

Fatores abióticos no crescimento e florescimento das plantas

Abiotic factors in plant growth and flowering

Factores abióticos en el crecimiento y la floración de las plantas

Recebido: 11/03/2021 | Revisado: 18/03/2021 | Aceito: 29/03/2021 | Publicado: 06/04/2021

Thaís Rayane Gomes da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6787-3717>
Universidade Federal de Alagoas, Brasil
E-mail: tsgomes4@gmail.com

Marília Layse Alves da Costa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7282-9617>
Universidade Federal de Alagoas, Brasil
E-mail: marilialayse237@gmail.com

Laryssa Roberta Alves Farias

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9670-6272>
Universidade Federal de Alagoas, Brasil
E-mail: laryssaalves074.lr@gmail.com

Maria Aparecida dos Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1214-1778>
Universidade Federal de Alagoas, Brasil
E-mail: santoscida83@outlook.com

Janyne Joyce de Lima Rocha

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1765-0459>
Universidade Federal de Alagoas, Brasil
E-mail: janyne.jlr@gmail.com

José Vieira Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3419-3755>
Universidade Federal de Alagoas, Brasil
E-mail: jovisi@yahoo.com.br

Resumo

O vegetal depende de inúmeros fatores em condições ótimas para o seu crescimento e desenvolvimento reprodutivo, quando esses fatores, conhecidos como abióticos atuam simultaneamente, esse estágio reprodutivo sofre interferências. Desse modo, objetivou-se demonstrar a atuação e a influência dos fatores abióticos no crescimento e florescimento das plantas, visto a necessidade de esclarecer e favorecer a compreensão a respeito do tema abordado. A pesquisa consistiu de uma revisão bibliográfica em plataformas como periódicos Capes, Web of Science, SciELO, Elsevier, Google Scholar e livros, na língua inglesa e portuguesa, nos anos de 1987 a 2021, sendo incluídas 38 obras lidas. Os fatores abióticos, como temperatura, umidade e os ventos apresentam capacidade de determinar o crescimento e reprodução fenológica das plantas, a depender de como esses atuam e quais as condições proporcionadas. Por meio dessa pesquisa evidenciou-se que temperaturas elevadas dificultam ou até mesmo ocasionam prejuízos diretos para o desenvolvimento vegetal. A umidade é responsável por diversos processos vitais no vegetal, determinada pelos limites ótimos ou negativos. E um dos fatores que impulsionam o crescimento vegetal é a força gravitacional, que varia a depender da parte vegetal estimulada. E por fim, discute-se a relevância dos ventos sob o vegetal, que além de beneficiar são capazes de provocar danos mecânicos. Portanto, os fatores abióticos são essenciais para o crescimento e desenvolvimento vegetal, atuando de forma a beneficiar a planta, em condições inadequadas e simultâneos provocam danos adversos.

Palavras-chave: Condições ambientais; Interações; Vegetal.

Abstract

The plant depends on numerous factors in optimal conditions for its growth and reproductive development, when these factors, known as abiotics, act simultaneously, this reproductive stage suffers interference. Thus, the objective was to demonstrate the role and influence of abiotic factors in the growth and flowering of plants, given the need to clarify and favor understanding about the topic addressed. The research consisted of a bibliographic review on platforms such as Capes journals, Web of Science, SciELO, Elsevier, Google Scholar and books, in English and Portuguese, from 1987 to 2021, including 38 read works. Abiotic factors, such as temperature, humidity and winds, are capable of determining the growth and phenological reproduction of plants, depending on how they act and what conditions are provided. Through this research, it was evidenced that high temperatures hinder or even cause direct damage to plant development. Moisture is responsible for several vital processes in the plant, determined by the optimum or negative limits. And one of the factors that drive plant growth is the gravitational force, which varies

depending on the plant part stimulated. Finally, the relevance of the winds under the plant is discussed, which in addition to benefiting are capable of causing mechanical damage. Therefore, abiotic factors are essential for plant growth and development, acting to benefit the plant, in inappropriate and simultaneous conditions they cause adverse damage.

Keywords: Environmental conditions; Interactions; Vegetable.

Resumen

La planta depende de numerosos factores en condiciones óptimas para su crecimiento y desarrollo reproductivo, cuando estos factores, conocidos como abióticos actúan simultáneamente, esta etapa reproductiva se ve afectada por interferencias. Así, el objetivo fue demostrar el papel e influencia de los factores abióticos en el crecimiento y floración de las plantas, dada la necesidad de esclarecer y favorecer la comprensión sobre el tema abordado. La investigación consistió en una revisión bibliográfica en plataformas como revistas Capes, Web of Science, SciELO, Elsevier, Google Scholar y libros, en inglés y portugués, de 1987 a 2021, incluyendo 38 trabajos leídos. Los factores abióticos, como la temperatura, la humedad y los vientos, son capaces de determinar el crecimiento y la reproducción fenológica de las plantas, según cómo actúen y qué condiciones se den. A través de esta investigación, se evidenció que las altas temperaturas dificultan o incluso causan daños directos al desarrollo de las plantas. La humedad es responsable de varios procesos vitales en la planta, determinados por los límites óptimos o negativos. Y uno de los factores que impulsa el crecimiento de las plantas es la fuerza gravitacional, que varía según la parte de la planta estimulada. Finalmente, se discute la relevancia de los vientos debajo de la planta, que además de beneficiarse son capaces de causar daños mecánicos. Por tanto, los factores abióticos son fundamentales para el crecimiento y desarrollo de las plantas, actuando en beneficio de la planta, en condiciones inadecuadas y simultáneas provocan daños adversos.

