

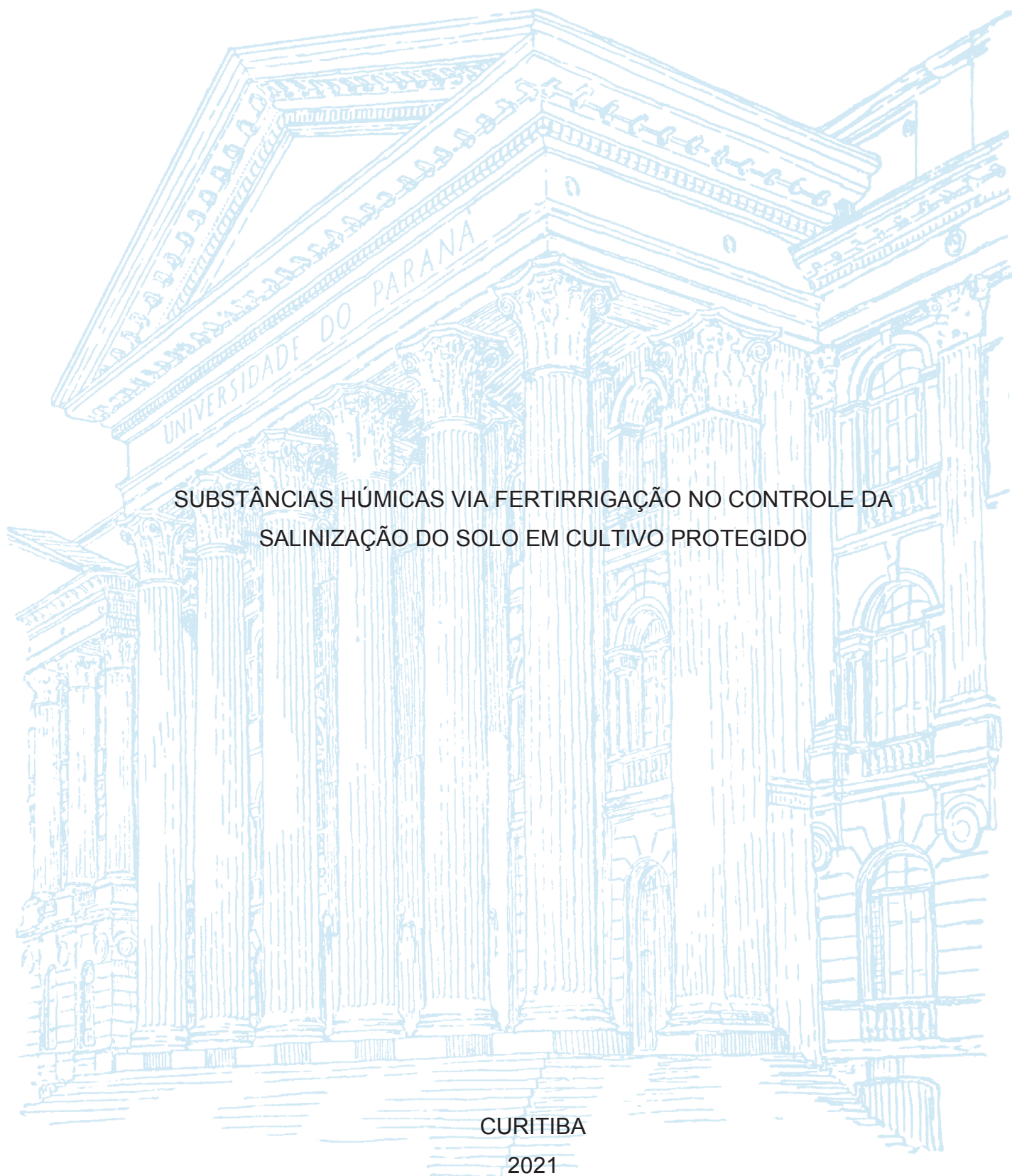
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

DANIELE AURORA MACHIOSKI CAVALLARI

SUBSTÂNCIAS HÚMICAS VIA FERTIRRIGAÇÃO NO CONTROLE DA
SALINIZAÇÃO DO SOLO EM CULTIVO PROTEGIDO

CURITIBA

2021



DANIELE AURORA MACHIOSKI CAVALLARI

SUBSTÂNCIAS HÚMICAS VIA FERTIRRIGAÇÃO NO CONTROLE DA
SALINIZAÇÃO DO SOLO EM CULTIVO PROTEGIDO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à conclusão do Curso de Especialização em Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Ms. Ariosto Céleo de Araújo

CURITIBA
2021

RESUMO

O cultivo em ambiente protegido proporciona diversas vantagens em relação ao campo aberto, como a proteção das plantas contra as adversidades climáticas, o aumento da produtividade, a maior eficiência na utilização de água e fertilizantes e a obtenção de produtos de alta qualidade comercial. No entanto, o manejo inadequado, devido a falta de conhecimento por parte dos agricultores e técnicos a respeito da irrigação, da adição de fertilizantes em altas dosagens e a inexistência de chuvas promotoras de lixiviação do excesso de sais aplicados via água de irrigação, podem trazer, como consequência, a salinização dos solos neste ambiente. A salinização dificulta a absorção de água e nutrientes pelas plantas, além de exercer efeitos tóxicos de íons específicos sobre os processos fisiológicos e metabólicos das plantas e comprometer o rendimento e a qualidade da produção. Assim, a utilização de uma estratégia de controle da salinidade por intermédio da aplicação de produtos que contenham substâncias húmicas tem sido utilizada por muitos produtores, muitas vezes sem a certeza da eficácia de sua utilização no controle da salinidade do solo. Substâncias húmicas são compostos orgânicos oriundos da decomposição de resíduos vegetais e animais do ambiente, que podem ser utilizados como insumos alternativos para o manejo de diversas culturas. O objetivo deste trabalho foi abordar a importância do uso de substâncias húmicas em conjunto com adubação de fertirrigação no controle da salinidade em solo cultivado com hortaliças em ambiente protegido. Foi realizado o levantamento de estudos sobre a associação da fertirrigação e substâncias húmicas, identificando as potencialidades e as fragilidades do uso da fertirrigação e compreendendo as melhores práticas de manejo em ambiente protegido foram utilizadas pesquisas bibliográficas empregando como base teórica artigos, teses, livros e legislações disponíveis na *internet*. Por sua vez, a busca pelos artigos e livros foi realizada na plataforma *Google Scholar*.

Palavras-chave: Salinização. Cultivo Protegido. Substâncias Húmicas. Fertirrigação. Hortaliças.

ABSTRACT

Cultivation in a protected environment provides several advantages over open fields, such as protecting plants against adverse weather conditions, increasing productivity, greater efficiency in the use of water and fertilizers, and obtaining products of high commercial quality. However, inadequate management, due to lack of knowledge on the part of farmers and technicians regarding irrigation, the addition of fertilizers in high doses and the lack of rains that promote the leaching of excess salts applied via irrigation water, can bring, as a consequence, the salinization of the soils in this environment. Salinization hinders the absorption of water and nutrients by plants, in addition to exerting toxic effects of specific ions on the physiological and metabolic processes of plants and compromising the yield and quality of production. Thus, the use of a salinity control strategy through the application of products that contain humic substances has been used by many producers, often without certainty of the effectiveness of its use in controlling soil salinity. Humic substances are organic compounds derived from the decomposition of plant and animal residues in the environment, which can be used as alternative inputs for the management of different cultures. The objective of this work was to approach the importance of the use of humic substances together with fertigation fertilization in the control of salinity in soil cultivated with vegetables in a protected environment. The survey of studies on the association of fertigation and humic substances was carried out, identifying the strengths and weaknesses of the use of fertigation and understanding the best management practices in a protected environment, bibliographical research was used using articles, theses, books and legislation as a theoretical basis. available on the internet. In turn, the search for articles and books was performed on the Google Scholar platform.

Keywords: Salinization. Protected Farming. Humic Substances. Fertigation. Vegetables.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	5
2 OBJETIVO GERAL	7
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
3 METODOLOGIA.....	8
4 O CONTEXTO DA AGRICULTURA FAMILIAR	8
4.1 HORTICULTURA EM AMBIENTE PROTEGIDO	10
4.2 IRRIGAÇÃO EM CULTIVO PROTEGIDO	11
4.3 SALINIDADE EM AMBIENTE PROTEGIDO	12
4.4 EFEITOS DA SALINIZAÇÃO SOBRE O SOLO E AS PLANTAS EM CONDIÇÕES DE AMBIENTE PROTEGIDO	14
4.5 TOLERÂNCIA DAS PLANTAS À SALINIDADE	16
4.6 FERTIRRIGAÇÃO E EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE HORTALIÇAS	18
4.7 SUBSTÂNCIAS HÚMICAS DO SOLO	20
4.8 EFEITO DAS SUBSTÂNCIAS HÚMICAS SOBRE AS PLANTAS	23
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	28
REFERÊNCIAS	29

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, o cultivo em ambiente protegido teve início na década de 1960, mas foi a partir do fim da década de 1980 que passou a ser amplamente utilizado (AZEVEDO et al, 2018). Tem-se observado, nos últimos anos, um significativo aumento da área cultivada em ambiente protegido, principalmente na produção de hortaliças e flores. Entre as culturas mais exploradas e que utilizam essa técnica de cultivo, estão: pepino, tomate e alface (BLANCO; FOLEGATTI, 2001). O cultivo protegido segundo Purquerio e Tivelli (2006), é caracterizado pela presença de uma determinada estrutura que tem como função proteger as plantas contra fatores meteorológicos, permitindo o controle das condições internas como: temperatura, umidade do ar, precipitação e vento. Todavia, permite a passagem de luz necessária para a realização da fotossíntese.

A maioria dos produtores de hortaliças que utilizam ambientes protegidos aplicam fertilizantes via água de irrigação, técnica essa denominada de fertirrigação. O uso dessa técnica possibilita o fracionamento das doses de fertilizantes ao longo do ciclo da cultura, de modo a permitir a aplicação dos nutrientes conforme o momento de maior exigência pelas plantas, seguindo a marcha de absorção de nutrientes das culturas (OLIVEIRA, 2012).

A fertirrigação é uma das alternativas para o parcelamento da adubação em cultivos agrícolas, evitando perdas por lixiviação ou volatilização dos adubos, uma vez que os fertilizantes estão dissolvidos em água, porém o uso excessivo e inadequado pode levar a salinização do solo, principalmente em casas de vegetação, pois o excesso de fertilizantes eleva a condutividade elétrica na solução do solo, causando redução na produtividade das culturas (SILVA, 2014).

