

## **4 ECOFISIOLOGIA DE HORTALIÇAS**

Eduardo José de Almeida

João Paulo Tadeu Dias

A horticultura refere-se ao ramo da fitotecnia referente às plantas cultivadas de modo intensivo, e usadas como alimento para fins comerciais e satisfação estética (FILGUEIRA, 2008). Genericamente, alguns vegetais são relacionados como hortaliças, tais como folhosas (popularmente denominadas verduras), frutos (como alguns legumes), pseudofrutos, tubérculos, raízes, dentre outras plantas cultivadas tradicionalmente em hortos, jardins ou quintais. Dentre as principais hortaliças, cultivadas e consumidas pelos brasileiros, estão: batata (*Solanum tuberosum* L.), mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), alface (*Lactuca sativa* L.), tomate (*Solanum lycopersicum* L.), cebola (*Allium cepa* L.) e alho (*Allium sativum* L.).

As hortaliças são amplamente cultivadas e são alimentos de grande valor para a humanidade. Os sistemas de produção de hortaliças são abertos e altamente complexos, sendo afetados por fatores como clima, solo e sistemas de produção, além da interação entre todos esses fatores, especialmente os abióticos, tais como luz, água e temperatura. A fisiologia ambiental ou ecofisiologia - segundo Restrepo-Díaz, Melgar e Lombardini (2010) – permite caracterizar as inter-relações entre os fatores de estresse ambiental e a resposta dos cultivos, como as hortaliças, buscando um sucesso na produção. Fatores de estresse ambiental podem causar diferentes mudanças bioquímicas, fisiológicas e morfológicas nas plantas, refletindo em redução considerável do rendimento das culturas. A compreensão da interação dos fatores ambientais e a relação com processos fisiológicos são importantes para o desenvolvimento e melhora das práticas culturais de hortaliças, como rega, manejo de luz, nutrição mineral, escolha da infraestrutura, com objetivo de otimizar a fotossíntese e incrementar a produtividade dos cultivos.

A horticultura pode contribuir para a segurança alimentar, nutricional e adaptação (ajustes ecológicos, sociais e econômicos) em resposta a estímulos climáticos reais e esperados em seus efeitos e impactos, além de mitigar dos impactos de catástrofes climáticas a caminho do desenvolvimento sustentável (SAHU, 2016).

O entendimento dos fatores climáticos ou agroclimáticos que afetam a produção de hortaliças é imprescindível para quem pretende se dedicar ao estudo aprofundado ou mesmo à prática das culturas de forma comercial com bases técnico-científicas.

Filgueira (2008) destacou a influência da temperatura, termoperiodicidade estacional (variação de temperatura durante estações) e termoperiodicidade diária (variação durante o dia), influência da luz (intensidade e fotoperíodo), importância da umidade,

suposta influência lunar (considerada por muitos agricultores tradicionais e agroecológicos) e agrotecnologia no controle climático (sobretudo o uso de estufas, ambientes climatizados e práticas culturais ou sistemas de produção que favoreçam o cultivo). Alguns aspectos devem ser observados:

a) Indubitavelmente, a temperatura é o fator climático que exerce maior influência na horticultura, frequentemente, o principal fator limitante da atividade;

b) A variação termoclimática entre o dia e a noite é importante para algumas solanáceas. Algumas plantas desenvolvem e produzem melhor quando a temperatura noturna é inferior a diurna, numa diferença de 5 a 10°C;

c) Possibilidade de enquadrar hortaliças em três grupos: c.1) Hortaliças de clima quente (maioria das cucurbitáceas, taioba, cará, chuchu, coentro, feijões, pimenta, jiló, batata-doce e quiabo); c.2) Hortaliças de clima ameno (tomate, cenoura, rúcula, salsa, batata, alface e moranga híbrida) e; c.3) Hortaliças de clima frio (alho, beterraba, mandioquinha, repolho, morango, alcachofra e couves, dentre outras);

d) Termoperiodicidade estacional em plantas bienais como brássicas (couve-de-folha, couve-flor, couve-brócolos, repolho), cebola e beterraba. Tais plantas necessitam de temperatura fria para passar da etapa vegetativa para a reprodutiva, com emissão do pendão floral e, posteriormente, produzir sementes;

e) Experimentalmente, comprova-se que o aumento da intensidade luminosa resulta na elevação da atividade fotossintética e maior produção de matéria seca. No entanto, a deficiência provoca alongamento celular, estiolamento e aumento da altura e extensão da parte aérea;