Palabras clave: Condiciones ambientales; Interacciones; Vegetal.

1. Introdução

O desenvolvimento vegetal é compreendido como o resultado das condições ambientais predominantes, cada espécie exige características específicas do meio, como temperatura, umidade, gravidade e velocidade do vento, o conjunto desses fatores oferece a ocorrência do processo germinativo das plantas e são conhecidos como fatores abióticos (Yamashita et al., 2009). Para a grande maioria das culturas, os efeitos dos fatores abióticos são maiores na fase reprodutiva, mais especificamente no florescimento, além de serem fundamentais durante todo o crescimento da planta.

As influências causadas por esses fatores são potencializadas quando há atuação de dois ou mais fatores simultaneamente (Galon et al., 2010), os mesmos são capazes de interferirem no desenvolvimento da planta, visto que, a interação de fatores como temperatura e luminosidade são cruciais para o processo fotossintético, contribuindo no desenvolvimento fisiológico vegetal, bem como a radiação solar atuando diretamente (desenvolvimento) e/ou indiretamente (regime térmico) para a geração de fitomassa, além de influenciar nos processos de evapotranspiração vegetal. Também existem limites ótimos de umidade para o desenvolvimento da planta, e Morais (2009) ressalta que estes fatores podem apresentar correlações entre si, não atuando isoladamente.

Apesar das espécies terem se adaptado ao seu habitat natural, os vegetais são capazes de resistir a variações de temperatura, porém, períodos prolongados com elevação da temperatura do ar ou na irradiância durante a frutificação causam aumento na abscisão de flores e frutos jovens durante a primavera e o verão (Fundecitrus, 2021; Morais, 2009). De acordo com Mahouachi et al. (2009), a massiva abscisão de flores e frutos pequenos frente a períodos de elevada temperatura e irradiância podem ser associados, por um lado ao fechamento estomático, redução na fotossíntese e no aporte de assimilados para o crescimento. Tanto a temperatura do ar como a do solo, afetam os processos de crescimento e de desenvolvimento para as plantas. Cada germoplasma apresenta limites térmicos mínimos, máximos e ótimos, para cada estágio de desenvolvimento (fenologia da cultura) (Ortolani & Camargo, 1987).

Segundo Souza e Funch (2017), as fenofases reprodutivas, especialmente no início da floração, podem ser influenciadas pela variação temporal dos fatores abióticos como precipitação, umidade, temperatura e fotoperíodo. Na agricultura esses estresses estão sendo cada vez mais acentuados pela atividade do homem e agem como fator limitante na

produtividade das plantas (Mahajan & Tuteja, 2005).

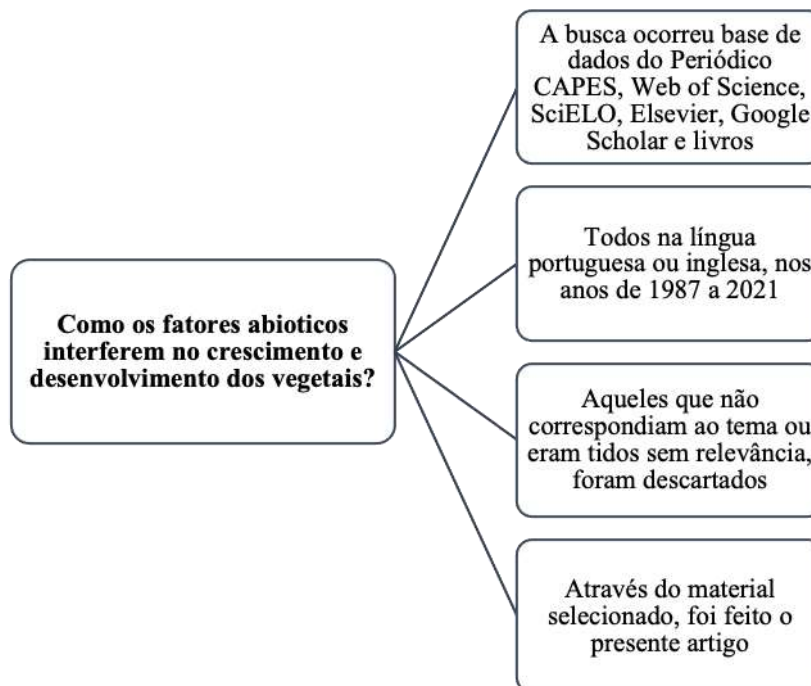
Em casos de estresses abióticos as respostas das plantas são constituídas de fenômenos extremamente complexos, que envolve alterações morfológicas, capazes de restringir o crescimento e desenvolvimento das plantas (Broetto, Gomes & Joca, 2017), é frequente a ocorrência de dificuldades no manejo do solo e das plantas (Almeida, Moura & Vieira, 2019). Dessa forma, um conhecimento detalhado de como as plantas respondem a determinado estresse abiótico é um dos pré-requisitos para escolher qual melhor prática de manejo, visando aperfeiçoar a exploração desses recursos de forma controlada (Smit & Singels, 2006).