A água utilizada para irrigação é considerada de boa qualidade quando apresenta reduzida concentração de sais, no entanto, mesmo nesta condição, não é raro ocorrer problema de salinização do solo, provocada, principalmente, pela aplicação de doses excessivas de fertilizantes, o que torna a água salina. Desta forma, a salinização do solo em ambiente protegido está relacionada diretamente com a quantidade de fertilizantes aplicados e com o acúmulo de sais ao longo do tempo. A salinização do solo pode ocasionar distúrbios fisiológicos nas plantas, acarretando em queda na produção e na qualidade dos frutos, desbalanço nutricional e aumento da pressão osmótica (OLIVEIRA, 2012).

Primo et al. (2011) citam que a matéria orgânica do solo (MOS) é considerada como todo material no solo que contém carbono orgânico, incluindo os micro-organismos vivos e mortos, resíduos de plantas e animais em estágios variados de decomposição, a biomassa microbiana¹, as raízes e a fração mais estável, denominada húmus. Conforme os autores a MOS desempenha papel fundamental nas funções do solo, sendo assim considerado um dos principais indicadores de sua qualidade, por apresentar forte inter-relação com as características físicas, químicas e biológicas do solo, exercendo forte influência na sua capacidade produtiva e, de modo muito intenso, na nutrição das plantas. De acordo com Costa et al. (2013), a MOS desempenha papel fundamental na sustentabilidade dos sistemas agrícolas, influenciando atributos físicos, químicos e biológicos do solo, com reflexo na estabilidade e produtividade dos agroecossistemas. Nesse sentido, a MOS desempenha um papel importante, sendo considerada a principal indicadora da qualidade do solo, servindo de base para sustentabilidade agrícola.

Pereira (2018) destaca que as substâncias húmicas (SH) podem ser entendidas como produtos das transformações químicas e biológicas dos resíduos vegetais e animais, bem como da atividade dos micro-organismos do solo. De acordo com o autor, são divididas nas frações ácidos fúlvicos, ácidos húmicos e huminas. Os ácidos fúlvicos são solúveis em meios ácido e alcalino, enquanto que ácidos húmicos são solúveis em meio alcalino e insolúveis em ácido. Já as huminas são insolúveis em ambos os meios: alcalino e ácido.

De acordo com Costa et al. (2013), as SH são reconhecidas por desempenhar papel importante no ambiente como por exemplo tornarem os solos mais férteis e favorecerem o crescimento das plantas. Além disso, são responsáveis por complexar poluentes inorgânicos e orgânicos, diminuindo a toxicidade desses poluentes para vida terrestre e aquática.

A capacidade de retenção hídrica é uma das funções mais importantes das SH no solo. Essas substâncias, ao criarem uma estrutura nesse ambiente, facilitam a infiltração da água, pois funcionam como esponjas devido à sua grande área de superfície e às cargas elétricas internas. A capacidade de retenção de água da

¹ Biomassa microbiana do solo é a fração viva da matéria orgânica responsável por processos bioquímicos e biológicos no solo (BALOTA et al., 2008).

matéria orgânica fresca gira em torno de 80% do seu peso, mas quando a mesma vai sendo humificada se eleva em até 160% (SANTOS; COELHO PAES, 2016).

De acordo com Souza (2019), o uso de bioestimulantes à base de SH tem atraído a atenção especialmente pelo seu efeito de atenuação e mitigação dos efeitos de estresses bióticos (insetos-praga, fungos, bactérias, vírus, nematoides) e abióticos (temperatura, intensidade luminosa, disponibilidade de água, minerais (salinidade), CO₂, umidade e agentes poluentes). Plantas que crescem em solos com conteúdo elevado de matéria orgânica de qualidade são menos sujeitas aos diferentes tipos de estresse, são mais saudáveis e podem apresentar maior produtividade e qualidade. Ainda segundo o autor, a maior parte da matéria orgânica do solo é constituída pelas SH.

Atualmente vem crescendo o interesse na utilização de SH na nutrição das plantas. Com isso, vários produtos comerciais à base de SH vêm sendo desenvolvidos e amplamente utilizados na agricultura, sobretudo em áreas irrigadas (PERREIRA, 2018). Porém, são escassos os estudos científicos que comprovem os benefícios do uso agrícola desses produtos, sobretudo no cultivo em ambiente protegido.

De acordo com Prado (2014), nos últimos anos tem surgido no mercado inúmeros fertilizantes orgânicos, condicionadores de solo e bioestimuladores contendo SH, mas ainda são escassos os estudos científicos que comprovem os benefícios do uso agrícola desses produtos.

Com a expansão das atividades agrícolas, vários problemas relacionados com a salinização do solo têm ocorrido devido à falta de conhecimento e tecnologia apropriada. Em decorrência, têm sido frequentes os problemas de salinização do solo que prejudicam o cultivo das hortaliças (MEDEIROS et al., 2016).

2 OBJETIVO GERAL

O presente trabalho tem como objetivo avaliar a importância do uso de substâncias húmicas, em conjunto com a técnica da fertirrigação no controle da salinidade em solo cultivado com hortaliças em ambiente protegido.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- i) Levantar estudos sobre a associação da fertirrigação e substâncias húmicas;
- ii) Identificar as potencialidades e fragilidades do uso da fertirrigação;
- iii) Compreender as melhores práticas de manejo em ambiente protegido.

3 METODOLOGIA

De modo a cumprir os objetivos apresentados, utilizou-se pesquisa bibliográfica empregando como base teórica artigos, teses, livros e legislações disponíveis na *internet*. Por sua vez, a busca pelos artigos e livros foi realizada na plataforma *Google Scholar*. Para realização desta revisão foram consultadas obras entre os anos de 1997 a 2021.

A fim de sistematizar os temas para melhor compreensão foram abordados os seguintes tópicos: i) o contexto da agricultura familiar; ii) horticultura em ambiente protegido; iii) irrigação em cultivo protegido; iv) salinidade em ambiente protegido; v) efeitos da salinização sobre o solo e as plantas em condições de ambiente protegido; vi) tolerância das plantas à salinidade; vii) fertirrigação e exigências nutricionais de hortaliças; viii) substâncias húmicas do solo; ix) efeito das substâncias húmicas sobre as plantas.

4 O CONTEXTO DA AGRICULTURA FAMILIAR

O desenvolvimento agrícola é uma das principais preocupações dos governos de todo o mundo, pois dele advém o abastecimento de alimentos para toda a população. O Brasil se destaca como um país de vocação agrícola: possui 40% das terras agriculturáveis do mundo (NEJELISKI; MELLO, 2012).

A agricultura familiar é a principal responsável pela produção dos alimentos que são disponibilizados para o consumo da população brasileira. É constituída por pequenos produtores rurais, povos e comunidades tradicionais, assentados da reforma agrária, silvicultores, aquicultores, extrativistas e pescadores. O setor se destaca pela produção de milho, mandioca, pecuária leiteira, gado de corte, ovinos, caprinos, olerícolas, feijão, cana, arroz, suínos, aves, café, trigo, mamona, fruticulturas e hortaliças (MAPA, 2020).

A Lei 11.326, de 24 de julho de 2006, define as diretrizes para formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e os critérios para identificação do setor.

Conforme a legislação, é considerado agricultor familiar e empreendedor familiar rural aquele que pratica atividades no meio rural, possui área de até quatro módulos fiscais, mão de obra da própria família, renda familiar vinculada ao próprio estabelecimento e gerenciamento do estabelecimento ou empreendimento realizado pela própria família.

Em todos os sistemas de produção agrícola, inclusive na agricultura familiar, o aumento da produtividade vem associado ao uso de tecnologias. Entretanto, conforme Filho et al. (2007), no Brasil metade dos estabelecimentos familiares dependem exclusivamente da força física de seus integrantes para realizar as tarefas agrícolas necessárias para a produção, como arar, semear, capinar e colher, utilizando-se praticamente apenas dois instrumentos: foice e enxada.

A agricultura familiar mantém vínculos simultâneos de distintos tipos com os mercados de produtos agroalimentares em razão do seu perfil produtivo diversificado. Assim, a reprodução das unidades familiares rurais baseia-se no conjunto das atividades produtivas por elas desenvolvidas e nos vínculos com os mercados que lhes são correspondentes. Há sempre que mencionar a parcela da produção que é destinada ao autoconsumo, importante componente da reprodução dessas famílias e que possibilita a soberania alimentar. No que se refere aos fatores “dentro da porteira”², as opções de estratégia de inserção nos distintos mercados dependem da disponibilidade de recursos e implicam distintas combinações dos recursos produtivos disponíveis no interior das unidades familiares. A essa combinação acrescentam-se as hortaliças e as frutas, que, em alguns casos, podem integrar o núcleo principal dos cultivos comerciais (MALUF, 2004).

A horticultura é a ciência e a arte de cultivar frutas, hortaliças, flores e plantas ornamentais, plantas medicinais, aromáticas e condimentares (MELO; FABRI, 2017). Sendo a olericultura responsável pela produção de hortaliças tanto comercial como de subsistência, atua com um importante papel na atividade agrícola familiar, contribuindo para o seu fortalecimento e garantindo sua sustentabilidade (FAULIN; AZEVEDO, 2003).

² “Dentro da porteira” é um termo referente a cadeia do agronegócio. Dentro da porteira é a unidade produtiva, onde acontece a agropecuária básica ou primária. É tudo o que se refere à produção – preparo do solo, plantio, tratamentos culturais, colheita, beneficiamento, manutenção de máquinas, transporte e armazenagem internos, descarte de embalagens de agrotóxicos, mão de obra, administração e gestão dentro das unidades produtivas para a condução de culturas vegetais.

Conforme Nejelski e Mello (2012), grandes variações climáticas são comuns no Brasil, com isso muitas culturas, especialmente as hortaliças, são afetadas e os produtores sofrem graves prejuízos econômicos. Segundo Ribeiro et al. (2016) as hortaliças de maior valor agregado, como pimentão (*Capsicum annuum L.*) e tomate (*Solanum lycopersicum L.*), são geralmente produzidas em cultivo protegido e asseguram um bom retorno financeiro.

4.1 HORTICULTURA EM AMBIENTE PROTEGIDO

De acordo com Oliveira (2012), o cultivo em ambiente protegido é uma alternativa para os horticultores. Segundo o autor, essa técnica atua minimizando os efeitos da variabilidade ambiental, melhorando o desenvolvimento dos cultivos além de possibilitar os cultivos durante todo o ano. Além do mais, permite o uso racional de água e nutrientes, possibilitando assim maior retorno financeiro e eficiência energética. No cultivo protegido pode-se atingir taxa de produção superior a dos cultivos convencionais. Conforme Oliveira (2012), até o dobro da produção de áreas convencionais, possibilitando ainda a oferta constante de hortaliças.

