

# Respostas fisiológicas de forrageiras ao déficit hídrico e baixas temperaturas

Auxinas, estresse hídrico, fotossíntese, produção, tolerância.

Halef Pereira de Oliveira<sup>1</sup>  
Taiz Borges Ribeiro<sup>2</sup>,  
Alan Soares Machado<sup>3</sup>  
Lidiane de Oliveira Silva<sup>2</sup>  
Antônio Roberto de Oliveira Júnior<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Discente do curso Bacharelado em Zootecnia, Instituto Federal Goiano – Campus Ceres, IF Goiano. E-mail: halefpgtu15@hotmail.com

<sup>2</sup>Zootecnista. E-mail: taiz2612@hotmail.com; antonioirj20@hotmail.com; Lidiane.zoo@hotmail.com

<sup>3</sup>Professor Dr. do Instituto Federal Goiano – Campus Ceres, IF Goiano. E-mail: asm3201@hotmail.com

## RESUMO

O objetivo desse trabalho é discorrer sobre os mecanismos e as respostas das plantas forrageiras, submetidas em situações de déficit hídrico e baixas temperaturas. A utilização das pastagens está aliada, principalmente a disponibilidade de água. É possível verificar que o sistema de produção das forrageiras se torna desuniforme ao decorrer dos anos, havendo um período de boa e alta qualidade na produção das gramíneas no período das chuvas e de baixa produção e valor nutricional durante o período da seca. Desse modo, analisar as diversas respostas fisiológicas das plantas forrageiras no período de seca é de suma importância para ter o conhecimento de quais espécies ou cultivares resistente podem ser utilizadas em regiões com condições baixa de precipitação para garantir o desenvolvimento da planta e sua boa produção mediante ao seu valor nutritivo a ser explorado.

**Palavras-chave:** auxinas, estresse hídrico, fotossíntese, produção, tolerância.



Nutri-Time

Revista Eletrônica

Vol. 14, Nº 05, set./out. de 2017  
ISSN: 1983-9006  
www.nutritime.com.br

A Nutritime Revista Eletrônica é uma publicação bimestral da Nutritime Ltda. Com o objetivo de divulgar revisões de literatura, artigos técnicos e científicos bem como resultados de pesquisa nas áreas de Ciência Animal, através do endereço eletrônico: <http://www.nutritime.com.br>. Todo o conteúdo expresso neste artigo é de inteira responsabilidade dos seus autores.

## PHYSIOLOGICAL RESPONSES OF FODDER TO WATER DEFICIT AND LOW TEMPERATURES

The objective of this work is to discuss the mechanisms and responses of forage plants, submitted in situations of water deficit and low temperatures. The use of pastures is allied, mainly the availability of water. It is possible to verify that the system of forage production becomes uneven throughout the years, with a period of good and high quality in the production of grasses in the rainy season and of low production and nutritional value during the dry season. Thus, analyzing the different physiological responses of forage plants in the dry season is of paramount importance in order to have knowledge of which resistant species or cultivars can be used in regions with low precipitation conditions to guarantee the development of the plant and its good production through its nutritional value to be explored.

**Keyword:** auxins, water stress, photosynthesis, yield, tolerance.

## INTRODUÇÃO

O Brasil se baseia na utilização de pastagens para a exploração pecuária, sendo cerca de 170 milhões de hectares cultivados por plantas forrageiras (IBGE, 2006). As gramíneas possuem participação expressiva na alimentação animal, tanto como volumosos, concentrados e na integração lavoura-pecuária, sendo esta última uma alternativa que tem se mostrado promissora (PEREIRA et al., 2009).

Dentro dessa extensão do território usado para a prática pecuária, existe grande diversidade nas condições de plantio de forrageiras, incluindo áreas alagadas ou encharcadas, com baixo índice de precipitação, baixa fertilidade de solo, além de áreas aptas ao cultivo. Portanto, devido ao cultivo de plantas forrageiras em áreas marginais, há a necessidade de estudos que avaliem e identifiquem genótipos com características de tolerância a estresses abióticos (PEZZOPANE et al., 2015).

