dessa forma ocorre o desequilíbrio a falta de ordem fisiológicas, tornando as plantas mais vulnerável ao ataque de pragas e doenças.

Os solos ricos em minerais não se desequilibram facilmente com adubação, assim a planta cresce em função da quantidade de elementos que são oferecidos de forma racional, que por sua vez são devidos em proporções distintas na planta, onde cada deficiência é acompanhada de uma praga ou doença. A planta somente oferece substâncias inacabadas na falta de algum mineral que ative a enzima catalisadora, sendo que essa falta se dá por deficiência no solo ou indução na adubação química ou orgânica capaz de quebrar esse equilíbrio. A adubação realizada com nitrogênio, fósforo e potássio (NPK) não é suficiente para garantir que a proteína se forme, pois não há como saber se o solo dispõe de todos os micronutrientes para poder formar as substâncias. A adubação visa favorecer crescimento e o desenvolvimento vegetal com a nutrição adequada. Porém alguns desses elementos podem causar o desequilíbrio metabólico na planta, deixando-as susceptíveis aos fitófagos.

Todos esses fatores são altamente relevantes para o desenvolvimento saudável da planta, de maneira que causando desequilíbrio nestes, pode desencadear uma desordem nutricional. Com o excesso de nutrientes a planta fica susceptível ao ataque devido a uma alta disposição de aminoácidos livres na parede celular; ocorre também a liberação de

açúcares que atraem os insetos sugadores, sendo uma porta de entrada para patógenos, que são organismos capazes de causar doenças no hospedeiro, como bactérias, fungos, protozoários e vírus. Plantas saudáveis não disponibilizam substâncias que seus predadores possam digerir, por esse motivo raramente são atacadas

REFERÊNCIAS

ALVES, S. B. et al. **Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento**. Piracicaba, 2001. p. 16-21.

ARNON, D. I.; STOUT, P. R. The essentiality of certain elements in minute quantity for plants with special reference to copper. **Plant Physiology**, Washington, v. 14, p. 371-375, 1939.

AVILA, S. R.; LOVATTO, P. B.; MAUCH, C. R.; SCHIEDECK, G.; KUHN, M. A influência da adubação orgânica no equilíbrio trofobiótico solo-couve-pulgão. In: **VI Encontro de Iniciação Científica e Pós-graduação da Embrapa Clima Temperado**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1067463/a-influencia-da-adubacao-organica-no-equilibrio-trofobiotico-solo-couve-pulgao>. Acesso em: 14 set. 2021.

CASTANHO, R. B.; TEIXEIRA, M. E. S. A evolução da agricultura no mundo: da gênese até os dias atuais. **Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities Research Medium**, Ituiutaba, v. 8, n. 1, p. 136-146, jan./jun. 2017.

CHABOUSSOU, F. Plantas doentes pelo uso de agrotóxico: nova base de uma prevenção contra doenças e parasitas - a teoria da trofobiose. Tradução de Guazzelli, M. J. 2. ed. São Paulo: **Expressão Popular**, 2012. 320 p.

EPSTEIN, E. **Nutrição mineral das plantas: princípios e perspectivas**. Tradução e notas de E. Malavolta. São Paulo: Livros Técnicos e Científicos, Ed. S.A., 1975. 341 p.

FILGUEIRA, F. A. R. Novo Manual de Olericultura: Agrotecnologia Moderna na Produção e Comercialização de Hortaliças. 3. ed. rev. ampl. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2007. 421 p.

GUAZZELLI, M. J.; SCHIMITZ, R. Novos Caminhos para uma Agricultura Sadia. Porto Alegre: Fundamentação Gaia, 1995. 29 p. KNABBEN, V. N. A importância do conhecimento e do manejo biológico do solo tropical para a agroecologia sob a perspectiva de Ana Maria Primavesi. **Ambientes: Revista de Geografia e Ecologia Política**. Volume 2, Número 2, 2020, pp. 190-217. ISSN: 2674-6816 Disponível em: <<https://doi.org/10.48075/amb.v2i2.26587>>. Acesso em 20 de setembro de 2021.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RiMa, 2000. p. 531.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2. ed., **rev. e atual**. Piracicaba: POTAFOS, 1997. p. 319.

MENDES, A.M.S. **Introdução à fertilidade do solo**. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPATSA/35800/1/OPB1291.pdf>. Acesso em: 25 out. 2021.