Diante do assunto abordado, esta revisão de literatura tem por objetivo demonstrar a atuação e a influência dos fatores abióticos no crescimento e florescimento das plantas.

2. Metodologia

O presente trabalho corresponde ao um estudo de revisão bibliográfica, narrativa, que objetivou sintetizar os dados publicados a respeito do tema, totalizando em 38 obras lidas e inclusas. A busca ocorreu em artigos e livros, correspondentes aos anos de 1987 a 2021 por meio da base de dados do Periódico CAPES, Web of Science, SciELO, Elsevier, Google Scholar e livros, na língua portuguesa e inglesa (Fluxograma 1). Os descritores empregados foram Interações de Fatores Externos, Desenvolvimento Vegetal e Mecanismos de Defesas.

Fluxograma 1 – Esquemática de como realizou-se a pesquisa para a elaboração do artigo.



Fonte: Dados da presente pesquisa (2021).

Revisões narrativas abordam questões de forma ampla, descrevendo artigos já presentes na literatura que podem ser encontrados em diversas plataformas de pesquisas, podendo ser definidos (preliminarmente), como também estabelecidos os critérios de inclusão e exclusão (Silva, 2019). De acordo com Pereira et al. (2018), para escrever um artigo torna-se necessária a realização de uma pesquisa que inicialmente pode ser a bibliográfica para se tomar conhecimento ou se aprofundar no tema. Com isso, o objetivo da revisão da literatura é o de aumentar o acervo de informações e de conhecimentos do

investigador com as contribuições teóricas já produzidas pela ciência (Köche, 2011), visando proporcionar ao pesquisador o acesso à literatura produzida sobre o assunto desejado, servindo de apoio para a realização de trabalhos científicos e análise das pesquisas (Gil, 2019).

3. Resultados e Discussão

3.1 Temperatura

A temperatura do ar influencia as plantas de várias formas e, tanto as altas como as baixas temperaturas podem ser prejudiciais ao seu desenvolvimento. As espécies vegetais possuem temperatura mínima e máxima para sobreviver e temperatura ótima, com desenvolvimento máximo, a depender da espécie, da idade e da atividade fisiológica. Os limites de temperatura para uma determinada planta em crescimento ativo variam de 4 °C a 36 °C (Esfrain & Siqueira, 2018).

Segundo Taiz e Zeiger (2013), a maioria dos tecidos vegetais, em plantas superiores, com crescimento ativo é incapaz de sobreviver à exposição prolongada a temperaturas acima de 45 °C ou mesmo a uma exposição breve a temperaturas de 55 °C ou acima. Por outro lado, células ou tecidos desidratados que não estão em crescimento permanecem viáveis a temperaturas muito mais altas.

Plantas de clima tropical são sensíveis a baixa temperatura, como exemplo o milho que floresce em resposta a altas temperaturas, possuindo temperaturas médias superiores a 26 °C, e inferiores a 15,5 °C, que retardam o florescimento. Essa cultura é afetada pela variação de temperaturas, abaixo de 10 °C o seu crescimento é quase nulo, por outro lado, em temperaturas acima de 30 °C, por períodos longos, diminui o rendimento dos grãos, devido ao consumo de metabólitos durante o dia (Landau, César & Pereira, 2021). Em relação ao abacaxizeiro, seu crescimento cessa quando a temperatura cai abaixo de 4 °C (Castro, Campo & Carvalho, 2019) e em plantas de clima tropical, como citros, necessitam que a temperatura oscile entre 13 °C a 15 °C durante o dia e entre 10 °C a 13 °C durante a noite, para induzir a sua floração (Amaral, 2018).

Diversas plantas de clima temperado necessitam de tratamento de frio para a quebra de dormência de gemas, processo chamado de vernalização. Por exemplo, a vernalização induz o florescimento nos tipos anuais de inverno de *Arabidopsis thaliana*. As sementes da macieira ficam em estado de dormência, necessitando de requerimentos de frio para que ocorra a quebra dessa dormência, observa-se que as plantas que necessitam da vernalização possuem um retardo no florescimento ou permanecem vegetativas (Taiz & Zeiger, 2013; Castro, Campo & Carvalho, 2019).

