



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA
MESTRADO EM FITOTECNIA

MÁRCIO ALEXANDRE MOREIRA DE FREITAS

**DÉFICIT HÍDRICO SOBRE INDICADORES DE CRESCIMENTO E
FISIOLÓGICOS DE *Bidens pilosa* L. e *Bidens subalternans* DC.**

MOSSORÓ-RN

2018

MÁRCIO ALEXANDRE MOREIRA DE FREITAS

**DÉFICIT HÍDRICO SOBRE INDICADORES DE CRESCIMENTO E
FISIOLÓGICOS DE *Bidens pilosa* L. e *Bidens subalternans* DC.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Mestre em Agronomia: Fitotecnia.

Linha de Pesquisa: Proteção de Plantas

Orientador: Prof. D. Sc. Daniel Valadão Silva

Co-orientador: Prof. D. Sc. Jeferson Luiz
Dallabona Dombroski

MOSSORÓ

2018

©Todos os direitos estão reservados à Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996, e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata, exceto as pesquisas que estejam vinculadas ao processo de patenteamento. Esta investigação será base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) seja devidamente citado e mencionado os seus créditos bibliográficos.

F849d FREITAS, MÁRCIO ALEXANDRE MOREIRA .
Déficit hídrico sobre indicadores de
crescimento e fisiológicos de *Bidens pilosa* L. e
Bidens subalternans DC. / MÁRCIO ALEXANDRE
MOREIRA FREITAS. - 2018.
39 f. : il.

Orientador: DANIEL VALADÃO SILVA.
Coorientador: JEFERSON LUIZ DALLABONA
DOMBROSKI.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em
Fitotecnia, 2018.

1. planta daninha. 2. estresse abiótico. 3.
picão preto. I. SILVA, DANIEL VALADÃO, orient.
II. DOMBROSKI, JEFERSON LUIZ DALLABONA, co-
orient. III. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

MÁRCIO ALEXANDRE MOREIRA DE FREITAS

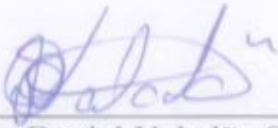
**DÉFICIT HÍDRICO SOBRE INDICADORES DE CRESCIMENTO E
FISIOLÓGICOS DE *Bidens pilosa* L. e *Bidens subalternans* DC.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Mestre em Agronomia: Fitotecnia.

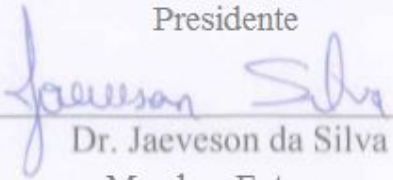
Linha de Pesquisa: Proteção de Plantas

Defendida em: 29/03/2018.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Daniel Valadão Silva
Presidente



Dr. Jaevesson da Silva
Membro Externo



Prof. Dr. Osvaldo Nogueira, de Sousa Neto
Membro Interno

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela presença constante em minha vida;

Aos meus pais, Manuel e Sonia, e ao meu irmão, Marco Antônio, pelo apoio em todos os momentos da minha vida. Sem eles, não teria alcançado esta vitória;

Ao Professor Daniel Valadão Silva, pela amizade, oportunidade, confiança, atenção, apoio, sugestões e compreensiva orientação;

À Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), por meio do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, pela oportunidade de realização do curso de Mestrado;

Aos professores do PPGFITO/UFERSA, pelos ensinamentos ao longo do curso;

Aos meus colegas da turma de Mestrado, pelo convívio e experiências no decorrer do curso;

A toda a equipe de trabalho do manejo integrado de plantas daninhas da UFERSA, pelo auxílio no desenvolvimento dos trabalhos e pela amizade e companheirismo de sempre. Sem vocês nada teria sido realizado;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnologia (CNPq).

RESUMO

FREITAS, Márcio Alexandre Moreira de. **Déficit hídrico sobre indicadores de crescimento e fisiológicos de *Bidens pilosa* L. e *Bidens subalternans* DC.** 2018. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2018.

O estresse provocado pelo déficit de água no solo tem sido um dos principais fatores que prejudicam o crescimento das plantas. O entendimento dos fatores relacionados ao comportamento das espécies de plantas daninhas em condições de estresse hídrico pode contribuir para a elaboração de estratégias eficientes de manejo. Dois experimentos foram realizados para avaliar os efeitos do grau e duração do estresse hídrico sobre indicadores fisiológicos e de crescimento de duas espécies de plantas daninhas (*Bidens pilosa* L. e *Bidens subalternans* DC.). A simulação do grau de estresse foi realizada avaliando-se quatro níveis de capacidade de vaso: 100, 75, 50, 25%. O estudo de duração do estresse hídrico incluiu cinco tratamentos: 0, 1, 2, 3, 4, 5 e 6 dias de intervalo de irrigação. Os dois experimentos foram realizados em delineamento de blocos casualizados, com seis repetições. Em ambos os experimentos, foram avaliadas a taxa fotossintética (A ; $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}$), a condutância estomática (g_s ; $\mu\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), a transpiração (E ; $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), o número de folhas por plantas e a matéria seca das raízes, caules, folhas e total. Os resultados dos experimentos de grau e duração de estresse demonstram que as espécies de *B. pilosa* e *B. subalternans* podem suportar condições de baixa disponibilidade hídrica no solo. Os mecanismos envolvidos para essa habilidade podem estar relacionados desde a redução da abertura estomática à perda de folhas pela planta. Porém, esses mecanismos poderão ocorrer apenas quando a disponibilidade hídrica no solo se aproxima de valores de 25% da capacidade de campo. A espécie *B. subalternans* mostrou maior sensibilidade na medida em que a água disponível do solo é reduzida, demonstrando maior redução na matéria seca de folha, caule e raiz, em comparação à espécie *B. pilosa*.

Palavras-chave: planta daninha, estresse abiótico, picão-preto.

ABSTRACT

FREITAS, Márcio Alexandre Moreira de. **Water deficit on growth and physiological indicators of *Bidens pilosa* L. e *Bidens subalternans* DC.** 2018. Dissertation (Masters in Plant Science) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2018.

Stress caused by soil water deficit has been one of the main factors that hinder plant growth. The understanding of the factors related to the behavior of weed species under conditions of water stress can contribute to the elaboration of efficient management strategies. Two experiments were carried out to evaluate the effects of the degree and duration of water stress on physiological and growth indicators of two weed species (*Bidens pilosa* L. and *Bidens subalternans* DC). The simulation of the stress degree was performed by evaluating four levels of vessel capacity: 100, 75, 50, 25%. The study of water stress duration included five treatments: 0, 1, 2, 3, 4, 5 and 6 days of irrigation interval. The two experiments were carried out in a randomized block design, with six replications. In both experiments, the photosynthetic rate (A ; $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}$), stomatal conductance (g_s ; $\mu\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), transpiration (E ; $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), the number of leaves per plant and the dry matter of roots, stems, leaves and total. The results of the degree and duration of stress experiments show that the species of *B. pilosa* and *B. subalternans* can stand conditions of low water availability in the soil. The mechanisms involved for this ability may be related to the reduction of the stomatal opening as well as the loss of leaves by the plant. However, these mechanisms may occur only when soil water availability approaches 25% of the field capacity. The *B. subalternans* species showed higher sensitivity as the available soil water was reduced, showing a greater reduction in the dry matter of leaf, stem and root, compared to *B. pilosa* species.