O cultivo em ambiente protegido tem sido visto como uma das alternativas viáveis para favorecer o aumento da produtividade de olerícolas, além de evitar danos relacionados a fatores climáticos, como chuvas, granizos e geadas, reduzindo de forma significativa a ocorrência de pragas, além de permitir o uso racional dos recursos hídricos, resultando em uma economia de 50% dos mesmos, através da técnica de irrigação por produção unitária³ (DIAS, 2004).

De acordo com Silva et al. (2014), na década de 1980, quando se iniciou a produção de hortaliças em cultivo protegido no Brasil, verificava-se que, após três anos de cultivo, muitos produtores não conseguiam obter mais a produtividade nem as qualidades iniciais. Na época, os prejuízos sofridos pelos produtores eram gerados por práticas inadequadas, resultantes da falta de informação e assistência técnica adequada. Um exemplo disso era o manejo incorreto da adubação em estufas. Ao longo do tempo, ocorria a salinização do solo, inviabilizando o seu uso. Essa e outras ocorrências difundiram o mito de que o cultivo protegido se tornaria

³ Irrigação localizada visando molhar especificamente a área de solo na qual se encontra o sistema radicular da cultura.

inviável após três anos. No entanto, o avanço das pesquisas mostrou que o problema não era o sistema, mas o manejo adotado.

4.2 IRRIGAÇÃO EM CULTIVO PROTEGIDO

De acordo com Holanda et al. (2016), a água é um componente indispensável à vida dos organismos e considerado uma das maiores influências sobre o clima na terra. Os autores acrescentam ainda que as características químicas, físicas e biológicas da água podem variar em função da região de ocorrência e sua utilização em projetos de irrigação é sinônimo de desenvolvimento e prosperidade em várias regiões agricultáveis do mundo.

Holanda et al. (2016) afirmaram que a adequação da água para irrigação depende tanto da qualidade quanto de fatores relacionados às condições de uso, pois uma mesma água pode ser considerada perfeitamente adequada para certa cultura, em dada condição de solo e clima, mas ser inadequada para outra. De acordo com os autores, além das características físico-químicas da água, outros fatores devem ser levados em consideração e analisados em conjunto numa avaliação e recomendação de uso para irrigação: i) atributos físico-químicos do solo ii) a tolerância das culturas a serem exploradas iii) as condições climáticas locais iv) manejo da irrigação e drenagem.

De acordo com Amorim (2009), as civilizações antigas se consolidaram graças ao emprego da técnica da irrigação. Todavia, algumas, tiveram o seu declínio e/ou desaparecimento em virtude do manejo inadequado da água e do solo, e conseqüente salinização deste, pois a qualidade e quantidade da água aplicada não só influencia o rendimento das culturas, como também modifica as propriedades físicas, químicas e microbiológicas dos solos, podendo afetar a produtividade obtida nos anos subsequentes.

Em áreas irrigadas é comum o surgimento de solos degradados por sais decorrentes do manejo inadequado da irrigação, de modo que em todo o mundo importantes extensões de terras férteis e agricultáveis cada vez mais se tornam salinas. Isso ocorre em decorrência de práticas de manejo que não visam à conservação da capacidade produtiva do solo, como inexistência de sistema de drenagem eficiente, uso de águas em quantidade e com qualidade não adequadas, além do emprego incorreto e excessivo de adubos químicos (AMORIM, 2019).

Em sistemas de cultivo protegido, a irrigação se torna indispensável por ser a única fonte de água para as plantas. Assim é importante dimensionar o sistema para atingir uma máxima eficiência de irrigação minimizando custos e riscos que possam surgir (COSTA et al., 2007).

4.3 SALINIDADE EM AMBIENTE PROTEGIDO

A salinização do solo pode ser compreendida de duas formas: a primeira ocorre de maneira natural através do processo de formação das rochas, envolvendo processos químicos, físicos e biológicos. A segunda é induzida por atividades antrópicas e se manifesta de maneira mais acentuada em áreas com baixa precipitação pluviométrica e maior evapotranspiração ao longo do ano, em decorrência da má eficiência da drenagem ou manejo inadequado da irrigação (OLIVEIRA, 1997).

De acordo com Pedrotti et al. (2015), os solos afetados por sais, conhecidos por solos halomórficos, são solos desenvolvidos em condições inadequadas de drenagem, que se caracterizam pela presença de sais solúveis, sódio trocável ou ambos, em horizontes ou camadas próximas à superfície. Assim quando a concentração de sais se eleva ao ponto de prejudicar o rendimento econômico das culturas, diz-se que tal solo está salinizado.

As condições de ambiente protegido se assemelham bastante com a das regiões áridas e semiáridas, em relação aos fatores potencializadores do processo de salinização, como as elevadas taxas de evaporação e evapotranspiração, predominantemente sobre a precipitação. Assim, águas carregadas de sais procedentes do processo natural de decomposição das rochas com lavagem deficiente se acumulam em depressões constituindo lençóis freáticos salinos. Por ascensão capilar, esta água atinge a superfície do solo e evapora, deixando os sais na superfície. Sendo este o processo mais comum de salinização natural ou primária. A salinização secundária, devido à ação do homem, geralmente está associada a práticas de cultivo e ao manejo inadequado da irrigação e da fertirrigação (MEDEIROS et al., 2016).

O uso de fertilizantes em excesso via água de irrigação utilizado em olerícolas, sob condição de cultivo protegido, eleva os níveis de salinidade do solo ao ponto de superar os limites de tolerância pela maioria das culturas, refletindo na

diminuição do rendimento. Desta forma, a prática da fertirrigação, embora contribua de maneira significativa para o aumento da produtividade, em determinadas situações, sobretudo em ambientes protegidos, pode também resultar no acúmulo do teor salino no solo. O excesso de sais no solo reduz a disponibilidade de água às plantas, além de exercer efeitos tóxicos de íons específicos sobre os processos fisiológicos e metabólicos e comprometer o rendimento e a qualidade da produção (DIAS et al., 2006).

De acordo com Silva (2002), existem dois fatores que podem ocasionar o acúmulo de sais no solo. O primeiro consiste na adição de fertilizantes com elevados índices salinos, contendo quantidades superiores às exigências nutricionais requeridas para determinadas culturas. O segundo corresponde à utilização de águas advindas de poços com água de qualidade inferior, contendo altos teores de cálcio, magnésio, sulfatos, carbonatos, cloretos e bicarbonato de sódio ocorrendo com maior frequência em sistemas de cultivo comercial de casa de vegetação.

Outro fator também responsável pela ocorrência da salinidade dos solos é a aplicação excessiva de fertilizantes com salinidade elevada, tais como cloreto de potássio (KCl), nitrato de amônio (NH_4NO_3) e formulações comerciais, de forma indiscriminada e excessiva, que pode induzir a um incremento da pressão osmótica na solução do solo, prejudicando a germinação das sementes e o desenvolvimento de plantas muito jovens (PEDROTTI et al., 2015).

A alta salinidade de alguns fertilizantes, principalmente o KCl, compromete o crescimento e a distribuição das raízes, assim como a absorção de água e nutrientes, porque diminui o potencial osmótico próximo à rizosfera e dificulta o caminhamento dos íons até as raízes. O alto valor da condutividade elétrica da solução do solo pode interferir na capacidade da planta em relação ao índice de pegamento de frutos⁴ (OLIVEIRA, 2012).

Segundo Silva (2014), um dos principais fatores para a salinização dos solos devido ao uso inadequado da fertirrigação é a combinação de fertilizantes utilizados durante os ciclos de cultivo, pois a condutividade elétrica (CE) de cada fertilizante aplicado durante a fertirrigação deve ser observada para que não haja um excesso

⁴ De acordo com Rocha et al. 2010, o rendimento de uma hortaliça de fruto é determinado pela combinação do número e do peso médio de frutos colhidos por planta, cuja associação resulta na produção por planta. O número de frutos produzido é uma consequência direta do índice de pegamento de frutos na planta. O peso médio de fruto é um relevante componente da produção, além de ser a melhor maneira de exprimir, indiretamente, o tamanho dos frutos.

de sais na solução, aumentando assim a CE de forma demasiada, prejudicando o cultivo. Ainda de acordo com o autor, parte dos sais fertilizantes adicionados ao solo junto com a água de irrigação é consumida e o restante se deposita nos colóides do solo e possuem potencial para aumentar a concentração eletrolítica da solução do solo, sobretudo depois de sucessivas aplicações de fertirrigação, podendo chegar a ponto de reduzir o desenvolvimento vegetativo das culturas e conseqüentemente o rendimento.

Apesar da técnica da fertirrigação apresentar elevada eficiência na distribuição de nutrientes e proporcionar considerável economia para os produtores, seu uso tem sido adotado, em muitos casos, de forma errônea: os produtores aplicam doses excessivas de fertilizantes, o que pode acarretar, ao longo do tempo, o acúmulo de sais no solo. O excesso de sais no solo reduz a disponibilidade de água para as plantas, além de trazer problemas como o efeito de íons tóxicos específicos (Na^+ e Cl^-) na fisiologia vegetal, o que pode prejudicar consideravelmente o desenvolvimento, a produtividade e a qualidade dos produtos, principalmente em culturas sensíveis à salinidade, como é o caso do pimentão (OLIVEIRA, 2012).

Mesmo que utilizada água de irrigação de boa qualidade, altas doses de fertilizantes aplicadas via irrigação têm elevado os níveis de salinidade. Assim sendo, pode-se considerar que o excesso de água e o inadequado manejo da adubação seja a principal causa do problema de salinidade nesses ambientes, em virtude da adição de sais fertilizantes de elevados índices salinos e em quantidades superiores àquelas requeridas para a nutrição das plantas. O acúmulo de sais no solo em cultivos protegidos é bastante comum em virtude, principalmente, das altas doses de fertilizantes aplicadas e à falta de lixiviação dos sais acumulados após um cultivo (MEDEIROS et al., 2016).

4.4 EFEITOS DA SALINIZAÇÃO SOBRE O SOLO E AS PLANTAS EM CONDIÇÕES DE AMBIENTE PROTEGIDO

O processo de salinização dos solos sob condições de ambiente protegido, assim como em qualquer situação, está relacionado diretamente ao acúmulo de sais em excesso na solução do solo. No caso do uso de águas salinas de poços, em geral, ocorre acumulação de determinadas espécies iônicas, como os cátions Na^+ ,

Ca^{2+} e Mg^{2+} e os ânions Cl^- e SO_4^{2-} , podendo assim serem identificados, assemelhando-se aos efeitos ocorridos em regiões semiáridas. Já no caso da salinização causada pelo uso excessivo de esterco e adubos, mais comuns no Sul e Sudeste do Brasil, devem-se acrescentar aos íons já citados os cátions K^+ e NH_4^+ e o ânion NO_3^- (MEDEIROS et al., 2016).