f) A formação de flores depende do fotoperíodo. Cultivares europeias e norte americanas de alface pendoam precocemente quando cultivadas

nos dias longos do verão brasileiro. Entretanto, cucurbitáceas produzem maior número de flores femininas e, conseqüentemente, produtividade maior em dias curtos do inverno;

g) O regime pluviométrico afeta a produção de hortaliças. Contudo, espécies menos exigentes ou com raízes mais profundas podem ser cultivadas sem irrigação, como a aboboreira, o chuchu, o aspargueiro, o quiabeiro, dentre outras;

h) Há supostas influências lunares no desenvolvimento do bulbo de cebola, corte de madeira e poda de frutíferas. Entretanto, devem ser levantados dados adicionais de pesquisa no cultivo de hortaliças;

i) Alguns artificios agrotecnológicos no cultivo de hortaliças possibilitam o melhor controle de condições climáticas como uso de cobertura com palha (capim seco, palha de arroz, maravalha de madeira, bagaço de cana), formação de microclima para cultivo (sobretudo, pelo uso de irrigação), controle de geada pela irrigação por aspersão (tomate, berinjela, batata, morango, pimenta, pepino e morango), adoção da plasticultura no cultivo protegido (estufas, túneis e cobertura do solo).

O conhecimento das interações entre fatores ambientais e fisiologia vegetal facilita a identificação de ambientes adequados ao cultivo ou risco de cultivo em local impróprio, tais como falta de luz, temperaturas elevadas e falta d'água. Restrepo-Díaz, Melgar e Lombardini (2010) relataram que o sombreamento (Quadro 1) de culturas hortícolas pode reduzir a fotossíntese, transpiração e densidade e condutância estomática, além de favorecer o aborto de flores. Do mesmo modo, altas temperaturas podem afetar a viabilidade e germinação do pólen, número de flores e número de frutos por planta.

**Quadro 1.** Alguns efeitos fisiológicos do sombreamento em algumas plantas hortícolas.

<b>Cultura</b>	<b>Resposta fisiológica</b>
Melão ( <i>Cucumis melo</i> )	Redução da taxa fotossintética, peso fresco e firmeza da polpa. Baixa acumulação de sacarose. Aceleração da formação do sintoma de “encharcamento” da polpa.
Pimenta ( <i>Capsicum annum</i> )	Aumento do aborto de flor e, assim, redução do rendimento.
Couve-flor ( <i>Brassica oleracea</i> )	Diminuição do crescimento e o desenvolvimento com o aumento dos níveis de sombra.
Cenoura ( <i>Daucus carota</i> )	Redução da taxa fotossintética, condutância estomática, transpiração e eficiência do uso da água.
Alface ( <i>Lactuca sativa</i> )	Diminuição da espessura da folha e matéria seca da folha.

**Fonte:** Adaptado de Restrepo-Díaz, Melgar e Lombardini (2010).

As principais peculiaridades relacionadas ao sistema de produção das principais hortaliças, em especial da família solanaceae, como a batata e o tomate, deve relacionar os componentes dos sistemas de produção (MELO et al., 2017), dentre eles, a ecofisiologia, manejo e fertilidade do solo, conservação do solo e água, além do manejo fitossanitário, todos relacionados de forma holística.

A batata é um dos cinco produtos agrícolas hortícolas e alimentícios de maior consumo no mundo. Rodríguez-Pérez (2010) abordou aspectos ecofisiológicos da cultura dicotiledônea, pertencente à família das solanáceas e que produz em regiões de latitudes entre 47°S e 65°N. Segundo esse mesmo autor, 50% da área mundial cultivada com batata está localizado acima dos 1.000 m, sendo regiões ótimas entre 2.500 e 3.000 m de altitude. A radiação acima de 1.200  $\mu$ moles

$\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$  é positiva para matéria seca dos tubérculos. O fotoperíodo curto de cerca de 10 horas de luz acelera o início da tuberização na maioria das variedades. O cultivo de batatas se adapta a climas frios tropicais, com temperaturas médias de 15 e 18°C. A utilização de recursos hídricos e minerais do solo, além de recursos da atmosfera, como  $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_2$  e radiação fotossinteticamente ativa, são fatores limitantes para o crescimento e desenvolvimento da batateira.