Key words: weed, abiotic stress, blacksting.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Taxa fotossintética, condutância estomática e taxa transpiratória de *Bidens pilosa* e *Bidens L. subalternans* DC. aos 45 dias após o transplântio e sob diferentes níveis de umidade no solo. Barras diferem o efeito do déficit hídrico em cada espécie pelo teste Tukey a $p\text{-valor} \geq 0,05$. Letras diferem as espécies em cada tratamento pelo teste Tukey a $p\text{-valor} \geq 0,05$. Mossoró - RN, 2018.....
- Figura 2 - Número de folhas por plantas, matéria seca de folhas, caule e raízes de *Bidens L. subalternans* DC. aos 45 dias após o transplântio e sob diferentes níveis de umidade no solo. Barras diferem o efeito do déficit hídrico em cada espécie pelo teste Tukey a $p\text{-valor} \geq 0,05$. Letras diferem as espécies em cada tratamento pelo teste Tukey a $p\text{-valor} \geq 0,05$. Mossoró - RN, 2018.....
- Figura 3 - Taxa fotossintética, condutância estomática e taxa transpiratória de *Bidens L. subalternans* DC. aos 45 dias após o transplântio e sob diferentes períodos de irrigação. Barras diferem o efeito do déficit hídrico em cada espécie pelo teste Tukey a $p\text{-valor} \geq 0,05$. Letras diferem as espécies em cada tratamento pelo teste Tukey a $p\text{-valor} \geq 0,05$. Mossoró - RN, 2018.....
- Figura 4 - Número de folhas por plantas, matéria seca de folhas, caule e raízes de *Bidens L. subalternans* DC. aos 45 dias após o transplântio e sob diferentes períodos de irrigação. Barras diferem o efeito do déficit hídrico em cada espécie pelo teste Tukey a $p\text{-valor} \geq 0,05$. Letras diferem as espécies em cada tratamento pelo teste Tukey a $p\text{-valor} \geq 0,05$. Mossoró - RN, 2018.....

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Caracterização granulométrica e físico-química do solo utilizado no experimento. Mossoró - RN, 2018.....
------------	--

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	13
2.1	Aspectos gerais das espécies estudadas.....	13
2.1.1	<i>Bidens pilosa</i> L. e <i>Bidens subalternans</i> DC.....	13
2.2	Importância da água para as plantas.....	14
2.3	Estresse hídrico	15
2.4	Respostas das plantas ao estresse hídrico	17
3	MATERIAL E MÉTODOS	19
3.1	Local de Condução do Experimento	19
3.2	Preparo do solo e das mudas das plantas daninhas	19
3.3	Delineamento e arranjo experimental	20
3.4	Coleta dos dados	21
3.5	Análise estatística	21
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	21
4.1	Níveis de umidade no solo.....	21
4.2	Duração do estresse hídrico	26
5	CONCLUSÕES	31
6	REFERÊNCIAS.....	32

1 INTRODUÇÃO

As plantas daninhas causam prejuízos diretos e indiretos às atividades humanas, problemas em ambientes urbanos, rodovias e ferrovias, são hospedeiras de animais peçonhentos, etc. Em ambientes aquáticos, prejudicam a navegação e comprometem o funcionamento de hidrelétricas, e a presença de espécies de difícil controle pode reduzir o valor da terra. Em pastagens, prejudicam o crescimento e desenvolvimento das plantas forrageiras, reduzindo a capacidade de lotação dos pastos. Espécies infestantes espinhosas podem machucar os animais, algumas podem alterar o sabor do leite quando ingeridas por animais em lactação, e plantas tóxicas causar a morte de animais (OLIVEIRA JUNIOR et al., 2011).

No entanto, a interferência das plantas daninhas promove as maiores perdas econômicas na agricultura, causando, em média, de 30 a 40% de redução da produção agrícola mundial (LORENZI, 2008). Não bastassem os prejuízos diretos, as plantas daninhas comprometem a eficiência agrícola, elevando os custos de produção, devido ao seu crescimento e desenvolvimento acelerado, elevada taxa de disseminação e produção de sementes por planta e a capacidade de crescerem em condições adversas.

Existem muitos componentes do ambiente agrícola que afetam negativamente a produção agrícola, sendo as plantas daninhas um dos fatores mais importantes, relacionados a interferências diretas. O grau de interferência das plantas daninhas com as culturas em geral depende de uma série de fatores como a comunidade infestante (espécie, densidade e distribuição espacial), a cultura (cultivar), o manejo (espaçamento, densidade de plantio, sistema de plantio, etc.), além dos fatores ambientais (clima, solo, estresses, etc.) (BALBINOT Jr.; FLECK, 2005).

Diante disso, as plantas daninhas devem ser manejadas corretamente, ou seja, na época certa e utilizando os métodos adequados, visto que, elas podem reduzir a qualidade e a produtividade das culturas, devido à competição pelos recursos do meio, água, luz e nutrientes, essenciais para seu crescimento e desenvolvimento (FREITAS et al., 2009; SILVA et al., 2011).

Dentre os recursos, a água é o mais abundante e que mais poderá restringir a realização da atividade agrícola, sendo capaz de comprometer as principais funções vitais ou promover reações fisiológicas e adaptativas que capacitem as plantas a sobreviver por longos intervalos sob estresse hídrico. A escassez de água nas plantas,

devido à evaporação ou oferta restrita no solo, interfere de forma negativa no crescimento e desenvolvimento das espécies vegetais.

Pode-se ressaltar que a competição por água é mais importante quando a disponibilidade de água é limitada, como ocorre em determinadas condições nos plantios em sequeiro, ou sob disponibilidade de irrigação limitada, condições características de regiões semiáridas, o que tende a ser cada vez mais comum no futuro

Quando a competição ocorre em situações de baixa disponibilidade de água no solo, geralmente as plantas daninhas levam vantagem sobre as cultivadas, devido à sua maior capacidade de competição por água e a adaptação às condições ambientais adversas. As plantas daninhas reduzem a disponibilidade de água no solo para a cultura e, com isso, antecipam e/ou intensificam os efeitos negativos do déficit hídrico nas plantas (FLOSS, 2008; CRAINE; DYBZINSKI, 2013). A intensidade destes efeitos depende das espécies envolvidas e de seus diferentes mecanismos de adaptação às condições de restrição hídrica.

Diante disso, o objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos de diferentes níveis e duração de déficit hídrico no solo sobre o crescimento e desenvolvimento de duas espécies de plantas daninhas (*Bidens pilosa* L. e *Bidens subalternans* DC).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aspectos gerais das espécies estudadas

2.1.1 *Bidens pilosa* L. e *Bidens subalternans* DC.

No Brasil, as espécies *Bidens pilosa* e *B. subalternans* são popularmente conhecidas como picão, picão-preto, carrapicho, carrapicho-de-agulha, carrapicho-de-duas-pontas, carrapicho-picão, dentre outros (LORENZI; MATOS, 2008). O gênero *Bidens* tem plantas daninhas de ocorrência em todas as regiões do Brasil, sendo importante infestante de diversas culturas.

A espécie *Bidens pilosa* L. ocorre espontaneamente em regiões tropicais e subtropicais, sendo uma das importantes plantas daninhas. Acredita-se que tenha se originado na América do Sul, de onde se espalhou para o resto do mundo (BARTOLOME; VILLASEÑOR; YANG, 2013; SILVA et al., 2011). Essa planta é encontrada em praticamente todo o território brasileiro, sendo considerada uma praga invasora tanto de culturas anuais quanto perenes, com maior concentração nas áreas agrícolas da região Centro-Sul (KISSMAN; GROTH, 1999; LORENZI, 2000).

Trata-se de planta herbácea ereta, anual, ramificada, com odor característico, de 50-130 cm de altura, ramificada desde a base. Seus talos são tetragonais, as folhas são compostas, pinadas geralmente com dois pares de folíolos e um folíolo terminal. A forma com raios brancos e discos amarelos, encontrada em altitudes maiores, é descrita por Lorenzi; Matos (2008) como da espécie *Bidens alba* (L.) DC, popularmente chamada pelos mesmos nomes comuns. A forma com somente os discos amarelos é encontrada mais nas baixadas. Os frutos são aquênios alongados, de cor preta com ganchos aderentes numa das extremidades (BARTOLOME; VILLASEÑOR; YANG, 2013; LORENZI; MATOS, 2008; LUCCHETTI et al., 2009; SILVA et al., 2011).