De acordo com Silva (2002), em condições salinas ocorre uma redução na disponibilidade de água, ou seja, com o acúmulo de sais no solo o potencial total da água no mesmo sofrerá redução, ocasionado pela contribuição do potencial osmótico. Como a água tende a deslocar-se do ponto de maior para o de menor potencial, haverá um maior gasto de energia para a absorção de água. Ainda conforme o autor, embora algumas plantas possuam mecanismos de ajuste osmótico e consigam sobreviver, o fato da planta entrar mais rapidamente em condições de estresse, ocasionará o fechamento dos estômatos e reduzirá a fotossíntese, diminuindo assim a translocação de nutrientes da raiz para parte aérea, além de promover um gasto de energia para absorção de íons na forma ativa.

As plantas retiram a água do solo quando a velocidade de absorção dos tecidos das raízes são superiores às forças com que a água é mantida na solução do solo, ou seja, a manutenção do gradiente de potencial hídrico favorável à entrada de água nas células das raízes. Em solos salinos, os sais solúveis na solução aumentam as forças de retenção de água devido ao efeito osmótico, ocorrendo assim redução na absorção de água pela planta. Por sua vez, o aumento da pressão osmótica, causado pelo excesso de sais solúveis, poderá atingir um nível em que as plantas não conseguirão superar essa pressão, não mais absorvendo água, mesmo em solo úmido. Dependendo do grau de salinidade, em vez de absorver, a planta poderá até perder a água que se encontra em suas células e tecidos (DIAS et al., 2016).

Segundo Schossler (2012), o efeito da salinidade no desenvolvimento vegetal provém de alterações nas suas propriedades químicas e físicas. Nas propriedades químicas do solo o aumento das concentrações de sais e sódio trocável ocasiona a redução de sua fertilidade, e nas propriedades físicas, provoca desestruturação, aumento da densidade do solo e redução da infiltração de água pelo excesso de íons sódicos. Ainda segundo o autor, a alta condutividade elétrica verificada em solos salinos se devem as altas concentrações de sais, podendo restringir a absorção de nutrientes, interferir no desenvolvimento das plantas e reduzir a

produtividade. Ainda, outras, implicações da salinidade é a perda da fertilidade e a susceptibilidade à erosão, além da contaminação do lençol freático e das reservas hídricas subterrâneas. Portanto, a salinidade, uma vez que influencia na estrutura do solo, reduz também a sua capacidade de armazenar água e, conseqüentemente, sua absorção, o que acaba afetando a absorção dos nutrientes.

4.5 TOLERÂNCIA DAS PLANTAS À SALINIDADE

De acordo com Willadino e Camara (2010), o efeito da salinidade sobre as plantas é consequência de dois distintos componentes do estresse salino. O primeiro é o componente osmótico, resultante da elevada concentração de solutos na solução do solo, que provoca um déficit hídrico pela redução do potencial osmótico. O segundo componente é o iônico, decorrente dos elevados teores de Na^+ e Cl^- , e da alterada relação K^+/Na^+ e outros nutrientes. Ainda segundo os autores as respostas ao estresse salino variam amplamente dependendo do genótipo da planta. Enquanto algumas espécies apresentam elevada tolerância à salinidade, outras são altamente susceptíveis. Essas espécies podem ser classificadas como halófitas, plantas que se desenvolvem naturalmente em ambientes com elevadas concentrações salinas (tipicamente Na^+ e Cl^-) e, glicófitas, as que não são capazes de se desenvolver em ambientes com elevadas concentrações salinas (WILLADINO e CAMARA, 2010).

Algumas espécies vegetais apresentam mecanismos que lhes permitem sobreviver em ambientes altamente salinos (SCHOSSLER, 2012). Segundo Timm (2012), as plantas halófitas⁵ possuem tolerância à salinidade e representam a minoria das espécies, cerca de 1% da flora mundial, estando distribuídas em habitat costeiros e interiores salinos. Em contraste, as glicófitas, que compreendem as espécies mais importantes economicamente, são sensíveis ao estresse salino e quando submetidas a altas concentrações de sais indicam sinais de inibição do crescimento, descoloração foliar e perda de massa seca, sendo a inibição do crescimento o sintoma mais característico.

⁵ Alguns exemplos de plantas halófitas são as que vivem nos manguezais. Algumas espécies de árvores deste ecossistema têm raízes aéreas, através das quais absorvem o oxigênio do ar para sua respiração. Outro exemplo são as gramíneas halófitas. No Brasil, a forrageira halófita mais estudada e utilizada na alimentação de ruminantes é a erva-sal (*Atriplex nummularia*), devido a sua fácil propagação, capacidade fitoextratora de sais, produtividade e valor nutricional.

De acordo com Azevedo (2018), o estado nutricional das plantas requer uma grande atenção para caracterizar a tolerância das mesmas à salinidade. A presença de elevados teores de Na e Cl prejudica a absorção de nutrientes pelas raízes dos vegetais principalmente de Ca e K.

A aplicação excessiva de fertilizantes e, conseqüentemente, salinização do solo pode ocasionar distúrbios fisiológicos nas plantas, acarretando em queda na produção e na qualidade dos frutos, desbalanço nutricional e aumento da pressão osmótica. O excesso de potássio na solução do solo pode afetar negativamente a absorção de Ca^{2+} e Mg^{2+} pelos vegetais, em virtude do efeito antagônico do íon K^+ (OLIVEIRA, 2012).

Sabe-se que as diferentes espécies e cultivares de plantas respondem diferentemente aos efeitos negativos da salinidade, havendo para cada espécie ou cultivar um limite tolerável de salinidade que não causa redução na produtividade potencial a partir do qual a produtividade passa a diminuir à medida que se incrementa a salinidade do solo (DIAS et al., 2016).

Segundo MEDEIROS et al. (2012), nem todas as culturas respondem igualmente à salinidade; algumas produzem rendimentos aceitáveis a altos níveis de salinidade e outras são sensíveis a níveis relativamente baixos, cuja diferença se deve a melhor capacidade osmótica que algumas culturas têm o que permite absorver, mesmo em condições de salinidade, maior quantidade de água.

O elevado teor de sódio (Na) preocupa os produtores, uma vez que pode contribuir para problemas de salinidade. Quando absorvido e acumulado em grandes quantidades na planta, o Na se torna altamente tóxico em níveis fisiológicos diferenciados. Em geral, os danos fisiológicos causados pela toxidez de Na incluem deficiência dos nutrientes como K e Ca, desenvolvimento de estresse hídrico e indução de danos celulares. Então, a habilidade dos genótipos em manter altos teores de K e Ca e baixos níveis de Na no tecido vegetal é o mecanismo que contribui para expressar a tolerância das plantas à salinidade (DIAS et al., 2016).

De acordo com Azevedo (2018), a tolerância à salinidade pode estar aliada ao ajustamento osmótico, ou seja, a capacidade que as plantas possuem de acumular íons no vacúolo e/ou solutos orgânicos compatíveis no citoplasma, de modo que se possa promover um balanceamento do baixo potencial osmótico nos vacúolos.

4.6 FERTIRRIGAÇÃO E EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE HORTALIÇAS

Segundo Trani et al. (2011), a fertirrigação é uma técnica de fertilização das culturas através da água de irrigação, sendo considerado o mais eficiente método de adubação das culturas, pois combina a água e os nutrientes, que juntamente com a luz solar são os fatores mais importantes para o desenvolvimento e a produção das culturas. Segundo os autores, a boa combinação desses dois fatores determinam melhor rendimento e qualidade das hortaliças.

A fertirrigação é uma técnica muito utilizada em ambientes protegidos, voltados, principalmente, à produção de olerícolas. Essa técnica é amplamente difundida nas regiões Sul e Sudeste do país, porém os solos em ambientes protegidos não são expostos à ação da chuva e não sofrem a lixiviação dos sais, tendo efeitos semelhantes aos que ocorrem em regiões semiáridas do território nacional que em consequência do acúmulo de fertilizantes neste tipo de cultivo ocasionam problemas de salinidade (SILVA et al., 2013).

Grande parte da tecnologia utilizada na irrigação em ambiente protegido é importada, principalmente, de países como Israel e Estados Unidos, que cultivam hortaliças nesse sistema há várias décadas. Uma destas tecnologias é a fertirrigação, que permite um maior parcelamento dos fertilizantes e, conseqüentemente, o aumento da eficiência de utilização dos fertilizantes pelas plantas (BLANCO et al., 2002).

A fertirrigação adequadamente executada deve fornecer ao solo a quantidade de nutrientes para atender à planta, especificamente no estágio em que se encontra. Deve ser aplicada dentro de uma frequência que favoreça a dinâmica dos íons no solo com o mínimo risco de perdas e executada para não causar desbalanços iônicos desfavoráveis à cultura, com impactos negativos nos atributos químicos do solo (COELHO et al., 2010)

De acordo com Silva (2014), a fertirrigação é uma das alternativas para o parcelamento da adubação em cultivos agrícolas, evitando perdas por lixiviação ou volatilização dos adubos, porém o seu uso excessivo e inadequado pode levar a salinização de solos, principalmente em casas de vegetação, pois o excesso de fertilizantes eleva a condutividade elétrica na solução do solo, causando redução na produtividade das culturas.

Oliveira (2012) destaca que dentre as tecnologias empregadas no cultivo protegido está a fertirrigação, sendo ela via gotejamento ou microaspersão, é a forma que mais se aproxima do ritmo de absorção de água e de nutrientes pela planta para o alcance máximo de produção. Além disso, é necessária a aplicação de dosagens corretas, respeitando a marcha de absorção da cultura, ou seja, o atendimento da exigência nutricional da cultura considerando o ciclo fenológico da planta.

Por ser a fertirrigação uma técnica que permite alterações rápidas e precisas na quantidade de nutrientes aplicados, torna-se importante um monitoramento para que se promova, ainda durante o ciclo da cultura, o manejo adequado no que se refere às quantidades aplicadas e à época ideal de aplicação. O monitoramento da solução do solo é importante, a fim de verificar se há elevação da CE a níveis indesejáveis às plantas e/ou alterações no pH da solução do solo. O acompanhamento da concentração da solução nas saídas dos emissores, por meio da coleta de amostras e análise, é uma ferramenta de importância no sucesso da fertirrigação e, conseqüentemente, na redução dos impactos ambientais. Além disso, conforme Coelho et al. (2010), um correto monitoramento evita as flutuações da quantidade de sais na solução do solo, além de manter em níveis adequados a CE e o pH do solo. A falta de monitoramento na fertirrigação no geral é resultado da falta de informação, principalmente sobre dosagens, tipo de fertilizantes, modo e época de aplicação. Isso reflete na salinização do solo, na contaminação de fontes de água e na degradação ambiental.