O déficit hídrico é um dos principais fatores limitantes da germinação, pois para cada espécie existe um valor de potencial hídrico externo abaixo do qual a germinação não ocorre. A habilidade de uma semente germinar sob amplo limite de condições pode ser a manifestação de seu vigor, dependendo entre outros fatores, das condições ambientais encontradas no local onde foi semeada. Secas periódicas, por exemplo, podem ser encontradas no campo, e a semente deve ser vigorosa para que seja competitiva (MARCOS FILHO, 2005).

A disponibilidade de água é um dos principais fatores responsáveis pelo crescimento e produção dos cultivos. Nas regiões tropicais, altas temperaturas e intensidades luminosas altas favorecem taxas de evapotranspiração que podem produzir déficits hídricos estacionais (MACHADO et al., 1983).

Os estudos têm revelado que as respostas das plantas sob um único estresse não podem ser diretamente inferidas aos efeitos de distintos estresses que ocorrem conjuntamente, pois a associação de estresses provoca respostas singulares para a adaptação da planta. Desta forma, é necessário que os futuros programas de pesquisa enfatizem as respostas das plantas aos efeitos

associados de estresses ambientais, aproximando-se mais da realidade dos ambientes agrícolas (MITTLER, 2006).

Com base no exposto, esta revisão de literatura tem por objetivo discorrer sobre os mecanismos e as respostas das plantas forrageiras ao estresse, submetidas em situações de déficit hídrico e baixas temperaturas.

## REVISÃO DE LITERATURA

### Efeito do estresse hídrico no desenvolvimento e produção de forrageiras

As forrageiras estão sujeitas a constantes variações climáticas acarretando em estresses e alterando sua morfologia e fisiologia, sendo a precipitação pluviométrica um dos principais limitantes isolados que afetam a produção e a qualidade de matéria seca das forragens estabelecidas principalmente nos trópicos e subtropicais (DUARTE, 2012). Ainda de acordo com Duarte (2012), regiões de natureza estacional, variabilidade e alta incidência errática, junto ao elevado potencial evaporativo, resultam em períodos curtos de estresse hídrico até períodos de seca prolongada, ocasionando um déficit hídrico para as plantas.

Quando há uma redução do potencial hídrico devido ao solo estar seco, as plantas passam a apresentar dificuldade para extrair água de forma rápida e suficiente para balancear suas perdas pela transpiração, assim murchando devido à perda de turgor, sendo que em algumas condições extremas de falta d'água no solo a planta se torna incapaz de extrair água, ocasionando em perda de turgor permanente (PAIVA et al. 2006 apud SEIXAS et al., 2015).

Contudo a disponibilidade de água afeta o crescimento e desenvolvimento das plantas por controlar a abertura dos estômatos e a produção de fitomassa, pois a falta de água no solo reduz o potencial de água na folha e sua condutância estomática, promovendo o fechamento dos estômatos, bloqueando o fluxo de CO<sub>2</sub> para as folhas, afetando o acúmulo de fotoassimilados, reduzindo a produtividade (GHOLZ et al. 1990 apud SILVA, 2013).

### **Alterações na área foliar**

De acordo com Duarte (2012), em casos moderados de deficiência de água as primeiras respostas observadas são a divisão e a expansão celular, que pode ser retardada ou interrompida, assim o crescimento das folhas e caules diminui bem antes do estresse hídrico tornar-se severo a ponto de causar fechamento dos estômatos e uma diminuição na fotossíntese. À medida que o déficit hídrico prolonga ocorre a aceleração na taxa de senescência foliar, inibição do perfilhamento e ramificações e, aceleração da morte dos perfilhos estabelecidos, bem como atraso no crescimento e no desenvolvimento da planta. Com isso limitam-se a capacidade de competir por luz, pela diminuição da área foliar e conseqüente reduz a produtividade (BUXTON; FALES, 1994 apud ARAÚJO, VASQUEZ, *et al.*, 2010).

Contudo a redução da área foliar, a abscisão foliar, o aprofundamento das raízes, a limitação da fotossíntese e o aumento do depósito de cera sobre a superfície foliar são mecanismos de tolerância à seca, sendo característico em plantas forrageiras para suportar adversidades climáticas (TAIZ *et al.*, 1991 apud SILVA, 2013).