O clima adequado para *Bidens pilosa* deve ter muito sol e solo moderadamente seco. A planta multiplica-se por sementes e cresce espontaneamente em beiras de estrada, terrenos baldios e lavouras de todo o território brasileiro, resistindo às mais diferentes adversidades com boa produção de sementes, eficientes mecanismos de dispersão e considerável longevidade de sementes. Apresenta a produção de frutos polimórficos, vindo a favorecer a adaptação a ambientes variados. A formação de sementes é intensa. Uma planta simples pode chegar a produzir 3000-6000 sementes e, após a maturação, a maioria germina em 3 a 4 dias. A germinação dos aquênios ainda

pode ocorrer após cinco anos enterrados profundamente no solo (BARTOLOME; VILLASEÑOR; YANG, 2013; LORENZI, 2000).

Até pouco tempo, a ocorrência de *B. subalternans* era pouco mencionada, provavelmente devido ao fato de a espécie ser bastante semelhante a *B. pilosa*, da qual se diferencia, dentre outros aspectos, pelo número de aristas dos aquênios (KISSMANN & GROTH, 1999). Entretanto, sua presença tem aumentado significativamente em diversas áreas, e no Mato Grosso e norte do Mato Grosso do Sul, em muitas propriedades, sua infestação apresenta-se maior do que a de *B. pilosa* (SANCHES & ZANDONADE, 1997); no Paraná, sua ocorrência foi verificada em todas as regiões produtoras de soja do estado (GAZZIERO et al., 1998).

A morfologia e as condições ecológicas dos habitats ocupados por *B. pilosa* e *B. subalternans* são muito semelhantes. A semelhança entre as plantas das duas espécies dificulta a caracterização taxonômica e causa dúvidas na identificação dos materiais (GROMBONE-GUARATINI et al., 2005a, 2005b).

2.2 Importância da água para as plantas

A água desempenha papel essencial nos vegetais: para cada grama de matéria orgânica produzida pela planta, aproximadamente 500g de água são absorvidos pelas raízes, transportados no interior da planta e perdidos para a atmosfera (TAIZ; ZEIGER, 2013).

A água abrange a maior parte da massa de células vegetais, constitui cerca de 80 a 95% da massa de tecidos em crescimento, é o mais abundante e o melhor solvente que se conhece, onde moléculas movimentam-se dentro de células e entre elas, influenciando a estrutura de proteínas, ácidos nucleicos, polissacarídeos e outros constituintes celulares (PIMENTEL, 2004). A água forma o ambiente onde acontece a maioria das reações bioquímicas celulares e contribui diretamente em muitas reações químicas essenciais, é indispensável como reagente no metabolismo vegetal, transporte e translocação de solutos, na turgescência celular, na abertura e fechamento dos estômatos e na absorção pelo sistema radicular (TAIZ; ZEIGER, 2013).

A água, além de ser fundamental para o crescimento das células, é um elemento essencial para a manutenção da turgescência. Serafim et al. (2013), trabalhando com beterraba açucareira, constataram que uma pequena redução no potencial de água no solo prejudica a divisão celular, porém não a expansão celular.

A diminuição de água disponível no solo para a planta influencia negativamente o seu crescimento e desenvolvimento (STONE et al., 2013). Neste sentido, a produtividade agrícola e florestal é influenciada pela disponibilidade de água no solo. Oliveira et al. (2013) destacam a importância de analisar as respostas das plantas e seus mecanismos de defesa ao déficit hídrico no solo. Contudo, a quantificação do impacto da disponibilidade de água no solo sobre o crescimento e desenvolvimento vegetal tem recebido pouca atenção (IVONIR GUBIANI et al., 2014).

De todos os recursos necessários para o crescimento e desenvolvimento das plantas, a água é o mais abundante e, ao mesmo tempo, o que mais restringe a produtividade. Desta forma, a compreensão sobre a absorção, transporte e perda de água pelas plantas é fundamental. Para a absorção de água pelas raízes, é necessário um contato mínimo entre a superfície radicular e o solo, que proporciona a área de superfície essencial para a absorção de água, potencializada pelo crescimento das raízes e dos pelos radiculares (COELHO et al., 2013).

São considerados dois processos principais no transporte de água: difusão molecular e fluxo de massa. No processo de difusão, as moléculas de água em uma solução não são estáticas: estão em movimento, colidindo umas com as outras. Este movimento é chamado de difusão. Uma vez que outras forças não estejam ocorrendo sobre as moléculas, a difusão causa o movimento líquido de moléculas de regiões de alta concentração para regiões de baixa concentração, ou seja, ao longo de um gradiente de concentração (DA SILVA, 2014).

O segundo processo pelo qual a água se movimenta é conhecido como fluxo de massa, no qual o movimento em conjunto de grupos de moléculas em massa, mais comumente em resposta a um gradiente de pressão (PIMENTEL, 2004). Este processo movido por pressão é o principal mecanismo responsável pelo transporte de água de longa distância no xilema. Ao contrário da difusão, o fluxo de massa por pressão é independente de gradientes de concentração de soluto, quando mudanças na viscosidade forem desprezíveis (TAIZ; ZEIGER, 2013).

2.3 Estresse hídrico

O estresse hídrico provocado pelo déficit de água no solo é um dos fatores ambientais mais importantes que prejudicam o desenvolvimento da planta e ocorre quando não existe água em quantidade suficiente para a planta absorver de modo a substituir a perda de água por evapotranspiração (UZILDAYA et al., 2012). Longos

períodos de déficit hídrico podem interromper o crescimento e, em condições mais severas, causar a sua morte da planta (LARCHER, 2006). A deficiência hídrica causa alterações no comportamento vegetal, dependendo a irreversibilidade do genótipo, da duração, da severidade e do estágio de desenvolvimento da planta (OLIVEIRA et al., 2017).

O estresse hídrico se deve à ocorrência de períodos intermitentes a contínuos com baixa disponibilidade hídrica, esta condição é encontrada em situações naturais ou de cultivos agrícolas (TAIZ; ZEIGER, 2013). Os efeitos do déficit hídrico são iniciados quando a evapotranspiração supera a taxa de absorção da água do solo pela cultura, estando associados à redução progressiva da disponibilidade de água no solo (DE ALBUQUERQUE, 2013).

A frequência e a intensidade do déficit hídrico são os fatores mais relevantes à limitação da produção agrícola mundial. Segundo Duarte et al. (2013), desconsiderando os efeitos extremos da falta de água durante o ciclo de uma planta, esta limitação pode provocar a perda 60 a 70% da produção final de uma cultura, sendo fundamental o conhecimento sobre as condições meteorológicas durante o período de cultivo e desenvolvimento das plantas, principalmente nos períodos de baixa precipitação e elevada demanda na evapotranspiração e, se possível, planejamento de um sistema de irrigação para evitar comprometimento da produção. Na agricultura de sequeiro, no entanto, é necessário priorizar a época de plantio ao período mais adequado de disponibilidade de água às plantas.

Os solos argilosos com textura mais fina promovem maior retenção de água que os solos de textura arenosa, devido à maior área superficial e a poros menores entre partículas (TAIZ & ZEIGER, 2013). Na medida em que o solo seca, torna-se mais difícil a absorção de água pelas plantas, porque aumenta a força de retenção e diminui a disponibilidade de água no solo às plantas (TARDIN, 2013). De acordo com Pinheiro et al. (2017), a redução no conteúdo de água no solo provoca significativa variação na distribuição, crescimento e desenvolvimento radicular, podendo alterar o período de disponibilidade e a quantidade de água disponível para as plantas. Diante disto, nem toda a água que o solo armazena é disponível às plantas (MONTEIRO et al., 2017).

A redução do volume de água no solo pode influenciar drasticamente alguns processos morfofisiológicos, ao passo que outros são relativamente insensíveis. O efeito do déficit hídrico sobre a produção das culturas está relacionado ao período de

ocorrência durante o desenvolvimento das plantas (BEZERRA et al., 2017) e depende da sua intensidade e da duração da capacidade genética das plantas em responder às mudanças do ambiente (BAPTISTA GORDIN et al., 2015). Nascimento et al. (2015) afirmam que o desenvolvimento de mecanismos de adaptação das plantas é influenciado pelo nível de CO₂, pela radiação solar, temperatura e umidade relativa do ar.

