



**Alan Mario Zuffo**

Organizador



**Avanços  
nas Ciências  
Florestais  
Volume III**



Pantanal Editora

2022

**Alan Mario Zuffo**  
Organizador

**Avanços nas Ciências Florestais**  
**Volume III**



Pantanal Editora

2022

Copyright© Pantanal Editora

**Editor Chefe:** Prof. Dr. Alan Mario Zuffo

**Editores Executivos:** Prof. Dr. Jorge González Aguilera e Prof. Dr. Bruno Rodrigues de Oliveira

**Diagramação:** A editora. **Diagramação e Arte:** A editora. **Imagens de capa e contracapa:** Canva.com. **Revisão:** O(s) autor(es), organizador(es) e a editora.

### Conselho Editorial

#### Grau acadêmico e Nome

Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos  
Prof. MSc. Adriana Flávia Neu  
Prof. Dra. Allys Ferrer Dubois  
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior  
Prof. MSc. Aris Verdecia Peña  
Prof. Arisleidis Chapman Verdecia  
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva  
Prof. Dr. Bruno Gomes de Araújo  
Prof. Dr. Caio Cesar Enside de Abreu  
Prof. Dr. Carlos Nick  
Prof. Dr. Claudio Silveira Maia  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos  
Prof. Dr. Cristiano Pereira da Silva  
Prof. Ma. Dayse Rodrigues dos Santos  
Prof. MSc. David Chacon Alvarez  
Prof. Dr. Denis Silva Nogueira  
Prof. Dra. Denise Silva Nogueira  
Prof. Dra. Dennyura Oliveira Galvão  
Prof. Dr. Elias Rocha Gonçalves  
Prof. Me. Ernane Rosa Martins  
Prof. Dr. Fábio Steiner  
Prof. Dr. Fabiano dos Santos Souza  
Prof. Dr. Gabriel Andres Tafur Gomez  
Prof. Dr. Hebert Hernán Soto Gonzáles  
Prof. Dr. Hudson do Vale de Oliveira  
Prof. MSc. Javier Revilla Armesto  
Prof. MSc. João Camilo Sevilla  
Prof. Dr. José Luis Soto Gonzales  
Prof. Dr. Julio Cezar Uzinski  
Prof. MSc. Lucas R. Oliveira  
Prof. Dra. Keyla Christina Almeida Portela  
Prof. Dr. Leandro Argentel-Martínez  
Prof. MSc. Lidiene Jaqueline de Souza Costa Marchesan  
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann  
Prof. MSc. Marcos Pisarski Júnior  
Prof. Dr. Marcos Pereira dos Santos  
Prof. Dr. Mario Rodrigo Esparza Mantilla  
Prof. MSc. Mary Jose Almeida Pereira  
Prof. MSc. Núbia Flávia Oliveira Mendes  
Prof. MSc. Nila Luciana Vilhena Madureira  
Prof. Dra. Patrícia Maurer  
Prof. Dra. Queila Pahim da Silva  
Prof. Dr. Rafael Chapman Auty  
Prof. Dr. Rafael Felipe Ratke  
Prof. Dr. Raphael Reis da Silva  
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes  
Prof. Dr. Ricardo Alves de Araújo (*In Memoriam*)  
Prof. Dra. Sylvana Karla da Silva de Lemos Santos  
MSc. Tayronne de Almeida Rodrigues  
Prof. Dr. Wéverson Lima Fonseca  
Prof. MSc. Wesclen Vilar Nogueira  
Prof. Dra. Yilan Fung Boix  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme

#### Instituição

OAB/PB  
Mun. Faxinal Soturno e Tupanciretã  
UO (Cuba)  
IF SUDESTE MG  
Facultad de Medicina (Cuba)  
ISCM (Cuba)  
UFESSPA  
UEA  
UNEMAT  
UFV  
AJES  
UFGD  
UEMS  
IFPA  
UNICENTRO  
IFMT  
UFMG  
URCA  
ISEPAM-FAETEC  
IFG  
UEMS  
UFF  
(Colômbia)  
UNAM (Peru)  
IFRR  
UCG (México)  
Mun. Rio de Janeiro  
UNMSM (Peru)  
UFMT  
Mun. de Chap. do Sul  
IFPR  
Tec-NM (México)  
Consultório em Santa Maria  
UFJF  
UEG  
FAQ  
UNAM (Peru)  
SEDUC/PA  
IFB  
IFPA  
UNIPAMPA  
IFB  
UO (Cuba)  
UFMS  
UFPI  
UFG  
UEMA  
IFB  
UFPI  
FURG  
UO (Cuba)  
UFT



## Apresentação

O avanço tecnológico é comum em todas as áreas de conhecimento, na área de Ciência Florestal não é diferente. As tecnologias florestais são fundamentais para o uso sustentável dos recursos naturais e na comercialização dos produtos florestais. A obra, vem a consolidar o anseio da Editora Pantanal na divulgação de resultados, que contribuem de modo direto no desenvolvimento humano e na sustentabilidade dos recursos naturais.

O primeiro volume do e-book “Avanços nas Ciências Florestais III” é a continuação de uma série de volumes de e-books com trabalhos que visam otimizar a produção e conservação dos recursos florestais. Nos capítulos são abordados os seguintes temas: importância do sistema radicular de árvores em plantios florestais; fisiologia do estresse hídrico em plantas; modelagem volumétrica de um plantio e candeia a partir de imagens RapidEye; escarificação química e mecânica de sementes de *Parkinsonia aculeata* L. e seu efeito na absorção de água e germinação. Portanto, esses conhecimentos irão agregar muito aos seus leitores que procuram promover melhorias quantitativas e qualitativas na Ciência Florestal. Sempre em busca da sustentabilidade do planeta.

Aos autores dos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata os recentes avanços científicos e tecnológicos na área de Avanços nas Ciências Florestais III os agradecimentos do organizador e da Pantanal Editora. Por fim, esperamos que este ebook possa colaborar e instigar mais estudantes e pesquisadores na constante busca de novas tecnologias e avanços para a áreas de Ciência Florestal. Assim, garantir uma difusão de conhecimento fácil, rápido para a sociedade.

O organizador

## **Sumário**

<b>Apresentação</b>	<b>4</b>
<b>Capítulo 1</b>	<b>6</b>
Importância do sistema radicular de árvores em plantios florestais	6
<b>Capítulo 2</b>	<b>17</b>
Fisiologia do Estresse Hídrico em Plantas	17
<b>Capítulo 3</b>	<b>24</b>
Modelagem volumétrica de um plantio de candeia a partir de imagens RapidEye	24
<b>Capítulo 4</b>	<b>40</b>
Escarificación química y mecánica de semillas Parkinsonia aculeata L. SP.Pl. y su efecto en la absorción de agua y germinación	40
<b>Índice Remissivo</b>	<b>50</b>
<b>Sobre o organizador</b>	<b>51</b>

# Fisiologia do Estresse Hídrico em Plantas

Recebido em: 17/09/2022

Aceito em: 20/09/2022

 10.46420/9786581460655cap2

Maria José de Holanda Leite<sup>1\*</sup> 

## INTRODUÇÃO

As plantas crescem e se reproduzem em ambientes adversos, que contêm uma multiplicidade de fatores bióticos, abióticos, químicos e físicos, que variam conforme o tempo e a localização geográfica. Em geral, os parâmetros ambientais abióticos que afetam o crescimento vegetal são luz (intensidade, qualidade e duração), água (disponibilidade no solo), dióxido de carbono, oxigênio, conteúdo e disponibilidade de nutrientes no solo, temperatura e toxinas, como metais pesados, salinidade, etc. As flutuações desses fatores ambientais fora de seus limites normais, geralmente têm consequências bioquímicas e fisiológicas negativas para as plantas (Taiz; Zeiger, 2004).