A temperatura influencia de forma direta no balanço hormonal das frutíferas de clima temperado, condicionando o repouso ou a dormência das espécies. Como foi visto, um novo ciclo reprodutivo será iniciado após as plantas sofrerem a ação das baixas temperaturas, sendo que, a quantidade de frio para que ocorra o término do repouso é conhecida como Número de Horas de Frio (NHF). Caso o NHF seja insuficiente para atender as exigências térmicas de uma determinada espécie, poderão causar anomalias fisiológicas, como a queda de gemas frutíferas, atraso e irregularidade na brotação e floração, e ocorrência de florescimento irregular e prolongado, afetando negativamente o desenvolvimento, crescimento e produtividade da cultura (Wrege, Herter & Fritzsons, 2016).

Para Taiz e Zeiger (2013), o estímulo térmico é provocado de forma direta pela radiação solar, porém depende de outros fatores como umidade relativa e velocidade do vento. As plantas não controlam sua temperatura interna nos tecidos e células no ótimo para o seu metabolismo, dessa maneira, o crescimento, desenvolvimento e outras atividades fisiológicas são muito afetadas pelo meio externo.

3.2 Umidade

O fator abiótico umidade é considerado determinante para o crescimento e desenvolvimento da cultura, seja em seus limites ótimos ou negativos, a depender da necessidade real da planta, que pode acarretar em modificações na abertura e

fechamento estomático, no processo fotossintético, além do crescimento e expansão das folhas (Morais, 2009), e tem destaque no processo transpiratório das plantas.

A umidade relativa (UR) é a taxa atual do conteúdo de água no ar, em dado volume, é expressa como uma porcentagem da quantidade de água que o ar pode reter a uma mesma temperatura (Vieira et al., 2010). Com o ar seco a transpiração ocorre mais rapidamente devido ao estabelecimento de um maior gradiente, a UR sofre muita influência da temperatura, ou seja, a uma mesma UR a diferença de potencial da água pode aumentar com o aumento da temperatura (Dalmago et al., 2006).

Esta umidade do ar parece atuar em paralelo com aquela relacionada ao potencial da água na planta (Pimentel, 2004). Segundo Viera et al. (2010), neste mecanismo, os estômatos atuam como sensores para as variações de concentração de vapor de água ambiente (mecanismo de regulação “Feedforward”), importante em ambientes onde as plantas estão expostas a estresses severos de água, como nas regiões áridas, semiáridas e desérticas. A umidade relativa do ar no interior de uma folha, é aproximadamente igual a 100%, podendo haver transpiração mesmo em um ambiente saturado, desde que, a temperatura da folha seja superior à temperatura ambiente.

Em condições de baixa umidade relativa, salinidade, frio, altas temperaturas, escuro e/ou altas concentrações de ácido abscísico, verifica-se: abertura de canais para o influxo de Ca^{++} no citosol, liberação de Ca^{++} do vacúolo para o citosol, inibição da ATPase, despolarização das membranas, fechamento dos canais de influxo de K^+ , abertura de canais de saída, passivamente pode ser de K^+ , convertido Cl^- e malato-2, o pH interno permanece ácido, levando à produção de amido a partir do malato-2 (Vieira et al., 2010). Para Peixoto et al. (2020), este conjunto de alterações conduzem a uma redução na pressão osmótica, aumento nos potenciais osmóticos e água das células-guardas, e posterior saída de água para as células subsidiárias, levando a uma perda de turgescência e conseqüentemente ao fechamento estomático.

O volume de água disponível para planta depende da umidade relativa do ar, distribuição das chuvas e demais fatores que contribuem para a concentração de água no solo. Em períodos de baixa umidade no solo, o crescimento radicular pode ser favorecido, mas em caso de aumento acentuado de temperatura onde tende a reduzir a umidade do solo, conseqüentemente propicia menores taxas fotossintéticas líquidas, devido ao aumento do processo respiratório vegetal, refletindo negativamente nos estádios de florescimento e maturação, que acabam sendo prejudicadas, além de influenciar em uma menor produtividade a depender da cultura (Galon et al., 2010). Maior umidade, fortes chuvas, ventos e baixas temperaturas influenciam negativamente as inflorescências do girassol (Dortzbach et al., 2020).

3.3 Gravidade

A resposta de crescimento na qual a planta se orienta em relação ao vetor gravidade é chamada de gravitropismo ou geotropismo. Os movimentos em plantas restringem-se a órgãos como raízes, ramos, folhas ou flores, tais movimentos se encontram relacionados ao crescimento das plantas em resposta à um estímulo exercido sobre ela, denominando-se de tropismo. Em algumas partes das plantas, como nas raízes e caules há um estímulo diferente quanto à gravidade (Cavalcante, Loiola & Nascimento Júnior, 2011). As raízes apresentam geotropismo positivo, que é quando crescem em direção ao solo, no sentido orientado pela gravidade permitindo a ancoragem ao solo e facilitando a absorção de água e sais minerais. Já os caules apresentam geotropismo negativo, crescem no sentido contrário ao da gravidade onde é possível a captura de energia radiante de forma eficaz (Semprebom, 2018).