A resposta mais importante das plantas ao déficit hídrico baseia-se no decréscimo da produção da área foliar, do fechamento estomático, da aceleração da senescência e da abscisão foliar (TAIZ; ZEIGER, 2013). Quando as plantas são submetidas a condições de déficit hídrico, apresentam frequentemente respostas morfofisiológicas que resultam, de forma indireta, na conservação da água no solo, como se estivessem poupando para períodos posteriores.

O cenário de déficit hídrico intensifica-se na presença de plantas daninhas na área de cultivo, devido à eficiente capacidade de algumas destas plantas para a extração deste recurso do solo mesmo em menor disponibilidade. Procópio et al. (2004b) constataram que a espécie de planta daninha *Bidens pilosa* tem a capacidade de extrair água do solo mesmo em tensões três vezes maiores do que as alcançadas pela soja e pelo feijão. O motivo da elevada capacidade desta planta sobreviver com pouca água no solo pode estar relacionada com o fato de que, no estágio inicial de seu desenvolvimento, a *Bidens pilosa* drena grande parte de fotoassimilados para a produção de raízes, que promovem, em fases posteriores de crescimento e desenvolvimento, maior exploração do solo em busca de água (PROCÓPIO et al., 2002).

2.4 Respostas das plantas ao estresse hídrico

A forma como a planta responde ao efeito do déficit hídrico no solo é muito complexa, pois afeta praticamente todos os aspectos de crescimento, incluindo modificações anatômicas, morfológicas, fisiológicas e bioquímicas (NOGUEIRA et al., 2005). A deficiência hídrica provoca modificações no crescimento vegetal, podendo os seus efeitos serem reversíveis ou irreversíveis, o que vai depender da superposição de outros estresses (temperatura, luz), do genótipo, da duração, da severidade, do estágio de desenvolvimento da planta e da ocorrência de competição entre plantas ((BEZERRA et al., 2003).

Os estômatos são pequenas aberturas presentes na epiderme das plantas, responsáveis pela perda de água pela transpiração em resposta ao déficit hídrico com o

fechamento do poro estomático quando o potencial hídrico foliar atinge níveis críticos (LARCHER, 2006). Plantas submetidas ao déficit hídrico apresentam diminuição da transpiração e, conseqüentemente, redução da capacidade de dissipar de calor, o que provoca aumento da temperatura da folha (CORREIA GUEDES et al., 2004; LONGUI, 2007).

A temperatura é um fator importante que pode influenciar o efeito do estresse hídrico sobre a fotossíntese (NASCIMENTO et al., 2011). A fixação e a redução do CO₂ ocorrem lentamente em baixas temperaturas, aumentando rapidamente com a elevação da temperatura, até alcançar um valor ótimo. Em temperaturas elevadas, os processos de transporte de elétrons ligados a membranas são instáveis, limitando o suprimento do poder redutor e provocando acentuado declínio da fotossíntese (LARCHER, 2006; TAIZ; ZEIGER, 2013).

A atividade fotossintética altera-se em condições de escassez hídrica. A restrição hídrica eleva a resistência difusiva ao vapor de água pelo fechamento dos estômatos, diminuindo a condutância estomática e, conseqüentemente, o suprimento de CO₂ para a fotossíntese (MEDINA et al., 1999; TAIZ; ZEIGER, 2013). Uma vez que este estresse se torna severo, a desidratação das células do mesófilo impossibilita a fotossíntese, o metabolismo fotossintético é afetado e a eficiência do uso da água é reduzida, prejudicando, assim, o crescimento e desenvolvimento da planta (OLIVEIRA et al., 2002; TAIZ; ZEIGER, 2013).

O déficit hídrico provoca o aumento da senescência foliar, uma vez que o solo seco não pode fornecer um dos nutrientes essenciais para os vegetais, o nitrogênio, de maneira suficiente para suprir as necessidades de crescimento e desenvolvimento da cultura (MACHADO et al., 2010). Nesta situação, o nitrogênio presente no interior da planta é translocado das folhas mais velhas para os pontos de crescimento para suprir as necessidades da planta, contudo, a intensidade na qual o processo de senescência acontece depende da quantidade de nitrogênio no solo, das suas reservas na planta e sua demanda nos pontos de crescimento (FAGUNDES et al., 2006; FAGUNDES et al., 2007; PEREIRA et al., 2011).

A senescência, quando comparada com a alongação das folhas, pode ser considerada um processo menos sensível ao déficit hídrico durante o crescimento vegetativo (CARLESSO, 1993). Em trabalho realizado, Wolfe et al. (1988) concluíram que o processo de senescência das folhas induzido pelo déficit hídrico no solo durante o

período de enchimento dos grãos aumenta quando a planta possui elevado número de grãos por unidade de área foliar.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local de Condução do Experimento

Os experimentos foram realizados na Casa de vegetação do Departamento de Ciências Agronômicas e Florestais da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), situada no município de Mossoró-RN, no período de outubro a dezembro de 2016. O local apresenta coordenadas geográficas 5°11' de latitude Sul, 37°20' de longitude W., com 18 m de altitude, clima, segundo Thornthwaite, classificado como DdAa', com uma temperatura média anual em torno de 27,5° C e precipitação média anual de 673,9 mm, com clima quente e seco, localizada na região semiárida do nordeste brasileiro (CARMO FILHO et al., 1991).

3.2 Preparo do solo e das mudas das plantas daninhas

Foi utilizado nos experimentos um solo franco argilo arenoso, coletado em área agrícola sem histórico de aplicação de herbicidas, no município de Mossoró-RN. O solo foi seco ao ar, peneirado em malha de 3 mm de diâmetro e adubado com 37,5, 8,83 e 37,5 g m³ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente, em cada vaso. A análise granulométrica e química do solo antes da adubação encontra-se na Tabela 1.

Tabela 1 - Caracterização granulométrica e físico-química do solo utilizado no experimento.

Análise Granulométrica (dag kg ⁻¹)											
Areia		Silte		Argila		Classificação Textural					
0,57		0,10		0,33		Franco argilo-arenoso					
Análise Química											
pH	Na ⁺	P	K ⁺	Ca ⁺	Mg ²⁺	Al ⁺³	SB	t	m	V	M.O
(H ₂ O)	mg dm ⁻³			Cmolc. dm ⁻³				%		dag kg ⁻¹	
7,20	49,3	2,2	434,6	11,30	2,10	0,00	14,73	14,73	0	100	0,81

Cada vaso foi preenchido com 8 dm³ de solo seco e o nível de umidade no solo foi determinado pelo método descrito por Steadman et al.(2004). Os vasos com solo

seco foram pesados, depois foram regados até a saturação e cobertos com folhas de papel alumínio para minimizar as perdas por evaporação. Deixou-se drenar a água por um período de 36 horas, e voltou-se a pesar para calcular o conteúdo de água, usando a seguinte equação:

$$WC = [(W_w - W_d) / d], \text{ onde:}$$

WC é o conteúdo de água no vaso, W_w é o peso molhado do vaso com solo, W_d é o peso do vaso seco com solo, e d é a densidade da água (1 g cm^{-3}).

As duas espécies de plantas invasoras utilizadas no trabalho foram *Bidens pilosa* L. e *Bidens subalternans* L., ambas da família Asteraceae. As sementes de *B. pilosa* L. foram coletadas na cidade de Viçosa, Minas Gerais, ao passo que *B. subalternans* L. em Petrolina, Pernambuco. As espécies foram semeadas em bandejas de 128 células e, após 14 dias, foram transplantadas para vasos plásticos com capacidade volumétrica de 8 dm^3 , contendo solo adubado.

3.3 Delineamento e arranjo experimental

Foram realizados dois experimentos separados, ambos no delineamento de blocos casualizados, com seis repetições. Os tratamentos foram selecionados com base na recomendação da literatura sobre as condições de estresse hídrico (CHAUHAN 2013; CHAUHAN; JOHNSON, 2010; WEBSTER; GREY, 2008).