Na fertirrigação a principal medida para estimar a concentração de sais na solução do solo é denominada CE que é caracterizada como uma medida da concentração total de sais na solução do solo, considerada uma propriedade importante para o conhecimento da salinidade de uma solução, sendo uma medida unicamente dos solutos (íons), carregados da solução do solo, amplamente usada na determinação do extrato de saturação do solo, que geralmente é tomado como índice de salinidade. O valor de CE aumenta à medida que o solo perde umidade, isto é, sua solução concentra-se, por isso, para a determinação do efeito da salinidade sobre as plantas é necessário obtê-la na faixa de umidade do solo na qual a planta se encontra. Deste modo, o monitoramento da solução do solo deve ser feito várias vezes durante o ciclo de cultivo para evitar problemas de salinização e não comprometer a produção da cultura (SILVA, 2014).

Para se realizar uma fertirrigação eficiente, é necessário um equilíbrio entre a quantidade de nutrientes e a quantidade de água a ser aplicada durante cada fase do ciclo da cultura, o que determina a concentração de fertilizantes na água de irrigação. Por sua vez, essa concentração deve ser suficiente para proporcionar a absorção dos nutrientes nas quantidades requeridas pelas plantas, sem causar o acúmulo de fertilizantes no solo, o que poderia resultar em salinização e, conseqüentemente, na redução da produtividade (OLIVEIRA, 2012).

4.7 SUBSTÂNCIAS HÚMICAS DO SOLO

Segundo Santos et al. (2013) as SH representam o principal reservatório de carbono orgânico total do solo (COT) e sua participação entre diferentes frações de solubilidade em meio alcalino ou ácido, podendo ter relação com o tipo de solo e manejo adotado.

Nas últimas décadas a MOS tem recebido atenção especial. Estudos recentes têm mostrado que a MOS na fração pesada associada ao material sedimentado (areia, silte e argila) em geral se aproxima a 80% do COT e nela estão presentes as frações estáveis denominadas de substâncias húmicas (SHs). Estas podem ser definidas como uma série de polímeros amorfos de coloração amarela, marrom a preta, de peso molecular relativamente alto e formado por reações de sínteses secundárias, bióticas e abióticas, usualmente classificados em relação a sua solubilidade em álcali e ácidos. São divididas em três frações com distintas características físico-químicas: ácidos fúlvicos (AF), ácidos húmicos (AH) e humina (HUM). As SHs contribuem com cerca de 85 a 90% do COT e são o principal componente da MOS, gerando ampla reserva orgânica do solo (PRIMO et al, 2011).

De acordo com Cunha et al. (2009) os compostos contidos na matéria orgânica podem ser agrupados em SH e não húmicas. As SH estão relacionadas com a fertilidade do solo e, por isso, são componentes importantes para que haja um aumento na produção das culturas alimentícias.

De acordo com Prado (2014), as SH são um dos principais componentes da matéria orgânica do solo. Entretanto, tais compostos também podem ser encontrados na água, sedimentos e resíduos orgânicos. Contudo, nos últimos anos têm surgido no mercado de insumos inúmeros produtos à base de SH. Tais produtos geralmente são extraídos de turfas ou leonardita, enriquecidos ou não com

nutrientes e registrados no Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) como fertilizantes orgânicos, organominerais ou condicionadores de solo.

Os ácidos húmicos são ácidos orgânicos, solúveis em água, presentes em diferentes fontes orgânicas, tais como lodo de esgoto, composto orgânico, leonardita, turfa e produtos comerciais, e que estimulam a absorção de nutrientes, principalmente de íons catiônicos (LIMA et al., 2011).

Conforme Souza (2019), plantas que crescem em solos com alto grau de matéria orgânica de qualidade são menos sujeitas aos diferentes tipos de estresse, são mais saudáveis e podem apresentar alta produtividade e qualidade superior. Sendo a maior parte da matéria orgânica do solo constituída pelas SH que, podem ser classificadas em ácidos húmicos, fúlvicos e huminas.

De acordo com Machado (2016), as SH são compostos formados por transformações químicas e biológicas de matéria orgânica sob influência microbiana e que a composição dessas substâncias deriva do seu material de formação, tendo diferentes valores quando advindo de fontes distintas, meio de formação, temperatura e o tempo de produção, tendo como alguns benefícios da utilização na agricultura o aumento na produção e rendimento de lavouras, melhorias nas propriedades do solo e da planta.

Com base em sua solubilidade em meio aquoso, as SH são divididas em três categorias: ácidos fúlvicos (AF), solúveis em pH ácido ou alcalino; ácidos húmicos (AH), solúveis em pH alcalino; e humina (HU), insolúvel em qualquer pH (SANTOS et al., 2013).

De acordo com Caron et al. (2015), os ácidos húmicos e fúlvicos, que naturalmente resultam da decomposição da matéria orgânica e são capazes de estimular alterações fisiológicas nas plantas, os quais podem contribuir para um melhor desenvolvimento, o que é essencial para que se obtenha ganhos em produtividade. Com relação à reatividade e ocorrência nos ecossistemas os ácidos húmicos e fúlvicos são os compostos mais importantes das frações húmicas.

Conforme Lima et al. (2011), as SH aumentam a atividade de H⁺-ATPases de membranas plasmáticas, estimulam o desenvolvimento de raízes e resultam em maior absorção e transporte de nutrientes. No tomateiro, estimulam o crescimento de raízes e da parte aérea, resultando em maior teor de massa seca da planta e dos frutos, além de proporcionar maior produtividade e absorção de N, P, Fe e Cu.

Conforme Cunha et al. (2015), as SH aumentam o movimento e absorção de íons, incrementam a respiração e a velocidade das reações enzimáticas do ciclo de Krebs, promovem alta produção de ATP nas células radiculares, aumento nos níveis de clorofila e na síntese de ácidos nucleicos. Segundo os autores, as SH também causam aumento ou redução na atividade de diversas enzimas, afetando ainda a dinâmica do cátion amônio (NH_4^+) no solo. Diminuem ainda a perda de N para a atmosfera pela redução do N_2 e o consumo de OH^- pelo H^+ , dado pelo ácido orgânico, produz grupos orgânicos com cargas negativas com alta afinidade pelo NH_4^+ , reduzindo seu movimento no solo, diminuindo a perda por lixiviação e aumentando a disponibilidade de NH_4^+ para o cultivo.

De acordo com Prado (2014), embora não haja consenso no que se referem às propriedades físico-químicas e estruturais das SH, sabe-se que as mesmas são importantes para a manutenção da qualidade dos sistemas agrícolas, pois condicionam a maioria dos atributos químicos, físicos e biológicos do solo e, portanto, sua fertilidade, inativação de poluentes, e exerce efeito direto sobre a fisiologia, crescimento e desenvolvimento das plantas.

Por todos esses efeitos benéficos relatados há um crescente interesse no uso dos ácidos húmicos nos sistemas agrícolas. No entanto, a aplicação não deve ser realizada de forma descuidada, uma vez que a atividade biológica dos ácidos húmicos nas plantas é dependente da sua fonte, da concentração aplicada e do genótipo da planta. Dentre as fontes mais usadas para extração de ácidos húmicos encontram-se a leonardita, o carvão, a turfa, o solo, os resíduos de animais e os compostos orgânicos feitos de húmus de minhoca (vermicompostos), de torta de filtro, de esterco bovino, de cama de frango, de resíduos de alimentos, de lixo urbano e de lodo de esgoto. A compostagem dos resíduos orgânicos favorece a extração de ácidos húmicos mais bioativos, quando comparados com os dos não compostados e com maior hidrofobicidade, ou seja, não apenas a fonte, mas também o estágio de maturação do composto influencia na qualidade dos ácidos húmicos (BALDOTTO; BALDOTTO, 2014).

Uma das fontes mais usadas para extração de ácidos húmicos é a leonardita, uma espécie de reserva orgânica formada naturalmente na crosta terrestre por um processo de sedimentação de detritos orgânicos durante milhares de anos. A concentração de ácidos húmicos na leonardita é elevada, acima de 90%,

o que faz desta uma das principais fontes para extração de SH (COELHO et al., 2020).

Ainda sobre a leonardita, Coelho et al. (2020) descrevem que seu extrato quando aplicado por fertirrigação produz efeitos benéficos como condicionadores de solo. Esses efeitos se manifestam nos atributos físicos do solo com o aumento da porosidade total, macroporosidade e estabilidade de agregados; nos atributos químicos com o aumento do pH, fósforo disponível, CTC, saturação de bases e da matéria orgânica, e nos atributos biológicos com o aumento do carbono da biomassa microbiana.

4.8 EFEITO DAS SUBSTÂNCIAS HÚMICAS SOBRE AS PLANTAS

Souza (2019) resume brevemente alguns estudos dos efeitos das SH em diferentes plantas e seus distintos mecanismos de ação: i) Como consequência do estímulo húmico tem-se aumento médio geral de cerca de 20% na massa seca da parte aérea e de raízes em diferentes plântulas tratadas com SH. Essa estimulação no crescimento foi atribuída à interferência no processo de absorção e assimilação de nutrientes, resultando na maior eficiência de uso de nutrientes, bem como na promoção do metabolismo primário (carbono e nitrogênio) e secundário das plantas. ii) O uso de concentrações muito baixas de SH na estimulação das plantas favorece a interpretação de que o principal mecanismo de ação destas é uma possível ação de regulação do balanço hormonal das plantas seja modulando a produção dos hormônios ou igualando o efeito dos mesmos. As SH modificam, portanto, o balanço hormonal das plantas e podem apresentar efeito análogo ao dos fitormônios como giberelinas, citocininas, etileno, ácido abicísico, brassinoesteroides, ácidos jasmônicos e, principalmente, as auxinas. Sendo que as auxinas estão envolvidas na expansão celular, formação de raízes laterais e adventícias, indução de atividade de transportadores primários como a H⁺-ATPase de membrana plasmática. Estas estão diretamente envolvidas na energização de transportadores secundários fundamentais para a absorção de macro e micronutrientes e no aumento da plasticidade da parede celular que possibilita o processo de crescimento e divisão celular. iii) Os ácidos húmicos podem aumentar a atividade das H⁺-ATPases de membrana plasmática, bem como das ATPases e pirofosfatases de vacúolo, modulando o ambiente eletroquímico celular. Sendo esse efeito tão marcante para o

desenvolvimento celular que o bombeamento de prótons pode ser usado como marcador da bioatividade dos ácidos húmicos.