Essa diferença no padrão de crescimento, em resposta ao estímulo da gravidade, deve-se a ação de um hormônio vegetal, a auxina. A auxina é responsável pelo alongamento celular, permitindo o crescimento das partes da planta, podendo ser de origem natural (hormônio) ou sintética e pode estar em diferentes regiões das plantas (folhas, caule, raiz, frutos e sementes), que atuam como mediadores de processos fisiológicos, provocando alterações nos processos vitais e estruturais,

com a finalidade de aumentar o crescimento dos órgãos, e com isso melhorarem a produção, e promover uma melhor qualidade da planta. A maior concentração de auxinas na parte inferior do caule, estimula o crescimento dessa região, fazendo-a curvar e crescer em direção oposta ao estímulo da gravidade, assim, o caule tende a crescer para cima (Moreti, Pereira & Althman, 2018).

Há uma relação, também, do transporte de água e minerais nas plantas com a gravidade. E esse transporte de água e minerais à longa distância como é o caso das angiospermas ocorre nos elementos condutores do xilema, que se estendem da raiz às folhas. As maiores árvores do mundo, como as sequoias e eucaliptos podem medir mais de 120 metros de altura, então, Taiz e Zeiger (2013) explicam como ocorre esse transporte que desafia a gravidade. Isso se deve ao fato, de haver uma perfeita continuidade entre os tecidos e suas funções fisiológicas na planta.

A água do solo penetra pela raiz e é transportada a longas distâncias através dos elementos condutores do xilema e termina por ser liberada em forma de vapor d'água nas folhas, repetindo um ciclo constante. Esse transporte só é possível graças às características físicas da água, tanto pela existência das pontes de hidrogênio (coesão) quanto por sua natureza polar, que permite sua aderência às paredes das células do xilema (adesão). O estômato, por sua vez, mantém a conectividade entre os espaços intercelulares do mesófilo e a atmosfera, que permite a perda de vapor d'água para o ar (Raven, Evert & Eichhorn, 2001; Hopkins, 1999).

3.4 Vento

O vento é responsável pelo aumento demasiado da transpiração das plantas, em velocidades excessivas, levando ao fechamento estomático, à redução do número de folhas e da área foliar, resultando em queda brusca da fotossíntese (Putti, Silva & Gabriel Filho, 2017). A transpiração é compreendida como um processo de perda de água na forma de vapor, que ocorre, principalmente, nas folhas pela diferença de pressão ou concentração de vapor de água, entre os espaços internos da folha e o ar externo ambiente, durante este processo a absorção de água também é favorecida (Vieira et al, 2010). E, como visto, o efeito do vento exerce forte influência sobre a fotossíntese (Huang, Wan & Lieffers, 2016).

Para a fisiologia das plantas, os estômatos são estruturas extremamente importantes, estando diretamente ligados ao controle e regulação de dois processos vitais: fotossíntese e transpiração. O movimento de abertura e fechamento estomático depende das particularidades fisiológicas das células-guardas e dos fatores ambientais, o controle estomático serve para maximizar a fotossíntese, enquanto minimizam a transpiração (Vieira et al, 2010). As células estomáticas possuem grande sensibilidade aos estímulos ambientais e também possuem capacidade de rapidamente alterarem seu grau de turgescência. De acordo com Rodrigues et al. (2011), no que diz respeito aos fatores que interferem no mecanismo de abertura e fechamento estomático, há evidências de que a partir de certa velocidade, o vento promove o fechamento estomático. Isso porque, o vento age sobre a camada limite da folha e conseqüentemente sobre a transpiração, o balanço hídrico da folha e a própria variação do déficit de saturação do ar. Há relatos que o ato de chacoalhar a planta ou ramos conduz ao fechamento estomático (ritmos endógenos e autônomos) (Vieira et al, 2010).

Segundo Peixoto et al. (2020), o movimento do ar sobre a superfície da folha tende a remover o vapor de água, reduzindo a resistência da camada limítrofe. Essa resistência é causada pela camada de ar estacionário junto à superfície foliar, por meio da qual o vapor tem de se difundir para alcançar o ar turbulento da atmosfera (Taiz et al., 2017). Dessa maneira, o gradiente de pressão de vapor de água tende a aumentar, levando as maiores taxas de transpiração. Todavia, ventos fortes reduzem a transpiração, pois induzem o fechamento estomático (Vieira et al, 2010).

Taiz et al. (2017), explicam que a espessura da camada limítrofe é determinada pela velocidade do vento e pelo tamanho da folha. Quando o ar que circunda a folha encontra-se muito parado, a camada de ar estacionário junto à superfície foliar pode ser tão espessa que se torna o principal impedimento à perda de vapor de água pela folha. Aumentos nas aberturas

estomáticas sob essas condições têm pouco efeito na taxa de transpiração, embora o fechamento completo dos estômatos ainda reduza a transpiração. Quando a velocidade do vento é alta, o ar em movimento reduz a espessura da camada limítrofe na superfície da folha, diminuindo a resistência dessa camada. Sob essas condições, a resistência estomática controlará em grande parte a perda de água da folha.