No experimento de níveis de umidade no solo, os tratamentos foram arranjos em esquema fatorial 2×4 , com os fatores constituídos das duas espécies avaliadas (*B. pilosa* e *B. subalternans*) e da quantidade de água aplicada em cada vaso diariamente visando a manter o equivalente a 100, 75, 50 e 25% da capacidade de campo, correspondentes a diferentes níveis de umidade no solo.

No experimento de duração do estresse, os tratamentos foram arranjos em esquema fatorial 2×5 , com os fatores correspondentes às duas espécies avaliadas (*B. pilosa* e *B. subalternans*) e ao intervalo de irrigação de 0, 1, 2, 4 e 6 dias. Em cada tratamento, foi aplicada uma quantidade de água até que atingisse 100% da capacidade de campo.

Nos dois experimentos, a aplicação dos tratamentos foi iniciada aos 10 dias de transplântio e finalizada após 45 dias.

3.4 Coleta dos dados

Aos 45 DAT, foram avaliadas em folhas jovens de ambas as espécies de *Bidens* a taxa fotossintética (A ; $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}$), a condutância estomática (g_s ; $\mu\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) e a transpiração (E ; $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), com auxílio de um analisador de gases no infravermelho LI-6400 (LI-COR Biosciences). Os teores de CO_2 foram fixados em $400 \mu\text{moles.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ e a intensidade luminosa, em $1500 \mu\text{moles de f\^otons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$.

Aos 45 DAT, as plantas foram colhidas e submetidas à determinação da altura, número de folhas por planta e matéria seca. Para determinação da matéria seca das espécies, todo o material vegetal foi colhido, separando raiz e parte aérea, posteriormente submetidos à secagem em estufa de circulação forçada de ar a $70 \pm 2^\circ\text{C}$, até atingir a massa seca constante. As medidas foram dadas através do peso seco de cada parte em uma balança de precisão (ASSIS et al., 2010).

3.5 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de normalidade residual por Shapiro-Wilk (SHAPIRO; WILK, 1965). Para testar a homocedasticidade, realizou-se o teste de Bartlett (BARTLETT, 1951), considerado sensível em relação à hipótese de normalidade. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ao p-valor $\geq 0,05$. As médias foram comparadas pelo teste Tukey ao p-valor $\geq 0,05$. Todas as análises estatísticas foram realizadas com auxílio do *software* SISVAR® versão 12.4.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Níveis de umidade no solo

As plantas de *Bidens pilosa* e *Bidens subalternans*, em condições de 25% da capacidade de campo, apresentaram menores condutância estomática, taxa transpiratória e taxa fotossintética (Figura 1).

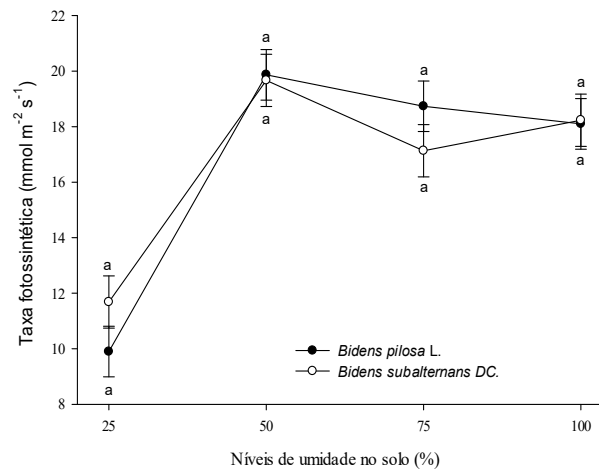
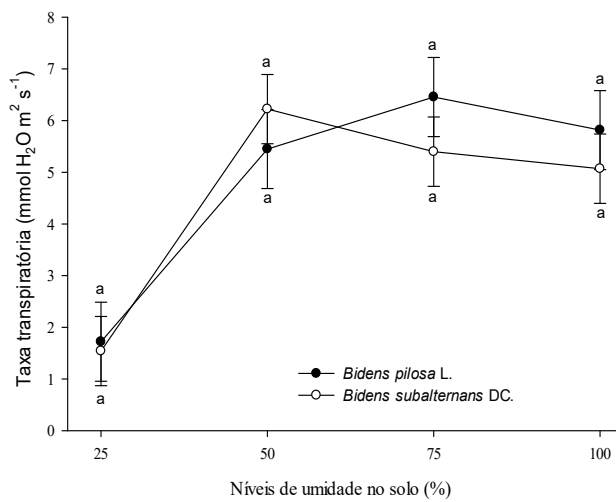
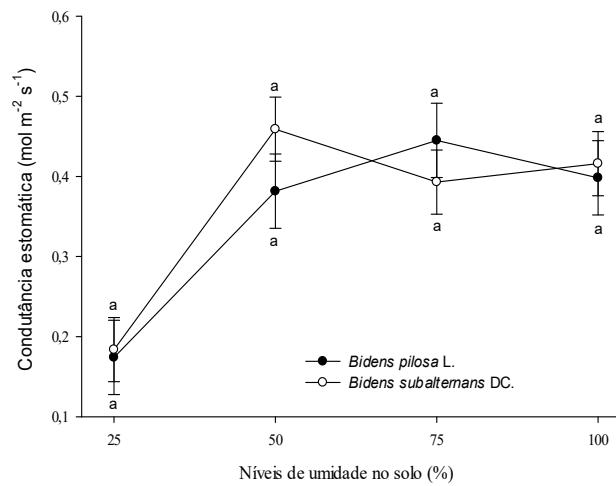


Figura 1 – Taxa fotossintética, condutância estomática e taxa transpiratória de *Bidens pilosa* e *Bidens subalternans* aos 45 dias após o transplântio e sob diferentes níveis de

umidade no solo. Barras diferem o efeito do déficit hídrico em cada espécie pelo teste Tukey a $p\text{-valor} \geq 0,05$. Letras diferem as espécies em cada tratamento pelo teste Tukey a $p\text{-valor} \geq 0,05$.

A menor condutância estomática das plantas é reflexo da menor abertura dos estômatos em condições de déficit hídrico. Geralmente, plantas em condições de falta de água no solo fecham os estômatos para evitar a perda de água e manter a turgescência em seus tecidos (NEGIN et al., 2016), mecanismo observado para as duas espécies.

O fechamento estomático reduziu a perda de água através dos estômatos para as duas espécies, explicando a menor taxa transpiratória observada para as espécies nas condições de 25% da capacidade de campo. A menor perda de água nos estômatos permite que as espécies de *Bidens* ssp. suportem a condição de escassez de água no solo. No entanto, esse mecanismo de economia de água via fechamento estomático pode prejudicar a fotossíntese das plantas (NEGIN et al., 2016).

As plantas de *B. pilosa* apresentaram uma redução de 60% na taxa fotossintética, enquanto que para a espécie *B. Subalternans* a redução foi de 40% (Figura 1C). A menor taxa fotossintética das duas espécies possivelmente foi causada pelo fechamento estomático em condições de 25% da capacidade de vaso. A menor abertura dos estômatos reduz a troca gasosa, dificultando a entrada de CO_2 atmosférico para o interior das folhas. Em plantas de mecanismo C3, tais como as espécies *B. pilosa* e *B. subalternans*, a redução nas concentrações de carbono interno reduz a carboxilação da enzima Rubisco, diminuindo a fixação de carbono (LLUSIA et al., 2016).