De acordo com Prado (2014), as SH possuem efeitos diretos sobre o metabolismo e desenvolvimento das plantas. Estudos resumem estes efeitos em: a) influência positiva sobre o transporte de íons facilitando sua absorção, b) aumento da respiração e velocidade das reações enzimáticas do ciclo de Krebs, resultando em maior produção de ATP, c) aumento no conteúdo de clorofila, d) aumento na velocidade e síntese de ácidos nucléicos, e) efeito seletivo sobre a síntese protéica e f) aumento ou inibição da atividade das enzimas. Prado (2014) enfatiza que alguns autores afirmam que estas substâncias têm atividade parecida a dos hormônios vegetais, efeito tipo auxínico, o que pode explicar o estímulo do enraizamento das plantas.

De acordo com Zandonadi et al. (2014), dentre os principais efeitos observados pela utilização de SH purificadas de leonardita (material com características semelhantes ao carvão, proveniente de depósitos orgânicos, muito rico em AHs), solos, resíduos orgânicos, compostos orgânicos ou húmus de minhoca estão: o desenvolvimento radicular, desenvolvimento foliar, aumento na absorção de nutrientes e regulação de enzimas importantes para o metabolismo vegetal, como por exemplo a H⁺-ATPase e nitrato redutase. Ainda de acordo com os autores, é importante destacar quatro fatores principais que podem influenciar decisivamente na bioatividade das SH: (i) a espécie, o órgão e a idade da planta; (ii) a dose recomendada para cada espécie ou cultivar; (iii) a fonte de material orgânico, de onde foi extraída e; (iv) as características físico-químicas específicas das SH a serem utilizadas.

De acordo com Primo et al. (2011), em estudo desenvolvido na região Sudeste, objetivando estudar os efeitos de concentrações de C-ácido húmico na nutrição e no crescimento de mudas de eucalipto em solução nutritiva, afirmaram que a altura e o diâmetro de caule reduziram de modo linear com a aplicação de concentrações de C-ácido húmico. A utilização do material húmico, em baixas concentrações de C-ácido húmico (0,07-4,3 mg.L⁻¹), propiciou a máxima produção de matéria seca de raiz, caule, folha e total. Adicionalmente, as SHs melhoram a estrutura do solo, aumentam a produtividade e a qualidade dos cultivos, disponibilizam fósforo adsorvido na fração argila, aumentam a superfície específica, a CTC e o efeito tampão, dando maior estabilidade ao solo e atuam como

reservatório de N, P, S e micronutrientes. Nesse contexto, as SHs são, portanto, importantes reguladores funcionais dos processos químicos e biológicos do solo e das plantas, representando, por isso, um forte fator para contribuir na sustentabilidade dos ecossistemas terrestres. Segundo os autores as SHs têm poder redutor suficiente para transformar Fe^{3+} em Fe^{2+} , forma absorvida pelas plantas. Os AF desempenham importante papel na complexação de metais polivalentes além de alterarem as reações de sorção e disponibilidade de P. Combina-se com os óxidos de Fe e de Al, argilas e outros compostos orgânicos. Possuem propriedades redutoras e formam complexos estáveis com Fe, Cu, Ca e Mg (PRIMO et al., 2011).

Conforme Souza (2019), alguns estudos têm demonstrado que as SH podem aumentar a resistência das plantas aos estresses abióticos. Efeito que pode ser atribuído à capacidade das SH em alterar o metabolismo primário e secundário das plantas aumentando a concentração de metabólitos diretamente envolvidos no combate ao estresse, tais como prolina, compostos fenólicos e açúcares. Estudo, como, o que observou que o uso destas substâncias afetou significativamente a expressão de genes que produzem enzimas e transportadores diretamente envolvidos na resposta contra estresses bióticos e abióticos. De acordo com Cordeiro et al. (2012) a capacidade das SH em estimular a atividade de enzimas antioxidantes a qual têm um papel relevante no controle dos danos celulares provocados pelo acúmulo de radicais livres produzidos em reação ao calor, frio, seca, salinidade, metais pesados, luz ultra violeta (UV), ou seja, da maioria dos agentes de estresse abióticos em plantas (SOUZA, 2019).

Prado (2014) afirma que as SH têm melhorado a resistência das plantas ao estresse hídrico, temperaturas severas, salinidade do solo e ação residual de herbicidas. O autor descreve diversos trabalhos que têm demonstrado efeito positivo no seu uso, como: diferentes doses de ácidos húmicos em plantas de arroz em condição de estresse hídrico obtiveram aumento da atividade de enzimas antioxidantes, indicando que os mesmos podem ser utilizados para minimizar os efeitos adversos do estresse oxidativo em solos degradados (GARCÍA et al., 2012).

Outros estudos citados por Prado (2014): Xudan (1986) que observou queda de 30% na produtividade de trigo cultivado sob estresse hídrico comparado ao trigo irrigado, no entanto, quando se aplicou ácidos fúlvicos a redução foi de apenas 3%; Piccolo et al. (1993) que utilizou doses entre 40 e 5000 mg L⁻¹ de ácidos húmicos em plântulas de tomate e alface e obtiveram maior alongação das mudas e maior

eficiência na absorção de água; Eyheraguibel et al. (2008) que atribuiu a maior produção de massa seca das raízes e parte aérea de milho a um aumento de 25% na eficiência do uso da água quando tratados com SHs; Khaled e Kawy (2011) utilizando SHs em solos com alta salinidade, obtiveram maior absorção de nitrogênio por parte das plantas de milho; Aydin et al. (2011) observaram que o uso de SHs em solos salinos favoreceu o desenvolvimento das plantas de feijão, assim como aumentam a absorção de nitrogênio e fósforo.

Quanto ao estresse hídrico causado pela salinidade, Rocha (2018) constatou respostas mitigadoras promovidas pelo uso de ácidos húmicos em plantas, dentre eles tem-se a indução de mecanismos de ajuste osmótico, como a produção de prolina e glicina betaína no milho; incremento do N e P, redução na salinidade do solo, aumento no crescimento e disponibilização de nutrientes em plantas de feijão aumento no conteúdo de metabólitos orgânicos e redução da formação de EROs (espécies reativas de oxigênio) na cevada. Entretanto, o autor reforça que os dados ainda são incipientes.

A redução do crescimento das folhas é um dos primeiros sintomas da salinidade e está relacionada com processos de inibição da fotossíntese (SOUZA, 2019). O autor também descreve que a promoção da eficiência fotossintética em condições de salinidade nas plantas foi previamente relacionada com a manutenção da abertura estomática e com reparações nos danos causados pela toxicidade de íons nos cloroplastos, citando trabalhos realizados em milho (Canellas et al., 2015), cana-de-açúcar (Aguiar et al., 2016) e feijão preto (Piedade Melo et al., 2017) que demonstraram aumento na taxa líquida de fotossíntese e da condutância estomática em plantas tratadas com ácidos húmicos.

O aumento na absorção de macro e micronutriente é o efeito das SH nas plantas mais frequentemente reportado em condições de salinidade (SOUZA, 2019).

O uso de ácido húmico (AH) possui grande potencial de uso na agricultura, sendo uma forma de se obter melhor desenvolvimento de planta. Além de ser um composto que promove o melhor desenvolvimento de várias estruturas da planta e do solo, este é um composto abundante no planeta (LEAL MACHADO, 2016).

De acordo com Cunha et al. (2015), a aplicação de ácido húmico em solo com condição de estresse salino moderado (8mM), em plântulas da cultivar de pimenta Demre (*Capsicum annuum* L. Demre), resultou em um maior crescimento radicular. Além disso, houve um incremento no conteúdo de N, P, K, Ca, S, Fe, Mn,

Zn e Cu no meristema apical. Ainda de acordo com os autores o benefício da aplicação de SH em solos salinos ocorre pela presença de Ca, Mg e K em sua composição. Esses sais mantêm os sítios de troca catiônica ativos, agregando-se com outros elementos. De certa forma, o Na se torna mais diluído e pode ser perdido por lixiviação. O agregado formado entre as SH e os nutrientes, torna-os mais disponíveis para as plantas.

Conforme constatado por Cunha et al. (2015), a resistência a condições salinas por sementes e mudas de tomateiro que foram avaliada em decorrência do uso de ácidos húmicos, tiveram resultado positivo quando aplicado 1000 mg kg^{-1} de ácido húmico e de 100 a 200 mg kg^{-1} de cálcio, pois além de favorecer o crescimento das mudas, o uso destas substâncias também colaborou com o aumento do nível de nutrientes nas plantas. Assim o uso de ácidos húmicos também permitiu maior resistência de mudas de pimenta sob condições salinas, resultando em incremento na massa fresca e seca de folhas e raiz, maior comprimento da raiz e do caule e maior diâmetro do caule, quando aplicadas doses de 1000 a 2000 mg kg^{-1} de ácido húmico e 50 mg kg^{-1} de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$.

De acordo com Prado (2014), as SH em solos intemperizados têm grande relevância no fornecimento de nutrientes para as plantas e microrganismos, poder tamponante, retenção de cátions, complexação de íons tóxicos e micronutrientes, estabilidade da estrutura do solo e retenção de água, atividade e diversidade microbiológica, entre outros.

Baldotto e Baldotto (2014) afirmaram: i) Que os ácidos húmicos atuam em diferentes níveis de organização no corpo da planta e em várias etapas envolvidas na fisiologia vegetal, como expressão de genes, presença de organelas, metabolismo primário, metabolismo secundário, crescimento e desenvolvimento e produção de flores, frutos e sementes. ii) Os efeitos mais relatados dos ácidos húmicos, nas plantas, estão relacionados com o sistema radicular e envolvem a formação de raízes laterais, a formação de raízes adventícias, o alongamento radicular e a formação de pelos radiculares, aumentando a massa radicular e a área de superfície das raízes, contribuindo para maior absorção de água e de nutrientes. iii) Além dos efeitos diretos na morfologia e na fisiologia radicular, os ácidos húmicos também atuam indiretamente, alterando a química e a dinâmica microbiana da rizosfera, por estimularem a exsudação de ácidos orgânicos e de açúcares pelas raízes. iv) Ao alterarem o ambiente rizosférico, os ácidos húmicos interferem nas

interações solo-microbiota-planta, principalmente na disponibilidade e na assimilação de nutrientes.