Rodríguez-Pérez (2010) englobou alguns aspectos fisiológicos e ambientais que devem ser levados em consideração com relação à batateira:

a) A batateira apresenta via fotossintética do ciclo  $\text{C}_3$  (ciclo de Calvin/Benson), desenvolvendo folhagem de grande duração que favorece a interceptação da radiação fotossinteticamente ativa, alcançando um índice de área foliar próximo a três (3), valor requerido para interceptar de 90 a 95% da radiação;

b) Radiação, temperatura, água e nutrientes influem diretamente na fotossíntese. A luz influencia na abertura dos estômatos e, conseqüentemente, na absorção e fixação de  $\text{CO}_2$ . A temperatura ótima para alta captação de  $\text{CO}_2$  é próxima a 24°C. Nutrição deficiente pode influenciar as taxas fotossintéticas de maneira negativa;

c) O fluxo de carbono no floema da batateira se divide em: c.1) Fixação e redução do carbono, que ocorre no mesófilo das folhas; c.2) Assimilação e partição do carbono fixado entre açúcares e amido. Se for transformado em sacarose, este carboidrato estará disponível para a rápida exportação para possíveis drenos; no entanto, se formar amido pode ficar acumulado ou ainda, remobilizado durante a noite. c.3) Carga floemática de sacarose por processo ativo; c.4) Translocação a longas distâncias de fotoassimilados a longa distância por fluxo de massa; c.5) Descarga e utilização de fotoassimilados por tecidos e

órgãos de demanda da planta, principalmente, tubérculos, flores e frutos. Geralmente, o fluxo de carbono é determinado pelo gradiente de sacarose entre a fonte foliar e a demanda, que determina a direção e a extensão do movimento de sacarose.

d) Quando as batatas estão em início de tuberização, muitos assimilados são utilizados para desenvolvimento de órgão vegetativos diferentes dos tubérculos. Depois de sete dias de iniciada a tuberização, de 5 a 20% de fotoassimilados são translocados aos tubérculos. Depois da terceira semana de tuberização, os fotoassimilados são translocados principalmente aos tubérculos. Ao final do ciclo biológico, 95% da matéria seca é translocada e se acumula nos tubérculos;

e) Os principais órgãos de demanda, ou seja, drenos preferenciais são os tubérculos;

Distúrbios fisiológicos podem ocorrer devido a estresse ambiental como rachaduras em tubérculos (Figura 1), embonecamento (Figura 2), coração oco (tubérculo com uma ou mais cavidades de diferentes tamanhos no seu interior provocado por desequilíbrio hídrico ou a deficiência de potássio), coração preto (manchas irregular cinzenta ou preta, na região central do tubérculo provocado por arejamento inadequado ou respiração por calor), unhadura (pequenas fendas por desequilíbrio hídrico ou pancadas na tuberização), lenticelose (crescimento exagerado das lenticelas em ambiente encharcado), esverdeamento (tubérculos expostos à luz), esfoladura (colheita precoce e esfolamento dos tubérculos) e mancha-chocolate (períodos quentes e secos provocam manchas pardo-avermelhadas na polpa do tubérculo).

**Figura 1:** Rachadura causado por fatores que favorecem o crescimento rápido do tubérculo, como chuva ou irrigação pesada após período muito quente e seco e adubação nitrogenada desbalanceada.



**Fonte:** João Paulo T. Dias, Maria da Fé-MG, maio de 2016.

**Figura 2:** Embonecamento causado por crescimento desuniforme após estresse (geada, granizo, baixa umidade do solo, temperatura elevada do solo e desequilíbrio nutricional).



**Fonte:** Embonecamento causado por crescimento desuniforme após estresse (geada, granizo, baixa umidade do solo, temperatura elevada do solo e desequilíbrio nutricional).



Outra importante hortaliça é a mandioca, uma raiz tuberosa que El-Sharkawy (2012) descreveu como sendo dotada de capacidade de fotossíntese elevada expressa em ambientes quase ótimos que se correlacionam com a produtividade biológica e ampla gama de germoplasma. As taxas fotossintéticas medidas a campo também foram associadas ao rendimento das raízes, em particular sob a seca prolongada. A umidade e a escassez de água do solo estão subjacentes à tolerância à seca. A enzima de carboxilação fosfoenolpiruvato carboxilase (PEPcase) da via fotossintética  $C_4$  foi associada à fotossíntese e ao rendimento, tornando-se uma característica selecionável, juntamente com a duração da folha, particularmente por ambientes estressantes.