As plantas de *B. pilosa* e *B. subalternans* apresentaram valores semelhantes para condutância estomática (média geral de $0,42 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) quando mantidas com 50, 75, e 100% de umidade no solo (Figura 1A). Nessas mesmas condições de capacidade de campo, não houve diferença para a taxa transpiratória (média geral de $5,8 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) e taxa fotossintética (média geral de $18,3 \text{ } \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$) (Figuras 1B, 1C). As plantas podem ser classificadas como anisohídricas e isohídricas de acordo com seu comportamento em condições de escassez de água (NEGIN et al., 2016). Plantas anisohídricas podem manter a abertura estomática mesmo em condições de menor disponibilidade hídrica, e apenas em condições de alta severidade do déficit hídrico o fechamento estomático é observado. Esse mecanismo permite a planta alcançar menor potencial hídrico na folha, aumentando a capacidade de extração de água no solo (NEGIN et al., 2016). As espécies *B. pilosa* e *B. subalternans* demonstraram essa capacidade, uma vez que o fechamento estomático só foi detectado na condição de 25%

da capacidade hídrica.

Procópio et al. (2004) avaliaram o potencial hídrico do solo no momento de ponto de murcha permanente para a *B. pilosa*, observando que essa condição só foi atingida próximo a -1000 kPa, valor muito abaixo dos observados para outras espécies (-300 kPa) também avaliadas, como *Phaseolus vulgaris*, *E. heterophylla*, *Glycinemax* e *Desmodium tortuosum*. Esse resultado completa a hipótese de que o gênero *Bidens* apresenta comportamento anisohídrico, que aumenta a capacidade da planta para extrair água do solo.

O número de folhas por planta foi menor apenas em condições de 25% da capacidade de vaso (Figura 2A). Além do fechamento estomático, a perda de folhas pode funcionar como mecanismo que reduz a perda de água. A restrição hídrica severa promoveu o fechamento estomático das espécies de *Bidens*, e segundo alguns autores, esse mecanismo é controlado pelos níveis de ABA no tecido foliar (SPINELLI et al., 2016). Além do fechamento estomático, plantas em condições de estresse hídrico severo podem elevar as concentrações internas de ABA, induzindo a senescência foliar. Apesar de a senescência foliar reduzir a quantidade de fotoassimilados produzidos, esse mecanismo pode garantir às plantas de *Bidens* maior tolerância à falta de água (NEGIN et al., 2016).

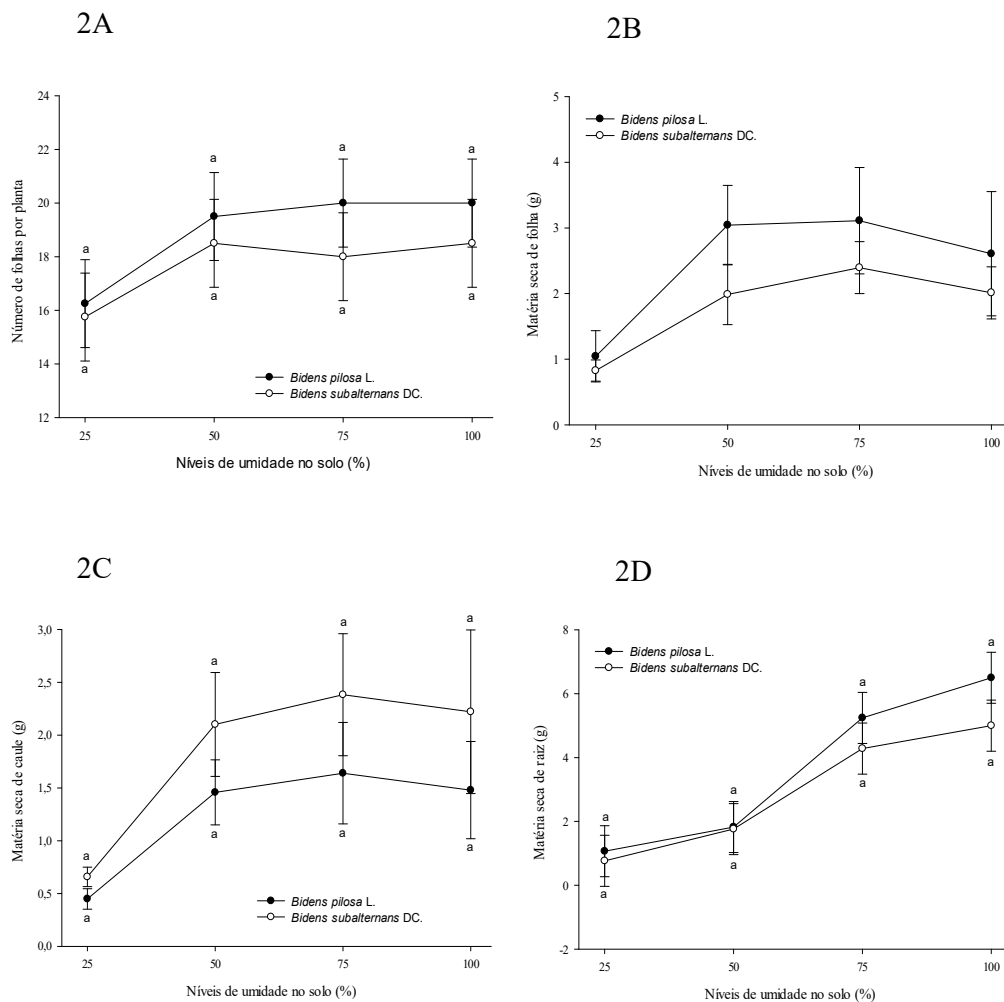


Figura 2– Número de folhas por plantas e matéria seca de folhas, caule e raízes de *Bidens pilosa* e *Bidens subalternans* aos 45 dias após o transplantio e sob diferentes níveis de umidade no solo. Barras diferem o efeito do déficit hídrico em cada espécie pelo teste Tukey a $p\text{-valor} \geq 0,05$. Letras diferem as espécies em cada tratamento pelo teste Tukey a $p\text{-valor} \geq 0,05$.

A matéria seca de folhas e caule foram reduzidas para ambas as espécies quando as plantas foram submetidas a condições de 25% da capacidade de vaso (Figura 2B, 2C). A menor matéria seca nessa condição pode ser resultado da menor taxa fotossintética das plantas, causada pelo fechamento estomático. A baixa taxa fotossintética e o menor número de folhas por planta das espécies de *Bidens* em condições de estresse severo podem reduzir a quantidade de fotoassimilados produzidos, reduzindo o acúmulo de matéria seca em diferentes tecidos da planta (TOMBESI et al., 2015).

A matéria seca de raízes para ambas as espécies reduziram em 90% quando

submetidas a 50% da capacidade de campo (Figura 2D). O aumento do déficit para 25% da capacidade de vaso não diferiu do tratamento a 50 % da capacidade de vaso (Figura 2D). O déficit hídrico pode estimular o crescimento radicular de algumas espécies de plantas, aumentando o volume de solo explorado (TOMBESI et al., 2015). No entanto, esse efeito não foi observado para as espécies de *Bidens*. Algumas espécies podem acumular açúcares de maior solubilidade nas raízes, reduzindo seu potencial hídrico (NEGIN et al., 2016). Apesar de reduzir a matéria seca acumulada nos tecidos, esse fato pode aumentar a capacidade da planta em extrair água do solo. Esse mecanismo pode ser o responsável pela maior tolerância das espécies de *B. pilosa* e *B. subalternans* às condições de déficit hídrico.

4.2 Duração do estresse hídrico

Para o experimento de duração de estresse hídrico, a atividade fotossintética das espécies estudadas teve comportamento semelhante ao observado para condutância estomática e transpiração (Figura 3). A redução da fotossíntese pode estar relacionada a fatores da regulação da atividade estomática das plantas. Mesmo com água disponível no solo, ou seja, quando as plantas de ambas as espécies foram irrigadas diariamente, estas apresentaram taxa fotossintética inferior àquelas que sofreram algum tipo de estresse hídrico. Observou-se aumento de aproximadamente 20 a 30% da taxa fotossintética das espécies de *B. subalternans* e *B. pilosa*, respectivamente, quando irrigadas com intervalo de seis dias em relação àquelas irrigadas diariamente.