Por serem sésseis, as plantas são incapazes de evitar os stresses, por não conseguirem se deslocar para um ambiente mais favorável. Como alternativa, desenvolveram a capacidade de compensar as condições estressantes, mediante alteração de processos fisiológicos e de desenvolvimento para manter o crescimento e a reprodução (Taiz; Zeiger, 2006).

O déficit hídrico da planta se desenvolve quando a sua procura excede a oferta de água. Seu fornecimento é determinado pela quantidade de água retida no solo até à profundidade do sistema radicular dos vegetais. A demanda por água na planta é definida pela sua taxa de transpiração ou evapotranspiração, que inclui tanto a transpiração das plantas quanto a evaporação do solo.

A tolerância das plantas à seca, não é uma característica simples, mas uma característica onde mecanismos trabalham isoladamente ou em conjunto para evitar ou tolerar períodos de déficit hídrico. De modo que, entender a biologia e fisiologia do estresse hídrico nos vegetais é de fundamental importância, pois assim é possível conhecer os mecanismos que levam as plantas a se adaptarem ao déficit hídrico, para que se possa criar técnicas adequadas para explorá-las e trabalharmos melhor com os problemas de ordem agrônômica, fisiológica e ou ecológica (Taiz; Zeiger, 2002).

---

<sup>1</sup> Universidade Federal de Alagoas (UFAL), BR 104, Km 85, CEP: 57100-000, S/N - Mata do Rolo - Rio Largo, Alagoas, Brasil.

\* Autora correspondente: maryholanda@gmail.com

## **IMPORTÂNCIA DA ÁGUA NAS PLANTAS**

Como na maioria dos outros organismos, a água representa a maior proporção do volume celular nas plantas e é o recurso mais limitante. Cerca de 97% da água captada pelas plantas são perdidos para a atmosfera (principalmente por transpiração). Mais ou menos 2% são usados para aumento de volume ou expansão celular, e 1%, para processos metabólicos, ex.: a fotossíntese).

O déficit de água (disponibilidade hídrica insuficiente), ocorre na maioria dos habitats naturais ou agrícolas e é causado principalmente por períodos intermitentes até contínuos sem precipitação.

Seca é o termo meteorológico para um período de precipitação insuficiente que resulta em déficit hídrico para a planta. Todavia, essa definição é algo ilusória, pois uma lavoura pode absorver água do solo em situações sem chuva, dependendo da capacidade de retenção de água pelo solo e da profundidade do lençol freático (Taiz; Zeiger, 2004).

A água é um recurso finito que deve ser conservado, além de ser um bem muito valioso, e extremamente indispensável para as plantas. Sua disponibilidade hídrica: Limita o crescimento (turgescência celular); controla a distribuição da vegetação; determina a diversidade biológica em determinado local; permite movimentos estomáticos; transporte de gases, minerais e outras substâncias; além de atuar em diversos processos fisiológicos essenciais à vida (fotossíntese). Ou seja, a disponibilidade hídrica adequada é um dos fatores fundamentais para o sucesso da produtividade dos vegetais, pois a falta de água pode resultar em deficiência hídrica e por consequência em distúrbios fisiológicos negativos nos vegetais (Taiz; Zeiger, 2006).

Os principais fatores que afetam a disponibilidade hídrica de uma região são, a precipitação e a evapotranspiração. A precipitação atua como suprimento de água para os vegetais e a evapotranspiração atua como perda de água pelos vegetais. Em geral, locais com precipitação menor que a evapotranspiração, são locais que apresentam déficit hídrico, no entanto, como as chuvas variam ao longo do ano, essa relação de déficit hídrico também varia. Por isso é importante entender os regimes de precipitação e evapotranspiração de cada região (Taiz; Zeiger, 2006).

## **O ESTRESSE DA SECA**

Como principal definição para os vegetais, estresse pode ser considerado como desvio significativo das condições ótimas de vida. O estresse provoca mudanças e respostas em todo nível funcional do organismo. Inicialmente, estas mudanças e respostas podem ser reversíveis, mas podem também ser permanentes. Mesmo se o agente estressante for temporário, a vitalidade da planta torna-se mais fraca com o prolongar do stresse e quando sua capacidade de ajustamento é atingida, passa então a ser doença crônica ou dano irreversível (Larcher, 1995).