El-Sharkawy (2012) identificou alguns germoplasmas de mandioca quanto à tolerância aos solos baixos em fósforo (P) e potássio (K). A mandioca tem uma vantagem comparativa contra grandes culturas tropicais de alimentos e energia em termos de produtividade biológica. No cenário do aquecimento mundial, prevê-se que a cultura desempenhe um papel nos agroecossistemas tropicais e subtropicais. Mais pesquisas são necessárias em condições de campo tropical para entender as respostas interativas ao dióxido de carbono elevado, temperatura, fertilidade do solo e relações de água da planta, visto que tais fatores ambientais (ecofisiológicos) desempenham importante papel no crescimento, desenvolvimento e rendimento da cultura.

Das hortaliças folhosas, a alface se destaca no cultivo, aceitação e comercialização nos diferentes mercados consumidores. *Rajabbeigi et al.* (2013) revelaram que a resposta das plantas aos diferentes tipos de estresse, como a radiação ultravioleta (UV) ou seca, depende da espécie, cultivar, órgão da planta, estágio de desenvolvimento e, além disso, é influenciado por interações ecofisiológicas. O estresse por seca, bem como a radiação UV são os fatores mais adversos para o crescimento

e produtividade das plantas de alface. O efeito interativo do UV-B e o estresse da seca na biomassa, metabolitos primários e secundários, e atividade enzimática mediada pela fenilalanina amônia-lyase (PAL) foram investigados e verificou-se que a produção de biomassa diminuiu em resposta a ambos os estressores. O conteúdo de quercetina (um potente antioxidante e protetor de células) não foi afetado. Entretanto, antocianinas e luteolina (substâncias com ação antioxidantes) foram acumuladas apenas em resposta à seca. Também, o aminoácido prolina, bem como a atividade de PAL, aumentou em condições de aumento de UV-B e déficit de água. Assim, ambos os estressores agiram de forma sinérgica ou, em certa medida, antagonista em termos de induzir mecanismos de proteção de plantas.

A ecofisiologia em olerícolas tem uma acentuada importância em função dos diferentes ambientes onde podem ser cultivadas como cultivo a “céu aberto” ou cultivo protegido, em diferentes tipos de solos ou cultivo hidropônico (e suas variações), diferentes latitudes do globo terrestre e tudo isso em interação com grande variação de genótipos que podem ter sido desenvolvidos ou não para adaptação a determinada localidade. E como em geral esse grupo de plantas cultivadas tem ciclo curto, podem ser cultivadas em diferentes épocas do ano reagindo de forma diferente à variação do clima.

De acordo com Alvarenga (2004), o tomateiro (*Solanum Lycopersicum* L.) é uma espécie de larga adaptação climática, embora seja de origem de região com temperaturas moderadas (região andina) cujos fatores que mais influenciam sua ecofisiologia são a temperatura (ar e solo), umidade do solo e atmosférica e o fotoperíodo. Para germinação a faixa média de temperatura situa-se entre 15 e 25°C. A germinação fica suprimida em condições de temperatura abaixo de 8°C e acima de 40°C. Para o desenvolvimento do tomateiro, a melhor resposta está na faixa de 10 a 34°C.

Fisiologicamente, os tomateiros submetidos à temperatura abaixo de 10°C, por prolongado período, apresentarão redução na taxa de crescimento, amarelecimento das folhas, acúmulo de antocianinas (hastes roxas e quebradiças), baixa fecundação e abortamento de flores e frutos. Por outro lado, acima de 35°C aparecem os problemas de redução no desenvolvimento vegetativo ou morte prematura, queda de flores e frutos, clorose das folhas, redução da polinização (aparecimento de frutos pequenos e sem sementes) (ALVARENGA et al., 2004).

O tomateiro é considerado planta indiferente ao fotoperíodo desde que tenha entre 9 e 15 horas de luz. O excesso de chuva reduz o teor de sólidos solúveis dos frutos e predispõe a planta a doenças fúngicas (SILVA; GIORDANO, 2000).

Outro importante fator ambiental a ser considerado na ecofisiologia do tomateiro é a radiação solar. Segundo Stefanel (1998), a produtividade das culturas protegidas é determinada, principalmente, pela disponibilidade de energia solar. Quando o fluxo radiativo é suficientemente alto, o desenvolvimento vegetal ocorre normalmente, já se o fluxo radiativo for baixo a planta não terá condições mínimas de captar a energia necessária para terminar o ciclo. O limite trófico para cultivo de tomate em ambiente protegido é em torno de 200 cal/cm<sup>2</sup> dia. Segundo a FAO (1990), o ponto de saturação fótico, que estabelece o nível limite de radiação fotossinteticamente ativa (RFA) até o qual ocorre aumento da assimilação de CO<sub>2</sub>, também deve ser observado com 700 e 1.500 μmol s<sup>-1</sup> m<sup>-2</sup>; níveis de RFA abaixo desse limite podem restringir a fotossíntese e, acima, podem promover o aumento excessivo da temperatura da planta, com reflexos negativos sobre a taxa transpiratória e fotossintética.