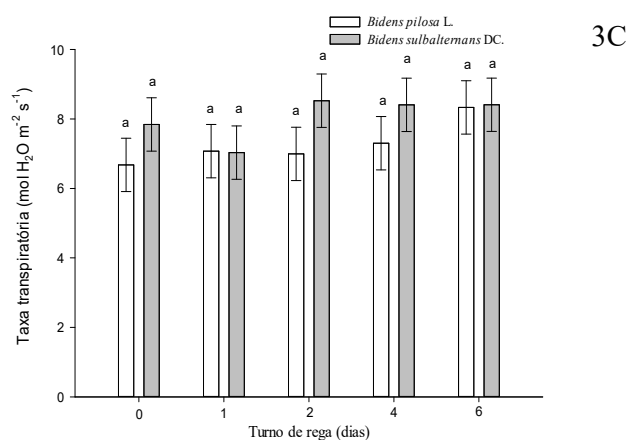
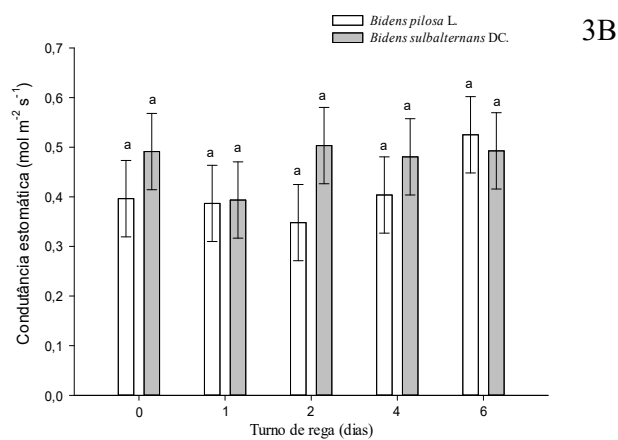
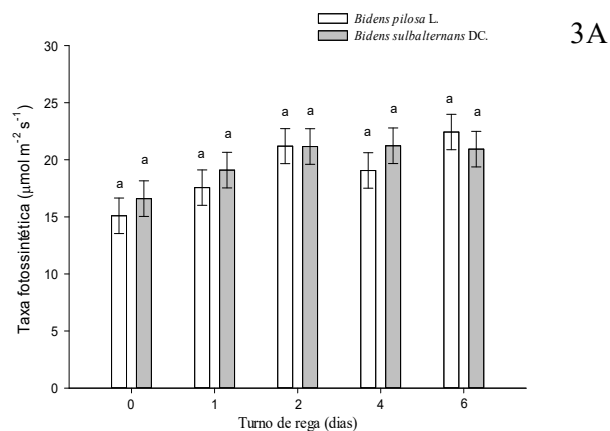


Figura 3 – Taxa fotossintética, condutância estomática e taxa transpiratória de *Bidens pilosa* e *Bidens subalternans* aos 45 dias após o transplantio e sob diferentes períodos de irrigação. Barras diferem o efeito do déficit hídrico em cada espécie pelo teste Tukey a $p\text{-valor} \geq 0,05$. Letras diferem as espécies em cada tratamento pelo teste Tukey a $p\text{-valor} \geq 0,05$.

Os valores de condutância estomática (gs) para os estudos com duração de estresse hídrico são mostrados na Figura 3B. Para as plantas de *B. subalternans*, observou-se valores médios de gs próximos de $0,5 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, ao passo que na espécie *B. pilosa* variaram de $0,26 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ com irrigação a cada dois dias até $0,58 \text{ mol H}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ com intervalo de seis dias entre cada irrigação, representando aumento de aproximadamente 100% da condutância estomática. Plantas de *B. pilosa* apresentaram redução de 33% da gs quando irrigadas diariamente em relação àquelas irrigadas a cada 6 dias (Figura 3B).

O comportamento dos resultados de transpiração (E) para o experimento de duração de estresse hídrico para ambas as espécies foi semelhante aos da condutância estomática e fotossíntese. O aumento do intervalo entre as irrigações e, consequentemente, do déficit hídrico, promoveu maior taxa transpiratória principalmente nas plantas de *Bidens pilosa*, com aumento de aproximadamente 30% da transpiração quando as plantas foram irrigadas a cada seis dias em relação àquelas irrigadas diariamente (Figura 3C).

Dombroski et al. (2014) observaram redução na taxa transpiratória de *Handroanthus impetiginosus* a partir do terceiro dia de déficit hídrico. No entanto, Mariano et al. (2009) não verificaram diferença na transpiração de *Myracrodruon urundeuva* quando submetida a cinco dias de estresse hídrico.

As plantas de *Bidens pilosa* apresentam adaptação em resposta ao déficit hídrico, uma vez que em sua fase inicial de crescimento tendem a direcionar os fotoassimilados para o desenvolvimento do sistema radicular, o que possibilita maior exploração do solo em busca de água (PROCÓPIO et al., 2002). Este fato torna esta planta daninha altamente competitiva por água com culturas de interesse do homem expostas a condições de estresse hídrico.

A redução na condutância estomática pode ocorrer devido ao aumento do déficit de pressão de vapor da folha, redução do potencial hídrico foliar e ao efeito da irradiância (LIMA et al., 2016). A redução da condutância estomática acontece para diminuir a perda de água das plantas devido à redução da água disponível no solo. Apesar de esta redução na taxa de perda de água representar uma vantagem imediata para prevenir desidratação dos tecidos, ela pode influenciar diretamente no balanço de calor sensível sobre a planta e na absorção de CO_2 e, consequentemente, a taxa

fotossintética (OTTO et al., 2013). Sendo assim, a redução na disponibilidade hídrica causa queda no potencial da água nas folhas das plantas, ocorrendo perda da turgescência e diminuição da condutância estomática (FLEXAS; MEDRANO, 2002). Diante disto, o fechamento estomático deve ter sido a causa primária da diminuição na taxa transpiratória e fotossintética sob condições de déficit hídrico, pois essa redução ocasiona menor disponibilidade de CO₂ nas câmaras subestomáticas (GONÇALVES et al., 2009).

A diminuição da condutância estomática causa menor transpiração e, conseqüentemente, menor perda de água, provocando maior tolerância das plantas ao estresse hídrico (DUTRA et al., 2015). Este mecanismo é uma estratégia essencial de defesa, especialmente em regiões semiáridas, onde ocorrem longos períodos sem a ocorrência de chuvas associados a altas temperaturas (FREITAS et al., 2017).

Santos; Carvalho (2013) observaram diminuição da condutância estomática em *Hyptis pectinata* quando submetidas a déficit hídrico. Procópio et al. (2004) avaliaram a condutância estomática de *Euphorbia heterophylla*, *Bidens pilosa* e *Desmodium tortuosum*, encontrando valores semelhantes ao da *B. pilosa* e *B. subalternans* no presente trabalho, com valores entre 0,39 a 0,58 mol m⁻² s⁻¹.

Estes resultados mostram que o déficit hídrico provocou redução sobre a taxa de transpiração, devido à redução do potencial da água na folha, tendo a redução desse potencial causado o fechamento dos estômatos, diminuindo a condutância estomática e o decréscimo na taxa transpiratória. Além do mais, num estado de estresse devido à seca, as células-guardas percebem essa escassez de água no mesófilo, antes mesmo de acontecer qualquer diminuição de sua turgidez, e os estômatos se fecham, possivelmente por interferência do ácido abscísico (TAIZ e ZEIGER, 2013).

O maior intervalo de irrigação das plantas provocou a redução do número de folhas por planta de ambas as espécies (Figura 4A). A redução do número de folhas por planta possivelmente foi causada pela queda de folhas como uma estratégia de sobrevivência das plantas para diminuir a perda de água por transpiração e aumentar a eficiência do uso da água em resposta ao estresse hídrico (CECHIN et al., 2010).

O aumento do intervalo entre as irrigações e, conseqüentemente, do déficit hídrico, reduziu o acúmulo de matéria seca do caule (MSC), da raiz (MSR) e total (MST) (Figura 4).