De acordo com Prado (2014), além dos efeitos positivos sobre os atributos do solo, as SH também exercem efeito direto sobre a fisiologia e crescimento das plantas, principalmente por estimular o crescimento radicular. O autor cita que alguns estudos (Chen et al., 2004; Canellas; Façanha, 2004; Rima et al., 2011; García et al., 2012; Asik; Katkat, 2013) evidenciaram que as SH aumentam a absorção de nutrientes, devido ao incremento da permeabilidade da membrana celular, quelação e carregamento dos nutrientes, tem efeito hormonal tipo auxínico e reduz os efeitos dos danos provocados pelo estresse abiótico.

Conforme Coelho et al. (2020), a aplicação de SH não pode ser feita sem critérios técnicos definidos, pois o uso indiscriminado desses produtos podem acarretar problemas ambientais de difícil reversão, podendo ocasionar perdas de produtividade e consequente aumento do custo de produção.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de substâncias húmicas tem se difundido na agricultura brasileira, promovendo o crescimento e aumento na produtividade das culturas, mas ainda são incipientes os estudos sobre o uso destas substâncias em plantas sob estresse, principalmente salino.

A concentração final do produto, o tipo de solo ou substrato e a hortaliça cultivada são apenas alguns dos fatores que devem ser levados em conta antes da utilização desses produtos no cultivo protegido. É importante ressaltar que são necessários mais testes laboratoriais e agrônômicos de modo a estabelecer as doses de aplicação para diferentes estágios de desenvolvimento e em diferentes hortaliças, por exemplo. Portanto, a utilização de substâncias húmicas comerciais precisam de recomendações específicas de um profissional e cautela para evitar efeitos indesejáveis, como a inibição do crescimento vegetal e da absorção de nutrientes.

O uso alternativo de substâncias húmicas para atenuar a ação deletéria dos sais sobre as plantas se constitui como uma técnica que o agricultor dispõe para manter a propriedade com produção eficiente e menores danos ambientais. O ajustamento osmótico promovido em razão das SH, conforme alguns resultados de

pesquisa aqui relatadas se configuram em novas problemáticas para que futuras pesquisas sejam realizadas.

REFERÊNCIAS

AMORIM, J. R. A. de. Salinidade em áreas irrigadas: origem do problema, consequências e possíveis soluções. **Revista Cultivar**. 2009. Disponível em: <<https://www.grupocultivar.com.br/noticias/artigo-salinidade-em-areas-irrigadas-origem-do-problema-consequencias-e-possiveis-solucoes>>. Acesso em: 23 jun. 2021.

AZEVEDO, L. C. de.; OLIVEIRA, A. C. de.; MARTINS, I. C. S.; SILVA, V. L. da.; RIBEIRO, C. de. S. Salinidade do solo em ambiente protegido. **Revista Campo Digital**, v. 13, n. 1, p.52-69, jul./dez., 2018. Disponível em: <<http://revista2.grupointegrado.br/revista/index.php/campodigital/article/view/2636>>. Acesso em: 25 mai. 2021.

BALDOTTO, M. A.; BALDOTTO, L. E. B. Ácidos húmicos. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 61, Suplemento, p. 856-881, nov./dez. 2014. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rcceres/a/94wksVHhCDcDxkVdYqb4Pqw/?lang=pt>>. Acesso em: 14 jul. 2021.

BALOTA, E.L.; COLOZZI-FILHO, A.; ANDRADE, D.S.; HUNGRIA, M. Biomassa microbiana e sua atividade em solos sob diferentes sistemas de preparo e sucessão de culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 22, p.641-649,1998. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbcs/a/r6XQ9PMTZ4J4dJYqFf4zKbw/abstract/?lang=pt>>. Acesso em: 25 mai. 2021.

BLANCO, F.F.; FOLEGATTI, M.V.; NOGUEIRA, M.C.S. Fertirrigação com água salina e seus efeitos na produção do pepino enxertado cultivado em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 3, p. 442-446, setembro 2002. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/hb/a/fF5vXHDYT6pqPczL3RQHgRb/?lang=pt>>. Acesso em: 29 jun. 2021.

BLANCO, F. F.; FOLEGATTI, M. V. Recuperação de um solo salinizado após cultivo em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, DEAg/UFPB, v.5, n.1, p.76-80, 2001. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/mSFpSg9VzXCtJKyySF3X4Fr/?lang=pt>>. Acesso em: 13 jul. 2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Agricultura Familiar**. Brasília, 2020. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/agricultura-familiar/agricultura-familiar-1>>. Acesso em: 23 jun. 2021

BRASIL. Lei n. 11.326, de 24 de julho de 2006. Estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais. **Presidência da República - Casa Civil: subchefia para assuntos jurídicos**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato20042006/2006/lei/l11326.htm>. Acesso em: 23 jun. 2021.

CARON, V. C.; GRAÇAS, J. P.; CAMARGO E CASTRO, P. R. de. **Condicionadores do solo: ácidos húmicos e fúlvicos**. Piracicaba: ESALQ - Divisão de Biblioteca, 2015. 46 p.: il. (Série Produtor Rural, nº 58). Disponível em: <<https://www.esalq.usp.br/biblioteca/sites/default/files/publicacoes-a-venda/pdf/SPR58.pdf>>. Acesso em: 30 jun. 2021.

COELHO, E. F.; COSTA, E. L. da.; BORGES, A. L.; ANDRADE NETO, T. M. de.; PINTO, J. M. Fertirrigação. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.31, n.259, p.58-70, nov./dez. 2010. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/886343/fertirrigacao>>. Acesso em: 29 jun. 2021.

COELHO, E. F.; XAVIER, F. A. da. S.; PEREIRA, B. L. da. S. **Uso de substâncias húmicas para melhoramento de um latossolo amarelo distrocoeso**. Cruz das Almas, BA, nov. 2020. (Comunicado Técnico EMBRAPA, 175). Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1127757/1/ComunicadoTecnico175-Eugenio-Ainfo.pdf>>. Acesso em: 14 jul. 2021.

COSTA, E. L.; COELHO, E. F.; COELHO FILHO, E. A. Irrigação do morangueiro. **Informe agropecuário**. Belo Horizonte, v.28, n.236, p.50-55, 2007. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/IA_Morango_Cultivares_07_00_0fmz7crpv02wyiv8065610d7bdc06h.pdf>. Acesso em: 23 jun. 2021.

COSTA, E. M. da.; SILVA, H. F.; RIBEIRO, P. R. A. matéria orgânica do solo e o seu papel na manutenção e produtividade dos sistemas agrícolas. ENCICLOPÉDIA Biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, n.17; 2013. Disponível em: <<https://www.conhecer.org.br/enciclop/2013b/CIENCIAS%20AGRARIAS/materia%20organica.pdf>>. Acesso em: 13 ago. 2021.

CUNHA, T. J. F.; BASSOI, L. H.; SIMÕES, M. L.; MARTIN-NETO, L.; PETRERE, V. G.; RIBEIRO, P. R. de. A. Ácidos húmicos em solo fertirrigado no Vale do São Francisco. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, 33:1583-1592, 2009. Disponível em:

<<https://www.scielo.br/j/rbcs/a/FVMvbk8c9PMCn3g6nrxrCS/?lang=pt>>. Acesso em: 30 jun. 2021.

DIAS, N. da S. **Manejo da fertirrigação e controle da salinidade em solo com melão rendilhado sob ambiente protegido**. 2004. 131p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2004. Disponível em: <<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11143/tde-13092004-171203/pt-br.php>>. Acesso em: 23 jun. 2021.

DIAS, N. da S.; BLANCO, F. F.; SOUZA, E. R. de.; FERREIRA, J. F. da S.; SOUSA NETO, O. N. de.; QUEIROZ, I. S. R. de. Efeitos dos sais na planta e tolerância das culturas à salinidade. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. da S.; LACERDA, C. F. de.; GOMES FILHO, F. (Ed.). **Manejo da salinidade na agricultura: estudo básico e aplicados**. 2. ed. Fortaleza, INCTSal, 2016. 504p. il.; 28 cm. Disponível em: <<https://ppgea.ufc.br/wp-content/uploads/2018/04/manejo-da-salinidade-na-agricultura.pdf>>. Acesso em: 25 mai. 2021.

DIAS, N. da S.; DUARTE, S. N.; MEDEIROS, J. F. de.; TELES FILHO, J. F. Salinidade e manejo da fertirrigação em ambiente protegido. II: Efeitos sobre o rendimento do meloeiro. **Revista Irriga**, Botucatu, v. 11, n. 3, p. 376-383, jul./set. 2006. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/328679853_SALINIDADE_E_MANEJO_D_A_FERTIRRIGACAO_EM_AMBIENTE_PROTEGIDO_II_EFEITOS SOBRE O RENDIMENTO DO MELOEIRO>. Acesso em: 25 mai. 2021.

FAULIN, E. J.; AZEVEDO, P. F. Distribuição de hortaliças na agricultura familiar: uma análise das transações. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.33, n.11, nov. 2003. Disponível em: <https://ciorganicos.com.br/wp-content/uploads/2017/03/IEA_tec3-1103_DistribuicaoHortalicasAgriculturaFamiliar.pdf>. Acesso em: 23 jun. 2021.

FILHO, H. M. de.S; BUAINAIN,A. M.; GUANZIROLI, C. Agricultura familiar e tecnologia no Brasil: características, desafios e obstáculos. 2007. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/53858876-Agricultura-familiar-e-tecnologia-no-brasil-caracteristicas-desafios-e-obstaculos.html>>. Acesso em: 23 jun. 2021.

HOLANDA, J. S. de.; AMORIM, J. R. A. de.; FERREIRA NETO, M.; HOLANDA, A. C. de.; SÁ, F. V. da S. Qualidade da água para irrigação. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. da S.; LACERDA, C. F. de.; GOMES FILHO, F. (Ed.). **Manejo da salinidade na agricultura: estudo básico e aplicados**. 2. ed. Fortaleza, INCTSal, 2016. 504p. il.; 28 cm. Disponível em: <<https://ppgea.ufc.br/wp-content/uploads/2018/04/manejo-da-salinidade-na-agricultura.pdf>>. Acesso em: 25 mai. 2021.

LIMA, A. A.; ALVARENGA, M. A. R.; RODRIGUES, L.; CARVALHO, J. G. Concentração foliar de nutrientes e produtividade de tomateiro cultivado sob diferentes substratos e doses de ácidos húmicos. **Horticultura Brasileira** 29: 63-69. 2011. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/hb/a/ZdJpBDyPvpRkKyNwJGZgPXk/?lang=pt>>. Acesso em: 29 jun. 2021.