De acordo com Adrilo et al. (1997) citado por Stefanel et al. (1998), a baixa atividade radiativa vem acompanhada de baixas

temperaturas que, em conjunto esses elementos meteorológicos, são responsáveis por distúrbios ou doenças fisiológicas como problemas na polinização e reduzido tamanho dos frutos.

Estefanel et al. (1998) avaliaram a probabilidade da região de Santa Maria, RS ter dias com valores de radiação solar global inferiores ao limite trófico de tomateiro. Esses autores concluíram que a implantação do tomateiro e o manejo em estufa devem ocorrer de modo a evitar que os períodos reprodutivos coincidam com os meses de maio, junho e julho. Sabe-se que em latitudes acima de Santa Maria são mais propícias no fornecimento de radiação suficiente ao desenvolvimento do tomateiro, e as regiões abaixo são cada vez menos propícias.

Por outro lado, em regiões de menor latitude o problema é a redução da temperatura que deve ser feito de vários modos. Um deles é o uso de telas refletoras da radiação solar. Ferrari e Leal (2015) estudaram os microclimas entre um ambiente protegido coberto somente com polietileno de baixa densidade, PEBD, reforçado e outro coberto com PEBD reforçado, associado a uma tela termorefletora aluminizada retrátil, sob condições de manejo baseadas no horário e na condição atmosférica, e avaliar a adequação às condições climáticas recomendadas à cultura do tomateiro. Concluíram que uma tela de PEBD sem e com uso apresentaram uma transmitância de cerca de 75% aos comprimentos de onda de 400 a 1.000 nm. Já tela termo refletora apresentou transmitância de radiação acima de 40% aos mesmos comprimentos de onda. Já para reflectância, a tela termorefletora foi de cerca de 35% sem uso; com uso cerca de 15%. A reflectância do PEBD foi cerca de 20%. A temperatura máxima dentro da estufa de PEBD foi maior que sob a tela termorefletora (38 e 33,9°C, respectivamente); enquanto que a temperatura mínima foi semelhante (16°C).

A barreira física interposta entre o dossel da cultura e a atmosfera, normalmente feita com PEBD, ocasiona alteração do microclima dos ambientes protegidos, condicionada às propriedades físicas dos materiais de fechamento da estrutura, condições de renovação do ar, forma, dimensões e orientação do ambiente, cobertura vegetal, clima local, possibilidades de evaporação do solo e condensação no filme plástico da cobertura (CASTILLA, 2005).

A cobertura do solo com filme de polietileno também é uma prática que tem influenciado muito na produção de tomate, sobretudo em regiões de alta latitude. Esse incremento vem sendo atribuído a mudanças na temperatura do solo e do ar abaixo da cobertura do plástico, balanço de água no solo e nutrientes disponíveis comparados a solos não cobertos (STRECH et al., 1995). Contudo, em regiões onde não há deficiência de temperatura ou radiação solar, esses benefícios não são tão visíveis, exceto a manutenção de água no solo.

Vários tipos de filmes de polietileno podem ser usados, como transparente, branco, preto e face branca e preto, cuja finalidade e eficiência dependerá do local de uso. O filme transparente, devido sua capacidade de concentrar energia, irá aumentar a temperatura em regiões ou época de baixa incidência solar ou irá promover desinfestação do solo em regiões ou época de grande fluxo de energia solar. Por isso os usos desses materiais devem ser precedidos de testes locais prévios para averiguar sua efetividade no incremento de produção e na qualidade dos tomateiros.

Outra importante hortaliça, a cebola é uma espécie cujo centro de origem está na Ásia Central, e centros secundários situam-se na Ásia Menor e Mediterrâneo. A adaptação de cultivares é condicionada por fatores ambientais, notadamente fotoperíodo e temperatura. A cebola é uma planta de dias longos que variam de intensidade de acordo com

o genótipo utilizado. Quando as condições climáticas não satisfazem às exigências do cultivar, podem ocorrer a não-bulbificação, a formação de “charuto”, a emissão precoce de pendão floral e a formação de pequenos bulbos (LISBÃO et al., 1985).