Dentre os fenômenos ocorridos na área foliar em situações de déficit hídrico alguns compostos têm relações diretas na parte aérea da planta como exemplos antocianinas, auxinas, etileno e o ácido abscísico (ABA).

As antocianinas são compostos flavonoides com funções diversas nos vegetais, sendo uma delas a defesa, atuando na absorção de comprimentos de onda de luz na faixa de 400 a 600 nm, agindo como filtros da luz visível, no qual durante a expansão foliar, senescência e em resposta a estresses abióticos, ocorre síntese de antocianina nas camadas epidérmicas das folhas (ARAÚJO & DEMINICIS, 2009).

O etileno é sintetizado a partir da L-metionina, sendo produzido por todas as partes das plantas, onde maior produção ocorre nos tecidos meristemáticos e nas regiões nodais, no qual induz a abscisão de folhas em forrageiras expostas ao estresse hídrico

(KERBAUY, 2008). De acordo Silva *et al.* (2015), o estresse hídrico ocasiona aumento da síntese e da sensibilidade dos tecidos ao hormônio etileno e conseqüentemente senescência das folhas.

A auxina é produzida no ápice e nas raízes sendo capazes de aumentar a expressão do gene da AACsintase, enzima catalizadora na conversão de S-adenosilmetionia (AdoMet) em 1 aminociclopropano-1-carboxílico (ACC) no qual participa na produção de etileno (Kerbaury, 2008).

Já o ABA, hormônio produzido em maior quantidade nas raízes em situações de estresse hídrico possui grandes relações na produção de etileno, pois estimula na expressão de isoformas da AACoxidase, enzima primordial na conversão de AAC (1 aminociclopropano-1-carboxílico) em etileno (KERBAUY, 2008).

### **Alterações no sistema radicular**

Para a realização da absorção efetiva da água pelas raízes a mesma deve ter contato maior com o solo, e para potencializar esse contato são emitidos pelos radiculares aumentando a superfície de contato e a capacidade de absorção. O déficit hídrico estimula a expansão do sistema radicular para zonas mais profundas e úmidas do perfil do solo (PIMENTEL, 2004).

A medida que o solo seca, torna-se mais difícil às plantas absorverem água, porque aumenta a força de retenção e diminui a disponibilidade de água no solo às plantas (SANTOS, 1998).

Durante o desenvolvimento das plantas, a densidade e o comprimento de raízes aumentam até o início da floração das plantas, decrescendo posteriormente, com diminuição na eficiência de absorção de água (HUBER & ROSSIELO, 1995).

O maior desenvolvimento das raízes ocorre nas camadas de solo, de acordo com estudo realizado por Pimentel (2004), cuja disponibilidade de água foi maior. A expansão das raízes no campo foi mais afetada pelo déficit hídrico que a expansão das folhas e as raízes pequenas foram mais sensíveis ao déficit hídrico que as raízes médias e grandes.

## Mecanismos de tolerância, adaptação e aclimação ao déficit hídrico

A deficiência hídrica provoca alterações no comportamento vegetal cuja irreversibilidade vai depender do genótipo, da duração, da severidade e do estágio de desenvolvimento da planta alguns mecanismos são observados nas plantas que as fazem resistir a seca sendo estes divididos em escape, retardo e tolerância (MEDICI et al., 2007).

No mecanismo de escape as plantas apresentam um rápido desenvolvimento fenológico completando seu ciclo de vida antes que o déficit hídrico se torne severo o suficiente para provocar danos (ROCKSTRÖM & FALKENMARK, 2000).

No mecanismo retardo está relacionado à manutenção do turgor e volume celular, tanto pela presença de um sistema radicular abundante para absorção de água quanto pela redução da perda por transpiração. E por último a tolerância a seca que é um mecanismo da planta que permite manter seu metabolismo, mesmo com o déficit hídrico presente (VERSLUES et al., 2006).