MALUF, R. S. Mercados agroalimentares e a agricultura familiar no Brasil: agregação de valor, cadeias integradas e circuitos regionais. **Ensaio FEE**, Porto Alegre, v. 25, n. 1, p. 299-322, abr. 2004. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/277108037_Mercados_agroalimentares_e_a_agricultura_familiar_no_Brasil_agregacao_de_valor_cadeias_integradas_e_circuitos_regionais>. Acesso em: 23 jun. 2021.

MEDEIROS, P. R. F. de.; SILVA, E. F. de F. e.; DUARTE, S. N. Salinidade em ambiente protegido. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. da S.; LACERDA, C. F. de.; GOMES FILHO, F. (Ed.). **Manejo da salinidade na agricultura: estudo básico e aplicados**. 2. ed. Fortaleza, INCTSal, 2016. 504p. il.; 28 cm. Disponível em: <<https://ppgea.ufc.br/wp-content/uploads/2018/04/manejo-da-salinidade-na-agricultura.pdf>>. Acesso em: 25 mai. 2021.

MEDEIROS, P. R. F.; DUARTE, S. N.; UYEDA, C. A.; SILVA, E. F. F.; MEDEIROS, J. de. Tolerância da cultura do tomate à salinidade do solo em ambiente protegido **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, PB, UAEE/UFCE v.16, n.1, p.51–55, 2012. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/VChT8vftC39VywTfLxx84jC/?lang=pt>>. Acesso em: 24 jun. 2021.

MELO, A. M. T. de.; FABRI, E. G. Horticultura no IAC: pesquisa e inovação como instrumento de acesso a novos mercados. **O Agrônomo**. (Boletim técnico informativo do Instituto Agrônomo v.69), 23 de jun. 2017. Disponível em: <<http://oagronomico.iac.sp.gov.br/?p=893>>. Acesso em 13 ago. 2021.

NEJELISKI, D. M.; MELLO, C. I. Design e agricultura familiar: proposta de estrutura para cultivo protegido. **Interações**, Campo Grande, v. 14, n. 1, p. 53-61, jul./dez. 2012. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/inter/a/6zJ7dQnqWDNcdFHgjjMkJ4t/abstract/?lang=pt>>. Acesso em: 14 jul. 2021.

OLIVEIRA, F. de. A. de. **Cultivo de pimentão em ambiente protegido utilizando diferentes manejos de fertirrigação**. 2012. 222 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Área de concentração: Irrigação e Drenagem. Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2012. Disponível em:

<<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11143/tde-30102012-093744/pt-br.php>>. Acesso em: 13 jul. 2021.

OLIVEIRA, M. Gênese, classificação e extensão de solos afetados por sais. In: GUEYI, H. R.; QUEIROZ, J. E.; MEDEIROS, J. F. (Ed.) **Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada**. Campina Grande: UFPB, cap.1, p.1-35, 1997.

PRADO, M. R. V. **Fertilizante organomineral líquido contendo substâncias húmicas em soja cultivada sob estresse hídrico**. 2014. 57 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) - Faculdade de Agronomia, Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2014. Disponível em: <<https://www.ufmt.br/ppgat/images/uploads/Disserta%C3%A7%C3%B5es-Teses/Disserta%C3%A7%C3%B5es/2014/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20-%20Marcelo%20Vilela%20.pdf>>. Acesso em: 01 jul. 2021.

PRIMO, D. C.; MENEZES, R. S. C.; SILVA, T. O. da. Substâncias húmicas da matéria orgânica do solo: uma revisão de técnicas analíticas e estudos no nordeste brasileiro. **Revista Scientia Plena**. v. 7, n. 5. 2011. Disponível em: <http://www.if.ufrj.br/biolig/art_citados/Subst%C3%A2ncias%20h%C3%BAmicas%20da%20mat%C3%A9ria%20org%C3%A2nica%20do%20solouma%20revis%C3%A3o.pdf>. Acesso em: 14 jul. 2021.

PURQUERIO, L. F. V.; TIVELLI, S. W. **Manejo do ambiente em cultivo protegido**. Manual técnico de orientação: projeto hortalimento. São Paulo: Codeagro, 2006. p.15-29. Disponível em: <http://www.iac.sp.gov.br/imagem_informacoestecnologicas/58.pdf>. Acesso em: 13 jul. 2021.

RIBEIRO, L. A.; SOARES, J. L. S.; TOBIAS, L. E.; FERRARI, M. C. Plano de negócio: avaliação da rentabilidade do cultivo de pimentão (*Capsicum annuum*) em ambiente protegido. In: 5ª Jornada Científica e Tecnológica da FATEC de Botucatu 24 a 27 de Outubro de 2016, Botucatu – São Paulo. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/80928977-Plano-de-negocio-avaliacao-da-rentabilidade-do-cultivo-de-pimentao-capsicum-annuum-em-ambiente-protegido.html>>. Acesso em 01 set. 2021.

ROCHA, L. D. **Efeitos dos ácidos húmicos extraídos de lodo de esgoto em Zea mays L. sob restrição hídrica e estresse salino**. 2018. 137 f. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) - Programa de PósGraduação em Biologia Vegetal do Centro de Ciências Humanas e Naturais da Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2018. Disponível em: <<https://repositorio.ufes.br/handle/10/10040>>. Acesso em: 01 jul. 2021.

ROCHA, M. de Q.; PEIL, R. M. N.; COGO, C. M. Rendimento do tomate cereja em função do cacho floral e da concentração de nutrientes em hidroponia. **Horticultura Brasileira**, 28:466-471, 2010. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/hb/a/B56p8DwrdyBx6XPXFLBT3Hp/?lang=pt>>. Acesso em 31 ago. 2021.

SANTOS, L. L. dos.; LACERDA, J. J. J.; ZINN, Y. L. Participação de substâncias húmicas em solos brasileiros. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 37:955-968, 2013. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbcs/a/wdL4FH3NC6ZR8LXDzq4vpYk/?lang=pt>>. Acesso em: 30 jun. 2021.

SANTOS, T. L. dos.; COELHO PAES, L. W. Substâncias húmicas: um breve relato sobre sua importância e suas interações. **Revista Educação Pública**. 2016. Disponível em: <<https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/16/13/substancias-hmicas-um-breve-relato-sobre-sua-importancia-e-suas-interaes>>. Acesso em: 24 jul. 2021.

SCHOSSLER, T. R.; MACHADO, D. M.; ZUFFO, A. M.; ANDRADE, F. R. de.; PIAUILLINO, A. C. Salinidade: efeitos na fisiologia e na nutrição mineral de plantas. **ENCICLOPÉDIA Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.8, n.15; 2012. Disponível em: <<https://www.conhecer.org.br/enciclop/2012b/ciencias%20agrarias/salinidade%20efeitos.pdf>>. Acesso em: 24 jun. 2021.

SILVA, A. O. da. A fertirrigação e o processo de salinização de solos em ambiente protegido. **Nativa**, v. 2, n. 3, p. 180-186, 2014. Disponível em: <<https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/nativa/article/view/1727>>. Acesso em: 29 jun. 2021.

SILVA, B. A.; SILVA, A. R.; PAGIUCA, L. G. Cultivo Protegido: Em busca de mais eficiência produtiva! **Revista Técnica Hortifruti Brasil**, p.10-18, 2014. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/hfbrasil/edicoes/132/mat_capa.pdf>. Acesso em: 23 jun. 2021.

SILVA, E. F. F. **Manejo da fertirrigação e controle da salinidade na cultura do pimentão utilizando extratores de solução do solo**. 2002. 136 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2002. Disponível em: <<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11143/tde-26072002-152339/pt-br.php>>. Acesso em: 24 jun. 2021.

SILVA, P. F.; LIMA, C. J. G. DE. S.; BARROS, A. C.; et al. Sais fertilizantes e manejo da fertirrigação na produção de tomateiro cultivado em ambiente protegido. **Revista**

Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande-PB, v. 17, n. 11, p.1173-1180, 09 ago. 2013. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/6scPVJdqpzWj3Ctry97fKFy/?lang=pt>>. Acesso em: 24 jun. 2021.

SOUZA, A. da. C. **Ácidos húmicos e os mecanismos de mitigação do efeito do estresse salino em plântulas de milho**. 2019. 69 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campo dos Goytacazes, RJ, 2019. Disponível em: <<https://uenf.br/posgraduacao/producao-vegetal/wp-content/uploads/sites/10/2021/01/Dissertacao-Aline-da-Costa-Souza-Luciano-Canellas-versao-final.pdf>>. Acesso em: 01 jul. 2021.

SOUZA, W. B de; SANTANA, G. P. Substâncias húmicas: Importância, estruturas químicas e interação com mercúrio. **Scientia Amazonia**, v. 3, n.3, 80-88, 2014. Disponível em: < <http://scientia-amazonia.org/wp-content/uploads/2016/06/v3-n3-80-88-2014.pdf>>. Acesso em: 13 ago. 2021.

TIMM, F. C. **Aspectos fisiológicos e bioquímicos de genótipos de aveia branca em resposta à salinidade**. 2012. 85 f. Tese (Doutorado em Fisiologia Vegetal) – Programa de PósGraduação em Fisiologia Vegetal, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas/RS, 2012. Disponível em: < http://www.guaiaica.ufpel.edu.br/bitstream/123456789/1988/1/tese_fabiana_timm.pdf >. Acesso em 12 ago. de 2021.

TRANI, P. E.; TIVELLI, S. W.; CARRIJO, O. A.. Fertilização em hortaliças. **Revista Atual**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo, 2011. 51p. (Série Tecnologia APTA. Boletim Técnico IAC, 196). Disponível em: <<https://www.iac.sp.gov.br/publicacoes/arquivos/iacbt1962ed.pdf>>. Acesso em: 29 jun. 2021.

ZANDONADI, D.B.; SANTOS, M.P.; MEDICI, L.O.; SILVA, J. Ação da matéria orgânica e suas frações sobre a fisiologia de hortaliças. **Horticultura Brasileira**, v.32, n.1, jan./mar. p.14-20. 2014. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/hb/a/kgCM4D8ZwrFVc4DQMJ6K3fv/?lang=pt>>. Acesso em 14 jul. 2021.

WILLADINO, L.; CAMARA, T. R. Tolerância das plantas à salinidade: aspectos fisiológicos e bioquímicos. ENCICLOPÉDIA Biosfera, Centro Científico Conhecer, Goiânia, vol.6, n.11; 2010. Disponível em:< <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2010c/tolerancia%20das%20plantas.pdf>>. Acesso em 12 ago. 2021.