Por ser um vegetal que se mantém vivo, mas em dormência depois do período de colheita, a cebola reduz intensamente a taxa respiratória nessa fase. E a condição de dormência é mantida em temperaturas muito baixas (0°C) ou muito altas (25 a 30°C).

Manfron (1992) se referiu às maiores perdas de peso dos bulbos com déficit hídrico coincidindo com as fases de formação e crescimento dos bulbos devido à perda de área fotossintética. No entanto, a redução de tamanho dos bulbos tende a concentrar pungência devido ao acúmulo de aminoácidos sulfurados (precursores de substâncias responsáveis pela pungência). Reduzidos teores de água no solo no período de maturação e colheita são desejáveis para a maior qualidade e conservação dos bulbos.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Morfologicamente e fisiologicamente, as hortaliças como batateira, mandioca, alface, tomateiro, cebola e alho são afetadas por fatores ambientais (altitude, latitude, temperatura, duração do dia, intensidade luminosa, umidade e fertilidade do solo).

Investigações adicionais do comportamento fisiológico, frente ao efeito das condições ambientais, devem ser feitas e estudadas, sobretudo no que tange ao crescimento, desenvolvimento e rendimento das culturas.

## REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, M. A. R. Tomate: **Produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia**. Lavras: UFLA, 2004, p. 400.
- CASTILLA, N. **Invernaderos de plástico: tecnología y manejo**. Madrid: Mundi-Prensa, 2005, p. 462.
- EL-SHARKAWY, M. A. **Stress-Tolerant Cassava: The Role of Integrative Ecophysiology-Breeding Research in Crop Improvement**. Open Journal of Soil Science, v. 2, 2012, , p. 162–186.
- ESTEFANEL, V.; BURIO, G. A.; ANDRIOLO, J. L.; LIMA, C. P.; LUZZI, N. Disponibilidade de radiação solar nos meses de inverno para o cultivo do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) na região de Santa Maria, RS. **Ciência Rural**, Santa Maria. v. 28, n. 4, 1998, p. 553–559.
- FAO. **Protected cultivation in the mediterranean climate**. Roma: FAO, 1990, p. 553–559.
- FERRARI, D. L.; LEAL, P. A. M. **Uso de tela termorrefletora em ambientes protegidos para cultivo do tomateiro**. Revista de Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 35, n. 2, 2015, p. 180–191.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 2. ed. rev. ampl. Viçosa: UFV, 2008, p. 421.
- GIORDANO, L. B.; SILVA, J. B. C. Clima e época de plantio. In: SILVA, J. B. C.; GIORDANO, L. B. (Ed.). **Tomate para processamento industrial**. Brasília. EMBRAPA, CNPH. 2000, p. 168.
- LISBÃO, R. S.; FORNASIER, J. B.; TOSHIOIGUÊ; CURY, A. P. **Avaliação de Cultivares de Cebola em Diferentes Épocas de Semeadura em Monte Alegre do Sul**. Bragançia, Campinas. v.44, n.1, 1985, p. 441–450.
- MANFRON, P. A.; GARCIA, D. C.; ANDRIOLO, J. L. Aspectos morfofisiológicos da cebola. **Ciência Rural**, Santa Maria. v. 22, n. 1, 1992, p. 101–107.
- MELO, A. P. C. et al. Solanáceas em sistema orgânico no Brasil: tomate, batata e physalis. **Scientia Agropecuária**, v. 8, n. 3, 2017, p. 279–290.
- RAJABBEIGI, E. et al. Interaction of drought stress and UV-B radiation – impact on biomass production and flavonoid metabolism in lettuce (*Lactuca sativa* L.). **Journal of Applied Botany and Food Quality**, v. 86, 2013, p. 190–197.
- RESTREPO-DÍAZ, H.; MELGAR, J. C.; LOMBARDINI, L. Ecophysiology of horticultural crops: an overview. **Agronomía Colombiana**, v. 28, n. 1, 2010, p. 71–79.

RODRÍGUEZ-PÉREZ, L. Ecofisiología del cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.). **Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas**, v. 4, n. 1, 2010, p. 97–108.

SAHU, F. M. Climate smart horticulture: converting waste to wealth. *International Journal of Science, Environment and Technology*, v. 5, n. 3, 2016, p. 1296–1302.

STRECK, N. A.; SCHNEIDER, F. M.; BURIOL, G. A.; HELDWEIN, A. B. Effect of polyethylene mulches on soil temperature and tomato yield in plastic greenhouse. **Scientia Agricola**, Piracicaba. v. 52, n. 3, 1995, p. 587–593.