Santos et al. (2013), avaliando a capacidade de adaptação e os mecanismos de resposta ao estresse hídrico de duas cultivares de *Brachiaria brizantha* (Marandú e BRS Piatã) submetidas ao déficit hídrico, observou uma diminuição da biomassa da parte aérea e da área foliar em todas as cultivares. Entretanto, em ambas as cultivares houve um aumento da percentagem de raízes nas camadas mais profundas do solo. As cultivares Marandú e BRS Piatã apresentaram mecanismos de adaptação ao estresse hídrico como osmorregulação e aprofundamento do sistema radicular.

## ESTRATÉGIAS FISIOLÓGICAS DE EVITAÇÃO AO DÉFICIT HÍDRICO

### Abertura e fechamento de estômatos

Os fatores ambientais, como nível de água, temperatura, qualidade e intensidade de luz e concentração intracelular de dióxido de carbono, controlam o movimento de abertura e fechamento dos estômatos, segundo Kerbauy (2012). Esses fatores funcionam como sinais que são percebidos pelas células – guardas e integrados dentro de uma

resposta estomática bem definida. Assim, se folhas mantidas no escuro são iluminadas, a luz percebida pelas células – guardas desencadeia uma série de respostas, resultando na abertura do poro estomático tornando possível a entrada do CO<sub>2</sub> e a realização da fotossíntese.

A abertura estomática só ocorre quando as células – guardas se encontram túrgidas, qualquer alterações na hidratação das plantas afetará o movimento dos estômatos. Quando acontece de as células – guardas perderem mais água para a atmosfera do que sua capacidade de absorver das células vizinhas, ocorre um decréscimo na turgidez dessas células, provocando o fechamento estomático sendo caracterizado como fechamento hidropassivo (KERBAUY, 2012).

Um segundo mecanismo, é ocasionado pelo o mediador ácido abscísico (ABA), realizando o fechamento dos estômatos quando todas as folhas ou as raízes são desidratadas e depende de processos metabólicos nas células-guarda denominado como fechamento hidroativo. Uma redução no conteúdo de solutos das células – guarda resulta em perda de água e diminuição na turgência, provocando fechamento estomático; assim, o mecanismo hidráulico do fechamento hidroativo é uma inversão do mecanismo de abertura estomática. Entretanto, o controle do fechamento hidroativo difere da abertura estomática de modo mais significativo (TAIZ & ZEIGER, 2004).

O ABA é sintetizado continuamente em taxas baixas nas células do mesófilo e tende a se acumular nos cloroplastos. O hormônio ABA tem uma dupla função frente ao estresse hídrico e a curto prazo provoca a redução da transpiração e a longo prazo induz a síntese de proteínas que aumentam a tolerância das plantas à dessecação seca (TAIZ & ZEIGER, 2004).

Quando este tecido torna-se desidratado, ocorrem dois eventos: primeiro, uma determinada quantidade de ABA, armazenada nas células do mesófilo, é liberada para o apoplasto, possibilitando que a corrente transpiratória conduza parte dessa quantidade para as células guardas; em seguida, a taxa da síntese líquida de ABA é elevada e o fechamento estomático é iniciado pela migração des-

se hormônio dos cloroplastos para o apoplasto (MARQUES, 2007).

Condições ambientais influenciam indiretamente os movimentos estomáticos. Isso ocorre devido o movimento encontra-se acoplado ao metabolismo das células – guardas, qualquer fator que afete o metabolismo afetará consequentemente o movimento dos estômatos. O aumento da temperatura, acelera a atividade de qualquer célula até um ponto ótimo, após o qual ocorre um declínio (KERBAUY, 2008).

### **Limitação da fotossíntese em nível de cloroplasto**

A taxa fotossintética da folha raramente é responsiva ao estresse hídrico moderado quanto à expansão foliar, pois a fotossíntese é muito menos sensível ao turgor do que a expansão foliar. Entretanto, o estresse hídrico moderado afeta, geralmente, a fotossíntese foliar e a condutância estomática. Como os estômatos fecham durante os estádios iniciais do estresse hídrico, a eficiência do uso da água pode aumentar, ou seja, mais CO<sub>2</sub> pode ser absorvido por unidade de água transpirada, através do fechamento estomático inibindo a transpiração mais do que decrescendo as concentrações intercelulares de CO<sub>2</sub> (TAIZ & ZEIGER, 2013).