Entre os agentes causadores de stresse abióticos muitos são climáticos, exercendo os seus efeitos na atmosfera e no solo: Entre os fatores atmosféricos temos a radiação e a temperatura que pode ser elevada ou insuficiente; precipitação deficiente e seca; ventos fortes, etc. Já no solo podem ocorrer

concentrações elevadas de sais e ou deficiências minerais; acidez ou alcalinidade excessivas; solos instáveis, deficiência em oxigênio nas zonas em que os solos são muito compactos que estão encharcados.

Já os stresses bióticos são comuns em locais onde a densidade populacional é elevada, ou onde as plantas são muito utilizadas por animais ou microorganismos. Além dos fatores naturais, os seres humanos também são responsáveis por muitos stresses físicos e químicos aos quais as plantas não são capazes de desenvolver qualquer mecanismo de defesa. E embora seja necessário, para facilitar o estudo, tratar cada stresse separadamente, na natureza eles não ocorrem isoladamente e influenciam-se mutuamente.

Por exemplo, quando uma determinada cultura não está expressando sua potencialidade máxima, é provável que estas estiveram ou estão sofrendo algum tipo de estresse. Sabe-se que em condições naturais e ou agricultáveis, as plantas são expostas a stresses ambientais, e que o estresse tem papel importante na determinação de como o solo e o clima limitam a distribuição das espécies, seu desenvolvimento e sobrevivência. O estresse hídrico muitas vezes está associado à salinidade presente na biosfera das raízes e ao estresse por calor nas folhas. Quando o estresse hídrico é rápido a primeira defesa da planta é o fechamento dos estômatos.

Diante disso, qual é a importância de compreender o estresse nos vegetais? É importante para entender os processos fisiológicos resultante dos danos causados pelo estresse; os mecanismos de adaptação e aclimação de plantas aos stresses ambientais, os quais são importantes para a agricultura e para o meio ambiente. Pois sabe-se que, quase todos os fatores de estresse em plantas podem ser superados mediante a aplicação de técnicas adequadas de manejo.

E como se reconhece o estresse? Os organismos respondem de forma diferente a um estressor. Numa mesma espécie, a natureza e a intensidade da resposta podem variar em função da idade, do grau de adaptação e da atividade sazonal ou diária. Pode-se dizer que a planta está com estresse zero, quando nível de exposição dos tecidos ao fator ambiental, produz ausência completa de sintomas de injúria.

## **O ESTRESSE VEGETAL**

Plantas terrestres estão expostas a vários tipos de estressores naturais, como déficit hídrico, déficit de oxigênio induzida pelo excesso de água, alta temperatura e radiação ou stresses antropogênicos, como poluição, chuva ácida e orvalho (Lichtenthaler; Lichtenthaler, 2009). As plantas respondem a esses stresses dia-a-dia ou a longo prazo por meio de respostas particulares e mecanismos de adaptação que ajudam de forma eficiente as plantas a sobreviverem.

As plantas apresentam quatro estágios de respostas ao estresse, são eles: a fase de resposta (reação de alarme, na qual suas funções declinam com reação ao estresse), o estágio de resistência e o estágio de exaustão seguida geralmente pela fase de regeneração, na qual as funções fisiológicas são restauradas, uma vez que o estressor é removido. A duração (dias, horas) da fase de regeneração leva a planta a retornar as funções fisiológicas normais dependendo da força, duração e tipo de estresse.

Estresses abióticos como seca, alagamento, salinidade/alcalinidade de solos, altas temperaturas principalmente durante o florescimento e maturação, toxicidade química e estresse oxidativo são sérias ameaças para os vegetais e o ambiente. Sob o contexto de mudanças climáticas, a seca tem sido e está se tornando um grave problema restringindo o crescimento das plantas, a produtividade de ecossistemas terrestres, em várias regiões do mundo particularmente regiões áridas e semiáridas. No contexto de produção, há sempre intervalo de ocorrência de eventos de seca e/ou irrigação, em condições particulares de mudança climática há condições de prever eventos mais frequentes de seca e alagamento. O encharcamento e alagamento do solo são estresses abióticos que influenciam a distribuição e produtividade das espécies em inúmeras comunidades de plantas.