A circulação do ar ao redor da folha provocada pelo vento remove o calor da superfície foliar, pela perda de calor sensível (Donato et al., 2013). A caracterização precisa das interações meteorológicas fisiológicas é essencial para estimativas precisas da transpiração, uma vez que o controle da transpiração é determinado principalmente pela condutância estomática. Dos condutores meteorológicos da transpiração, os efeitos da velocidade do vento na temperatura das folhas, temperatura do ar e déficit de pressão de vapor (VPD) no dossel podem ser consideráveis (Kim et al., 2014).

O aumento da velocidade do vento pode aumentar a taxa de transpiração e/ou transportar o ar mais seco do alto para o dossel e aumentar o VPD folha-ao-ar (Kim et al., 2014). Por outro lado, o ar mais seco pode diminuir a condutância estomática (Mott & Peak, 2010) que, isoladamente ou quando acoplado à temperatura foliar reduzida, pode diminuir a transpiração. De acordo com Schiebelbein (2017), dado que a taxa de reação de cada resposta descrita acima variará ao longo do tempo e entre as espécies, condições meteorológicas associadas a funções de resposta fisiológica espacialmente explícitas devem ser consideradas para caracterizar completamente as interações vegetação-vento.

A velocidade do vento diminui com a profundidade do dossel, à medida que a forma arrastada das folhas, galhos e caules dentro do dossel reduz o impulso do volume. Dessa forma, sob condições de estresses por ventos e menor atividade fisiológica, ocorre a produção de elementos vasculares menores e em menor diâmetro, o que prejudica a velocidade de condução de água para as folhas (Ataíde et al., 2015).

3.4.1 Vento e a necessidade de barreiras

Os ventos que ocorrem de maneira excessiva e contínua, mostram-se como um grande problema para o desenvolvimento de atividades agrícolas (Resende & Resende Júnior, 2011). Ventos intensos provocam danos mecânicos nas plantas, como acamamento, queda de folhas e quebra de galhos e troncos, esses ventos interferem nas características de resistência mecânica das plantas (Putti, Silva & Gabriel Filho, 2017).

Quando o vento encontra uma planta, parte da sua energia é transferida e dessa interação resulta a chamada ação mecânica do vento. A intensidade dessa transferência pode provocar benefícios, tais como: auxílio na polinização, estimulação na quebra de gradiente térmico e de umidade no perfil da cultura, moderação do fluxo de CO₂, entre outros. No entanto, é importante destacar que o voo da abelha é inibido em velocidades entre 6,7 a 8,9 m s⁻¹. Por outro lado, a estagnação também é prejudicial ao bom desenvolvimento das culturas, assim, o ideal é a existência de ventos moderados, e embora variável entre espécies, em torno de 1,4 a 1,6 m s⁻¹ (Volpe & Schöffel, 2001).

Na cultura da videira, por exemplo, o vento pode causar perdas na produção, por quebrar brotos, a fricção de folhas aumenta a perda de água e ocasiona necroses no tecido foliar (Resende & Resende Júnior, 2011). Sendo assim, visando melhor suportar o estresse mecânico proporcionado pelo vento, a redução do tamanho da planta e o maior desenvolvimento do diâmetro caulinar são apresentados como um comportamento de adaptação da planta, de modo a torná-la mais compacta e menos flexível (Fantinato, 2018). Alguns estudos têm demonstrado o aumento de carboidratos estruturais (celulose e hemicelulose) e lignina visando suporte da morfogênese bem como reduzir as dilacerações foliares (Barbehenn et al., 2015).

A queda prematura das folhas resulta em mudanças fisiológicas em resposta à perda de água, mudanças hormonais e redução na taxa de alongamento celular (Fantinato, 2018). De acordo com Resende & Resende Júnior (2011), a interferência dos quebra-ventos sobre o ambiente se dá de três formas: sombreamento parcial e temporário da cultura, por absorção de água e nutrientes do solo, e pela redução da velocidade do vento.

4. Considerações Finais

Portanto, através da presente pesquisa tornou-se possível esclarecer e pautar alguns fenômenos naturais que apresentam capacidade de interferirem diretamente no crescimento e desenvolvimento vegetal. Verifica-se que inúmeros são os fatores abióticos presentes no meio natural e que apresentam diversos benefícios para a ocorrência de processos vitais, porém quando esses atuam simultaneamente ocasionam consequências diretas para o desenvolvimento reprodutivo das espécies vegetais, ou até mesmo quando agem em condições desfavoráveis para a planta.

Desse modo, pesquisas sobre a atuação e correlação desses fatores, além do estudo dos demais fatores abióticos, devem ser realizadas, para que se tenha um entendimento mais amplo das respostas dos vegetais, quando inseridos em condições adversas.