Quando o estresse permanece severo, a desidratação de células do mesófilo inibe a fotossíntese, o metabolismo do mesófilo é prejudicado e a eficiência do uso da água diminui. Os resultados de vários estudos têm mostrado que o efeito relativo do estresse hídrico sobre a condutância estomática é significativamente maior do que sobre a fotossíntese. Todo o efeito do estresse sobre a condutância estomática é eliminada pelo suprimento alto de CO<sub>2</sub> e diferenças entre taxas fotossintéticas de plantas estressadas e não estressadas podem ser atribuídas diretamente ao dano do estresse hídrico à fotossíntese (NOBEL, 2009).

O estresse hídrico é decrescente tanto na fotossíntese quanto no aumento de assimilados nas folhas em expansão. Como consequência, o estresse hídrico diminui indiretamente a quantidade de fotossintatos exportados das folhas. Uma vez que

o transporte do floema depende do turgor, a redução do potencial hídrico no floema durante o estresse pode inibir o movimento de assimilados. Experimentos realizados têm mostrado que a translocação não é afetada durante o período de estresse, quando outros processos, como a fotossíntese, já foram fortemente inibidos (COSTA, 2001).

### **Ajuste osmótico**

Outra estratégia adotada pelas plantas para tolerar o déficit hídrico é o controle do ajuste osmótico, pois permite o vegetal manter a turgidez mesmo com baixos valores de potencial hídrico, aumentando sua resistência à seca (PEREZ, 1999).

A diminuição do potencial osmótico diante ao acúmulo de solutos solúveis nas células constituem uma determinada resposta ao estresse hídrico. O ajustamento osmótico produz um potencial hídrico foliar mais negativo, ajudando assim a manter o movimento de água para as folhas e, consequentemente, favorecendo a turgescência das mesmas.

Dentre os solutos envolvidos no processo de ajustamento osmótico, a prolina tem demonstrado ser um aminoácido particularmente sensível estresse (LARCHER, 2000).

O acúmulo do aminoácido prolina pode caracterizar funções no depósito de energia, na estruturação das estruturas sub-celulares, como componentes das cascatas de sinalização molecular do estresse e na constituição da parede celular das plantas, sendo esse, um dos seus principais constituintes (NEPOMUCENO et al., 2001).

### **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O conhecimento das formas como as forragens respondem ao estresse hídrico, aliado, a compreensão dos mecanismos que agem nas plantas em condição de déficit hídrico, é essencial para que seja definidas estratégias de manejo que buscam favorecer a persistência e a produtividade das forrageiras, juntamente, com o conhecimento das limitações edafoclimáticas e dos seus efeitos sobre a produção das forrageiras.