O estresse é causado tanto por fatores abióticos (seca/alagamento, altas/baixas temperaturas, deficiência nutricional, salinidade do solo, alta irradiação, água, radiação, temperatura, gases e minerais), como por estresses bióticos (planta, micro-organismos, animais e origem antropogênica). Quando o estresse é causado por água, pode ser através da falta de água (déficit hídrico), ou por excesso de água (inundação).

No caso de deficiência hídrica pode-se definir como a quantidade de água disponível é menor do que a quantidade necessária para a expressão do seu potencial fisiológico, à medida em que o solo seca, torna-se mais difícil às plantas absorverem água, porque aumenta a retenção e diminui a disponibilidade de água no solo às plantas.

## **RESPOSTAS AOS ESTRESSES AMBIENTAIS E MECANISMOS DE SOBREVIVÊNCIA À SECA**

Com o decorrer dos tempos, as plantas foram submetidas a diversas condições desfavoráveis para seu desenvolvimento, dentre estas a seca pode ser considerada uma das principais condições prejudiciais ao seu crescimento. Para se adaptar e superar períodos de estiagem existem mecanismos, denominados resistência e tolerância à seca. As plantas individuais respondem diretamente a mudanças no ambiente, alterando sua fisiologia ou morfologia para melhorar a sobrevivência e a reprodução. O conceito de estresse está ligado à tolerância, em que a tolerância ao estresse - é a aptidão da planta para enfrentar o ambiente desfavorável (Larcher, 2000).

Antes de definir os mecanismos de sobrevivência à seca, existem dois conceitos que precisam ser definidos: aclimação e adaptação à seca. Uma planta aclimatada tem sua tolerância aumentada como consequência de exposição anterior ao estresse, sendo um processo considerado não hereditário, as quais as mudanças fenotípicas produzidas são em detrimento às variações dos fatores ambientais. Como por exemplo aclimação ao calor, ocorre rapidamente em resposta ao estresse provocado por altas temperaturas, as mudanças para limites de temperatura mais elevadas podem se consumir dentro de horas (Larcher, 2000; Taiz; Zeiger, 2002; 2004). Adaptação, são características adquirida pelas plantas

através dos genes, envolvendo um processo de seleção durante muitas gerações (levando a evolução da espécie).

A adaptação e a aclimatização ao estresse ambiental resultam de eventos integrados que ocorrem em todos os níveis de organização, desde o anatômico e morfológico até o celular, bioquímico e molecular. A murcha de folhas em resposta ao déficit hídrico, por exemplo, reduz a perda de água pela folha e a exposição à luz incidente, diminuindo o estresse pelo calor sobre as folhas. Existem várias estratégias de aclimatização, as quais podem ser divididas em dois grupos: um ligado à adaptação anatomorfológicas e outro de natureza fisiológica (Larcher, 2000).

O mecanismo de resistência a seca, está ligado ao escape ou evite a dessecação, que será retardada por mecanismos que possibilitam que a planta ainda seja capaz de ter um conteúdo hídrico favorável independentemente do solo e do ar estarem secos, onde a planta possui a habilidade de completar seu ciclo antes mesmo de ocorrer a falta de água severa, podendo desenvolver rapidamente seu período fenológico (durante o curto período de chuva) ou ter uma plasticidade em seu desenvolvimento (encurtamento ou prolongação do ciclo, quando ocorre falta de água), sendo capaz de prevenir e evitar esse período de seca.