Referências

- Almeida, V. G., Moura, E. N. & Vieira, G. T. (2019). Espécies vegetais utilizadas em áreas degradadas pela mineração. *Research, Society and Development*, 8 (3), 1-15. [10.33448/rsd-v8i3.710](https://doi.org/10.33448/rsd-v8i3.710)
- Amaral, C. O. (2018). *Déficit hídrico no pré-florescimento da laranjeira 'folha murcha' e a influência na produção e na qualidade dos frutos*. Tese (Doutorado em Produção Vegetal), Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro.
- Ataíde, G. M., Castro, R. V. O., Correia, A. C. G., Reis, G. G., Reis, M. G. F. & Rosado, A. M. (2015). Interação árvores e ventos: aspectos ecofisiológicos e silviculturais. *Ciência Florestal*, 25 (2), 523-536. <https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/18472/pdf>
- Barbehenn, R. V., Haugberg, N., Kochmanski, J. & Menachem, B. (2015). Effects of leaf maturity and wind stress on the nutrition of the generalist caterpillar *Lymantria dispar* feeding on poplar. *Physiological Entomology*, 40 (3), 212-222. [10.1111/phen.12105](https://doi.org/10.1111/phen.12105)
- Broetto, F., Gomes, E. R. & Joca, T. A. C. (2017). *O estresse das plantas: Teoria e prática*. Cultura Acadêmica.
- Castro, P. R. C., Campos, G. R. & Carvalho, M. E. A. (2019). *Biorreguladores e bioestimulantes agrícolas*. ESALQ.
- Cavalcante, J. S., Loiola, M. I. B. & Nascimento Júnior, E. S. (2011). *Coordenação da Vida*. EDUFRRN.
- Dalmago, G. A., Heldwein, A. B., Nied, A. H., Grimm, E. L. & Pivetta, C. R. (2006). Evapotranspiração máxima da cultura de pimentão em estufa plástica em função da radiação solar, da temperatura, da umidade relativa e do déficit de saturação do ar. *Ciência Rural*, 36 (3), 785-792. [10.1590/S0103-84782006000300010](https://doi.org/10.1590/S0103-84782006000300010)
- Donato, S. L. R., Coelho, E. F., Marques, P. R. R., Arantes, A. M., Santos, M. R. & Oliveira, P. M. (2013). *Ecofisiologia e eficiência de uso da água em bananeira*. <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/90168/1/ECOFISIOLOGIA-E-EFICIENCIA-DE-USO.pdf>
- Dortzbach, D., Machado, L. N., Loss, A. & Vieira, E. (2020). Influência do meio geográfico nas características do mel de melato da bracinga. *Research, Society and Development*, 9 (9), 2-23. [10.33448/rsd-v9i9.7191](https://doi.org/10.33448/rsd-v9i9.7191)
- Esfrain, W. & Siqueira, D. L. (2018). *Planejamento e Implantação de Pomar*. Aprenda Fácil Editora.
- Fantinato, D. E. (2018). *Efeitos do vento sobre características estruturais, fisiológicas e bioquímicas de mudas de Theobroma Cacao L. (Malvaceae) e uso do sílicio como amenizador do estresse*. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal), Universidade Federal do Espírito Santo.
- Fundecitrus. (2021). *Pesquisa de estimativa de safra*. <https://www.fundecitrus.com.br/pes>
- Galon, L., Tironi, S. P., Rocha, A. A., Soares, E. R., Conceição, G. & Alberto, C. M. (2010). Influência dos fatores abióticos na produtividade da cultura do milho. *Revista Trópica*, 4 (3), 18-38. [10.0000/rtcab.v4i3.307](https://doi.org/10.0000/rtcab.v4i3.307)
- Gil, A. C. (2019). *Como elaborar projetos de pesquisa*. Atlas.
- Hopkins, W. (1999). *Introduction to Plant Physiology*. John Wiley.
- Huang, P., Wan, X. & Lieffers, V. J. (2016). Daytime and nighttime wind differentially affects hydraulic properties and thigmomorphogenic response of poplar saplings. *Physiologia Plantarum*, 157 (1), 85-94. [doi:10.1111/ppl.12403](https://doi.org/10.1111/ppl.12403)
- Kim, D., Oren, R., Oishi, A. C., Hsieh, C., Phillips, N., Novick, K. A. & Stoy, P. C. (2014). Sensitivity of stand transpiration to wind velocity in a mixed broadleaved deciduous forest. *Agricultural and Forest Meteorology*, 187, 62-71. [doi:10.1016/j.agrformet.2013.11.013](https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2013.11.013)
- Köche, J. C. (2011). *Fundamentos de metodologia científica: teoria da ciência e iniciação à pesquisa*. Vozes.
- Landau, E. C., César, M. P. & Pereira, G. D. (2021). *Milho*. https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01_17_168200511157.html
- Mahajan, S. & Tuteja, N. (2005). Cold, salinity and drought stresses: an overview. *Archives of biochemistry and biophysics*, 444 (2), 139-58. [doi:10.1016/j.abb.2005.10.018](https://doi.org/10.1016/j.abb.2005.10.018)