NEVES, A.C.; CÂMARA, J.A.S.; CARDOSO, M.J.; SILVA, P.H.S.; SOBRINHO, C.A. **Cultivo do feijão-caupi em sistema agrícola familiar**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2011. p. 15. (Circular Técnica, 28).

OLIVEIRA, M. F. et al. Influência de relações Nitrogênio/Potássio na preferência para alimentação e oviposição de *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B na cultura do tomateiro. **Agrociencia**, v. XIII, n. 1, p. 19-26, 2009. Disponível em: http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S230115482009000100003&lng=pt. Acesso em: 25 out. 2021.

POLITO, W. L. **Fitoalexinas e a resistência natural das plantas às doenças**. 2005. Disponível em: [https://www.ppippic.org/ppiweb/pbrazil.nsf/\\$FILE/Palestra%20Wagner%20Luiz%20Polito.ppt](https://www.ppippic.org/ppiweb/pbrazil.nsf/$FILE/Palestra%20Wagner%20Luiz%20Polito.ppt). Acesso em: 05 set. 2021.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais**. 7. ed. São Paulo, 1984. 541 p.

PRIMAVESI, A. **Manuscritos**. Itaip, SP, s/d.

PRIMAVESI, A. **Cartilha da terra**. São Paulo: Expressão Popular, 2020.

PRIMAVESI, A. **A biocenose do solo na produção vegetal e deficiências minerais em culturas, nutrição e produção vegetal**. São Paulo: Expressão Popular, 2018.

RAIJ, B. V. Fertilidade do solo e manejo dos nutrientes. Piracicaba: International **Plant Nutrition Institute**, 2011. 420 p.

ROEL, A.R.; SOARES, J.A.L.; PERUCA, R.D.; PEREIRA, L.C.; JADOSKI, C.J. Ocorrência em campo e desenvolvimento em laboratório de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Noctuidae) em milho com adubação orgânica e química. **Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science**, Guarapuava-PR, v. 10, n. 1, p. 67-73, 2017.

RUSSELL, E.W.; RUSSELL, E.J. **Soil conditions and plant growth**. 10. ed. London: Longmans Green, 1973. 849 p.

SAWAZAKI, H.E.; TEIXEIRA, J.P.F.; ALMEIDA, L.D. Variação do teor de prolina em folhas de feijão em função da disponibilidade de água no solo. **Bragantia**, v. 40, n. 5, p. 10, 1981.

SENAR – **Meio Ambiente**. Manual do professor. Curitiba, 2002.

SNAA. **Textos de divulgação técnica da Estação de Avisos de Entre Douro e Minho no 09/2015/outubro - Ministério da Agricultura e do Mar/ DRAP-Norte**. Disponível em: http://snaa.dgav.pt/docs/circulares/circ_16__2015_EDM.pdf. Acesso em: 17 set. 2021.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Trad. Elaine Romano Santarém... [et al.]. 3. ed. Porto Alegre: Artmed Editora S.A., 2004. p. 719.

TISDALE, S.L.; NELSON, W.L. Soil fertility and fertilizer. 3. ed. New York: **Collier McMillan International Editions**, 1975. 694 p.

VEIGA, J.E. A agricultura no mundo moderno: diagnóstico e perspectivas. **Capítulo “Agricultura”, do livro Meio Ambiente no Século 21 (org. André Trigueiro)**. Ed. Sextante, 2003, p. 198-213. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/155199350/2003-a-a-Agricultura-No-Mundo-Moderno-Diagnostico-e-Perspectivas>. Acesso em: 26 out. 2021.

VILANOVA, Clelio; SILVA JUNIOR, Carlos Dias. A teoria da trofobiose sob a abordagem sistêmica da agricultura: eficácia de práticas em agricultura orgânica. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, n. 1, p. 39-50, 2009. ISSN: 1980-9735.

VILANOVA, C.; SILVA JUNIOR, C.D. Avaliação da trofobiose quanto às respostas ecofisiológicas e bioquímicas de couve e pimentão, sob cultivos orgânico e convencional. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 5, p. 127-137, 2010.

WATANABE, M.A. Trofobiose: uma revolução no uso de agrotóxicos. **Anais do XII Congresso Brasileiro de Entomologia, 1989**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/10837/trofobiose-uma-revolucao-no-uso-de-agrotoxicos>. Acesso em: 20 out. 2021.

ZAMBOLIM, L.; VENTURA, J.A. **Resistência a doenças induzida pela nutrição mineral das plantas**. p. 23. ABEAS. Curso de Agricultura Tropical – Módulo 3, 1993.