Assim, os mecanismos de resistências à seca, podem ser de três tipos: "evitar", "tolerar" e "escapar". No "evitar", as plantas fecham os estômatos e aprofundam o sistema radicular para explorar um volume maior de solo, diminuindo o tamanho das células e aumentando o espessamento das paredes celulares e cerosidade da cutícula; O "tolerar" está associado à habilidade da planta em manter o equilíbrio de suas funções fisiológicas em condições de déficit hídrico e o "escapar" ocorre quando a planta antecipa o ciclo de desenvolvimento. A "estratégia de sobrevivência" das plantas em habitats estressantes não é aumentar a produtividade, mas sim equilibrar o rendimento com a sobrevivência (Taiz; Zeiger, 2002).

Organismos considerados suscetíveis a um determinado estresse são aqueles que sofrem alterações excessivas no seu metabolismo, as quais são traduzidas na forma de injúrias mais ou menos importantes. Por outro lado, se o organismo não apresenta sintomas de injúria por estresse, deve ser considerado como resistente.

Plantas suscetíveis são aquelas que não têm a capacidade de detectar a presença do fator de estresse ou de reagir alterando seu sistema hormonal. A falta de sintomas que caracterizam a resistência pode ser devida a presença de mecanismos que evitam o contato com o estresse (evitância) ou de mecanismos que permitem ao organismo reagir diante de sua presença (tolerância). No primeiro caso, o organismo possui barreiras físicas ou químicas que evitam o contato dos tecidos da planta com o fator de estresse, evitando seus efeitos, como por exemplo, cutícula espessa, ceras, entre outros relacionados a ambientes com longos períodos de seca. Porém, existem outros mecanismos de proteção nos quais o fator de estresse entra em contato com os tecidos e a planta deve reagir para superar o estado de tensão. Essa reação é feita mediante o uso de mecanismos que acarretam gasto de energia metabólica, e, portanto,

o organismo deve atingir um equilíbrio com o fator de estresse, é a situação característica de mecanismos de tolerância (Taiz; Zeiger, 2006).

Um exemplo seria a formação de aerênquima nas raízes de milho, em reposta à falta de oxigênio em solos alagados. Além da evitância e da tolerância, que são os tipos mais encontrados, há um terceiro, o escape - este mecanismo baseia-se na falta de coincidência entre o momento de máxima suscetibilidade do tecido com a ocorrência do estresse.

## **ESTRESSE HÍDRICO NO DESENVOLVIMENTO DAS PLANTAS**

As regiões semiáridas são definidas com base no seu Índice de Aridez (IA), que é a relação entre a precipitação e a evaporação, tais regiões apresentam características peculiares devido ao seu clima, com paisagens naturais distintas e heterogêneas. O semiárido brasileiro possui duas condições climáticas bastante definidas: chuvosa e seca. O período chuvoso tem uma curta duração, apenas três meses, e a água proveniente da chuva escorre superficialmente reduzindo ainda mais seu aproveitamento. Já o período de estiagem tem maior duração, que associado a elevadas temperaturas resulta em longos períodos de seca. A água é um recurso essencial para o desenvolvimento do vegetal, uma vez que participa de todos os seus processos metabólicos e sua ausência afeta diversos processos fisiológicos dos vegetais, como declínio na atividade fotossintética, juntamente com a diminuição do volume celular e declínio de sua turgescência (Taiz; Zeiger, 2006).

Os efeitos da seca nas plantas são bastante variáveis, pois dependem da intensidade e velocidade de imposição do estresse, bem como sua fase de desenvolvimento. Tais fatores também são determinantes para que o dano provocado se torne irreversível ao desenvolvimento do vegetal, pois desta forma não é possível o reestabelecimento das funções vitais, até que as condições ambientais se tornem satisfatórias novamente.

A planta atravessa três estágios durante a desidratação, quando esta encontra-se sob deficiência hídrica: 1º estágio a planta mantém sua transpiração como se estivesse bem suprida de água até que a quantidade de água seja reduzida a 50%; 2º estágio, há o fechamento estomático, com isso a transpiração começa a ser menor que o potencial hídrico da planta; e no 3º estágio os estômatos estão completamente fechados. E as plantas têm que desenvolver mecanismos de tolerância como respostas favoráveis, a fim de garantir sua sobrevivência à deficiência hídrica (Taiz; Zeiger, 2004).