Desta forma, estudos com déficit hídrico são de suma importância, pois fornecem informações para técnicos e produtores na escolha da forrageira apropriada, bem como orientação do manejo e o emprego de práticas, a exemplo da irrigação de forma estratégica e racional, a determinação de épocas de diferimento, entre outras técnicas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, S. A. C.; VASQUEZ, H. M.; CAMPOSTRINI, E.; NETTO, A. T.; DEMINICIS, B. B.; LIMA, E. S. Características fotossintéticas de genótipos de capim-elefante anão (*Pennisetum purpureum Schum.*), em estresse hídrico. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 32, n. 1, p. 1-7, 2010.
- ARAÚJO, S. A. C.; DEMINICIS, B. B. Fotoinibição da fotossíntese. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 7, p. 463-472, 2009.
- COSTA, A. R. **As relações hídricas das plantas vasculares**. Portugal. Editora da Universidade de Évora, 2001. 75 p.
- DUARTE, A. L. M. Efeito da água sobre o crescimento e o valor nutritivo das plantas forrageiras. **Revista Pesquisa & Tecnologia**, v. 9, n. 2, 2012.
- IBGE. **INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA**, 2006. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 17 de Março de 2017.
- KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. 2ª edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2008.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RIMA, 2000.
- MACHADO, R. C. R.; SOUZA, H. M. F.; MORENO, M. A.; ALVIM, P. T. Variáveis relacionadas com a tolerância de gramíneas forrageiras ao déficit hídrico. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 18, n. 6, p. 603-608, 1983. MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, p.459. 2005.
- MARQUES, G. V. **Características fisiológicas em cultivares de feijão-de-corda submetidas ao estresse hídrico e salino**. 2007. Dissertação (Doutorado) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- MEDICI, L. O.; AZEVEDO, R. A.; CANELLAS, L. P.; MACHADO, A. T.; PIMENTEL, L. C. Stomatal conductance of maize under water and nitrogen deficits. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n.4, p. 599-601, 2007.
- MITTLER, R. Abiotic stress, the field environment and stress combination. **Trends in Plant Science**, Oxford, v.11, n.1, p. 15-19, 2006.
- NEPOMUCENO, A. L.; NEUMAIER, N.; FARIAS, J. R. B.; OYA, T. Tolerância à seca em plantas: mecanismos fisiológicos e moleculares. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, Brasília, n. 23, p. 12-18, 2001.
- NOBEL, P. S. **Physicochemical and environmental plant physiology**. 4 ed. San Diego: CA Academic Press. 2009. p. 582.
- PEREIRA, R. G.; ALBUQUERQUE, A. W.; CAVALCANTE, M.; PAIXÃO, S. L.; MARACAJÁ, P. B. Influência dos sistemas de manejo do solo sobre os componentes de produção do milho e *Brachiaria decumbens*. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 1, p. 64-71, 2009.
- PEREZ, S. C. J. G. A.; FANTIN, S. C. Crescimento e resistência à seca de leucena em solo de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 34, n. 6, p. 933-944, jun. 1999.
- PEZZOPANE, C. G.; SANTOS, P. M.; CRUZ, P. G.; ALTOÉ, J.; RIBEIRO, F. A.; VALLE, C. B. Estresse por deficiência hídrica em genótipos de *Brachiaria brizantha*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.45, n.5, p.871-876, 2015.
- PIMENTEL, C. Desenvolvimento da Resposta adaptativas das plantas a deficiência hídricas. In: A relação da planta com a água – Seropédica, RJ: Edu, 2004.
- ROCKSTRÖM, J. & FALKENMARK, M. Semiarid crop production from a hydrological perspective: gap between potential and actual yield. **Crit. Rev. Plant Sci**. 19: 319- 346. 2000.
- SANTOS, P. M.; CRUZ, P. G.; ARAÚJO, L. C.; PEZZOPANE, J. R. M.; VALLE, C. B.; PEZZOPANE, C. G. Response mechanisms of *Brachiaria brizantha* cultivars to water deficit stress. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.42, n.11, p.767-773, 2013.
- SEIXAS, A. A.; GOMES, V. M.; SERAFIM, V. F.; VIANA, W. A. Déficit hídrico em plantas forrageiras. **Revista FAEF**, p. 1-14, 2015.
- SILVA, P. M. P. Tolerância ao déficit hídrico. Universidade Federal do Mato Grosso do Sul. Campo Grande, p. 50. 2013.

SILVA, E. C.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; AZEVEDO NETO, A. D. de; BRITO, J. G. de; CABRAL, E. L. Aspectos ecofisiológicos de dez espécies em uma área de caatinga no município de Cabaceiras, Paraíba, Brasil. **Iheringia. Série Botânica**, Porto Alegre, v. 59, n. 2, p. 201-205. 2004.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3ª edição. Porto Alegre: Artmed, 2004.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5ª edição. Porto Alegre: Artmed, 2013.

VERSLUES, P. E. et al. Methods and concepts in quantifying resistance to drought, salt and freezing, abiotic stresses that affect plant water status. **The Plant Journal**, v. 45, p. 523–539, 2006.

VIEIRA, F., SANTOS JUNIOR, C., NOGUEIRA, A., DIAS, A., HAMAWAKI, O., & BONETTI, A. Aspectos fisiológicos e bioquímicos de cultivares de soja submetidos a déficit hídrico induzido por peg 6000. **Biosci**, 29, 543-552. 2013.