- Mahouachi, J., Iglesias, D. J., Agusti, M. & Talon, M. (2009). Delay of early fruitlet abscission by branch girdling in citrus coincides with previous increases in carbohydrate and gibberellin concentrations. *Plant Growth Regulation*, 58 (1), 15-23. 10.1007/s10725-008-9348-6
- Morais, L. A. S. (2009). Influência dos fatores abióticos na composição química dos óleos essenciais. *Horticultura Brasileira*, 27 (2), 4050-4063.
- Moreti, U. S., Pereira, J. C. S. & Althman, M. P. F. (2018). Auxina: Hormônio de Desenvolvimento Fisiológico Vegetal. *Revista Científica Eletrônica da Agronomia*, 33 (1), 1-8. http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/Bcjb0h9bQNR0iFt_2018-11-6-12-29-34.pdf
- Mott, K. A. & Peak, D. (2010). Stomatal responses to humidity and temperature in darkness. *Plant, Cell & Environment*, 33 (7), 1084-1090. doi:10.1111/j.1365-3040.2010.02129.x
- Ortolani, A. A. & Camargo, M. B. P. (1987). *Influência dos fatores climáticos na produção*. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato.
- Peixoto, C. P., Almeida, A. T., Santos, J. M. S., Poelking, V. G. C. & Oliveira, E. R. (2020). *Curso de Fisiologia Vegetal*. UFRB.
- Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J. & Shitsuka, R. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. UFSM.
- Pimentel, C. (2004). *A relação da planta com a água*. Edur.
- Putti, F. F., Silva, A. L. C. & Gabriel Filho, L. R. A. (2017). *Tecnologias em agricultura sustentável*. Editora ANAP.
- Raven, P. H., Evert, R. F. & Eichhorn, S. E. (2001). *Biologia vegetal*. Guanabara Koogan.
- Resende, S. A. A. & Resende Júnior, J. C. (2011). Interferência dos ventos no cultivo de plantas: efeitos prejudiciais e práticas preventivas. *Centro Científico Conhecer*, 7 (12), 1-6. <https://www.conhecer.org.br/enciclop/2011a/agrarias/interferencia%20dos%20ventos.pdf>
- Rodrigues, H. J. B., Costa, R. F., Ribeiro, J. B. M., Souza Filho, J. D. C., Ruivo, M. L. P. & Silva Júnior, J. A. (2011). Variabilidade sazonal da condutância estomática em um ecossistema de manguezal amazônico e suas relações com variáveis meteorológicas. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 26 (2), 189-196. 10.1590/S0102-77862011000200003
- Schiebelbein, L. M. (2017). *Atributos físicos do solo e cobertura de inverno sobre a disponibilidade de água e os componentes de rendimento do milho*. Tese (Doutorado em Agronomia), Universidade Estadual de Ponta Grossa.
- Semprebom, T. R. (2018). *Botânica*. Editora e Distribuidora Educacional S.A.
- Silva, W. M. (2019). Contribuições e limitações de Revisões Narrativas e Revisões Sistemáticas na Área de negócios. *Revista de Administração Contemporânea*, 23 (2), 1-8. 10.1590/1982-7849rac201919009
- Smit, M. A. & Singels, A. (2006). The response of sugarcane canopy development to water stress. *Field Crops Research*, 98, 91-97. doi:10.1016/j.fcr.2005.12.009
- Souza, I. M. & Funch, L. S. (2017). Synchronization of leafing and reproductive phenological events in *Hymenaea* L. species (Leguminosae, Caesalpinioideae): the role of photoperiod as the trigger. *Brazilian Journal of Botany*, 40 (1), 125-136. 10.1007/s40415-016-0314-7
- Taiz, L. & Zeiger, E. (2013). *Fisiologia Vegetal*. Artmed.
- Taiz, L., Zeiger, E., Moller, I. M. & Murphy, A. (2017). *Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal*. Artmed.
- Vieira, E. L., Souza, G. S., Santos, A. R. & Silva, J. S. (2010). *Manual de Fisiologia Vegetal*. EDUFMA.
- Volpe, C. A. & Schöffel, E. R. (2001). *Quebra-vento*. FUNEP.
- Wrege, M. S., Herter, F. G. & Fritzsons, E. (2016). Regiões com similaridade de horas de frio no outono-inverno no sul do Brasil. *Revista Brasileira de Climatologia*, 18 (12), 108-118. <https://revistas.ufpr.br/revistaabelima/article/view/43087/28714>
- Yamashita, O. M., Guimarães, S. C., Silva, J. L., Carvalho, M. A. C. & Camargo, M. F. (2009). Fatores ambientais sobre a germinação de *Emilia sonchifolia*. *Planta Daninha*, 27 (4), 673-681. 10.1590/S0100-83582009000400005