Os diversos mecanismos utilizados pelos vegetais sob condições de déficit hídrico são: escape à seca, tolerância à seca com baixo ou alto potencial hídrico. No primeiro mecanismo, o vegetal irá completar todo seu ciclo vital e garantir a continuidade de sua espécie através de um descendente antes do período seco; no segundo mecanismo a planta irá produzir substâncias na tentativa de baixar seu potencial hídrico e garantir que a planta continue a absorver a água presente no solo; e por fim, no último mecanismo, esta tolerância pode se dá pela habilidade da planta em evitar a desidratação, através do

fechamento estomático e como resultado, tem-se prejuízos na fotossíntese, transpiração e condutância estomática.

Plantas expostas à deficiência hídrica moderada geralmente reduzem o crescimento da parte aérea antes que o das raízes. Esse estresse moderado reduz o crescimento foliar antes de reduzir a taxa fotossintética, resultando em excesso de carboidratos para as raízes. Por outro lado, a perda acentuada de água reduz a multiplicação e o alongamento das células, resultando em plantas menores e, em consequência, redução da área foliar. A limitação na área foliar pode ser considerada uma primeira reação das plantas ao déficit hídrico (Taiz; Zeiger, 2004). A área foliar é um importante fator da produção e determina o uso da água pela planta e seu potencial de produtividade é reduzido quando exposta ao déficit hídrico.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Tendo em vista as mudanças climáticas e os seus efeitos na disponibilidade hídrica, que pode limitar a produção vegetal, torna-se essencial discutir e evidenciar os mecanismos fisiológicos da planta em situações de déficit hídrico, com o intuito de propor métodos de manejo que possam minimizar os efeitos deste tipo de estresse e aumentar o desfrute do potencial genético das culturas agrícolas.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Larcher, W. (1995). *Physiological Plant Ecology*. Springer. Berlin. 506 pp..
- Larcher, W. (2000). O ambiente e as plantas. In: *Ecofisiologia vegetal*. São Carlos - SP: Rima. 531p.
- Lichtenthaler, U., & Lichtenthaler, E. (2009). A capability-based framework for open innovation: complementing absorptive capacity. *Journal of Management Studies*, v.8, n.46.
- Taiz, L.; & Zeiger, E. (2002). *Plant physiology*. 3.ed. Sunderland: Sinauer Associates, p.423-460.
- Taiz, L.; & Zeiger, E. (2004). *Fisiologia vegetal*. Porto Alegre: Artmed, p.449-484.
- Taiz, L.; & Zeiger, E. (2006). *Fisiologia vegetal*. Porto Alegre: Artmed, 719p.

## Índice Remissivo

### E

*Eremanthus erythoropappus*, 24

### M

manejo, 13, 19, 23, 24

modelagem, 4, 27, 28, 33

### P

produção de mudas, 12, 15

produtividade, 14, 18, 20, 21, 23

### S

sensoriamento remoto, 25, 37

silvicultura, 7

sistema radicular, 4, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14,  
15, 16, 17, 21

## Sobre o organizador



  **Alan Mario Zuffo**

Engenheiro Agrônomo, graduado em Agronomia (2010) na Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). Mestre (2013) em Agronomia - Fitotecnia (Produção Vegetal) na Universidade Federal do Piauí (UFPI). Doutor (2016) em Agronomia - Fitotecnia (Produção Vegetal) na Universidade Federal de Lavras (UFLA). Pós - Doutorado (2018) em Agronomia na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS). Atualmente, possui 165 artigos publicados/aceitos em revistas nacionais e internacionais, 127 resumos simples/expandidos, 66 organizações de e-books, 45 capítulos de e-books. É editor chefe da Pantanal editora e revisor de 18 revistas nacionais e internacionais. Professor adjunto na UEMA em Balsas. Contato: alan\_zuffo@hotmail.com.



**Pantanal Editora**

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000

Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil

Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp)

<https://www.editorapantanal.com.br>

[contato@editorapantanal.com.br](mailto:contato@editorapantanal.com.br)