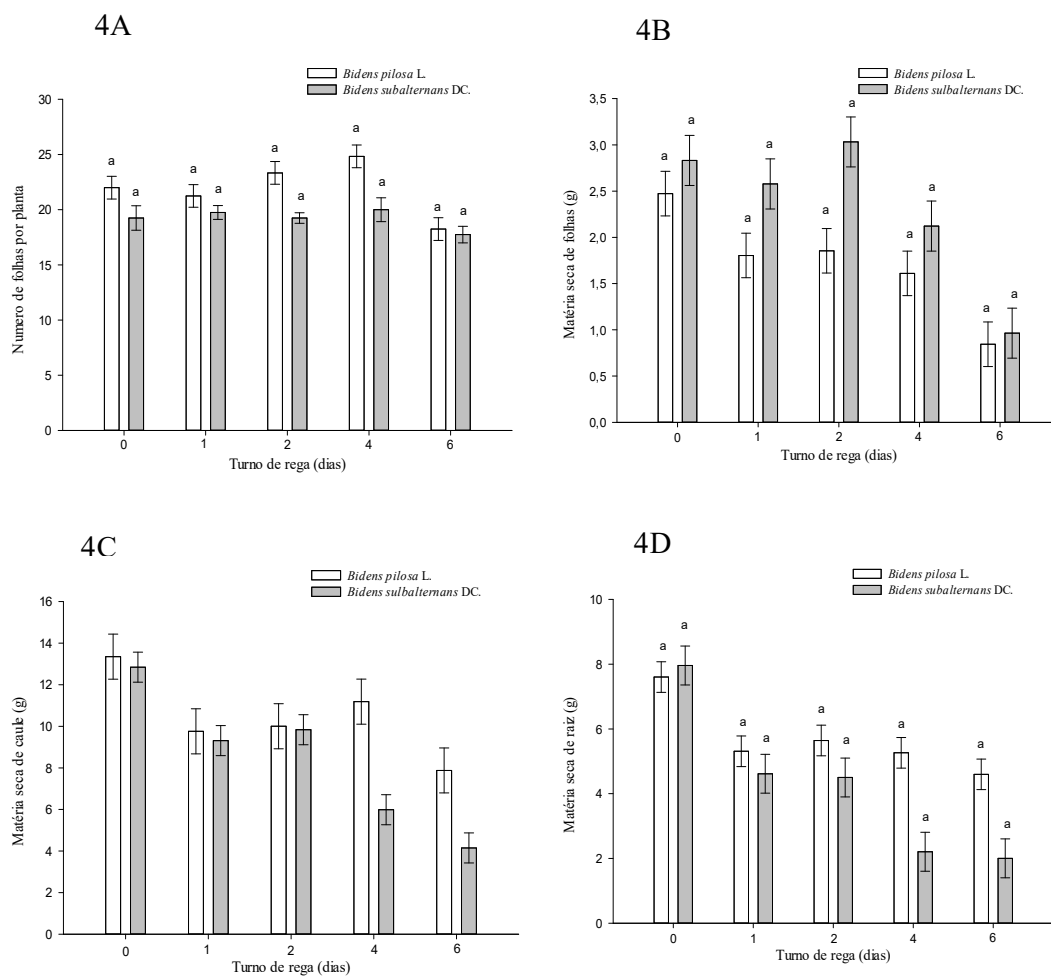


Figura 4– Número de folhas por planta, matéria seca de folha, caule e raízes de *Bidens pilosa* e *Bidens subalternans* aos 45 dias após o transplantio e sob diferentes períodos de irrigação. Barras diferem o efeito do déficit hídrico em cada espécie pelo teste Tukey a p -valor $\geq 0,05$. Letras diferem as espécies em cada tratamento pelo teste Tukey a p -valor $\geq 0,05$.

5 CONCLUSÕES

As espécies de *Bidens pilosa* e *Bidens subalternans* suportam condições de baixa disponibilidade hídrica no solo. Os mecanismos envolvidos para essa habilidade podem envolver desde a redução da abertura estomática até perda de folhas pela planta. Porém, esses mecanismos ocorrem apenas quando a disponibilidade hídrica no solo se aproxima de valores de 25% da capacidade de campo. A espécie *B. subalternans* mostrou maior sensibilidade na medida em que a água disponível do solo é reduzida, demonstrando maior redução na matéria seca de folha, caule e raiz do que a espécie *Bidens pilosa*.

6 REFERÊNCIAS

- BALBINOT JUNIOR, A. A.; FLECK, N. G. Manejo de plantas daninhas na cultura de milho em função do arranjo especial de plantas e características dos genótipos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 1, p. 245-252, 2005.
- BAPTISTA GORDIN, C. R., QUINTÃO SCALON, S. D. P., & MASETTO, T. E. Disponibilidade hídrica do substrato e teor de água da semente na germinação de niger. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. Goiânia, v. 45, n. 3, p. 312-318, jul./set. 2015
- BARTOLOME, A. P.; VILLASEÑOR, I. M.; YANG, W. C. *Bidens pilosa* L. (Asteraceae): Botanical properties, traditional uses, phytochemistry and pharmacology. **Evidence Based Complementary and Alternative Medicine**, p. 1-51, 2013.
- BERTOLLI, S. C.; SOUZA, J.; SOUZA, G. M. Caracterização fotossintética da espécie isohídrica pata-de-elefante em condições de deficiência hídrica. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 28, p. 196-205, 2015.
- BEZERRA, F. M. L. et al. Feijão-caupi e déficit hídrico em suas fases fenológicas. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 34, p. 5-10, 2003.
- BRAGA, B. B.; MARTINS, K.; BARBOSA, R. M.; NUNES JUNIOR, F. H.; GONDIM, F. A. Resíduo sólido de carnicultura diminui os efeitos deletérios do estresse hídrico em plantas de girassol. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 12, n. 3, p. 185-193, 2017.
- CARVALHO, S. J. P.; LÓPEZ-OVEJERO, R. F.; MOYSÉS, T. C.; CHAMMA, H. M. C. P.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Identificação de biótipos de *Bidens* spp. resistentes aos inibidores da ALS através de teste germinativo. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 22, p. 411-417, 2004.
- COELHO, J., BARROS, M. D. F., NETO, E. B., & CORREA, M. M. Comportamento hídrico e crescimento do feijão vigna cultivado em solos salinizados. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 4, p. 379-385, 2013.

CORREIA GUEDES, KARINA; NOGUEIRA MANSUR CUSTÓDIO, REJANE JUREMA. Avaliação do crescimento do amendoim (*Arachis hypogaea* L.) submetido a déficit hídrico. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 4, n. 2, 2004.

CRAINE, J. M.; DYBZINSKI, R. Mechanisms of plant competition for nutrients, water and light. **Functional Ecology**, London, v. 27, p. 833–840, 2013.

DA SILVA, ALEXSANDRO OLIVEIRA. A fertirrigação e o processo de salinização de solos em ambiente protegido. **Nativa**, Botucatu, v. 2, n. 3, p. 180-186, 2014.

DE ALBUQUERQUE, M. P. F., MORAES, F. K. C., SANTOS, R. I. N., DE CASTRO, G. L. S., RAMOS, E. M. L. S., & PINHEIRO, H. A. Ecofisiologia de plantas jovens de mogno-africano submetidas a déficit hídrico e reidratação. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 48, n. 1, p. 9-16, 2013.

DE CARVALHO GONÇALVES, J. F., DA SILVA, C. E. M., & GUIMARÃES, D. G. Fotossíntese e potencial hídrico foliar de plantas jovens de andiroba submetidas à deficiência hídrica e à reidratação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 1, p. 8-14, 2009.

DE LIMA OLIVEIRA, J. T., CHAVES, L. H. G., CAMPOS, V. B., JÚNIOR, J. A. S., & GUEDES FILHO, D. H. Fitomassa de girassol cultivado sob adubação nitrogenada e níveis de água disponível no solo. **Revista brasileira de agricultura irrigada-rbai**, Fortaleza, v. 6, n. 1, p. 23-32, 2013.

DOMBROSKI, J. L. D.; FREITAS, R. M. O.; TOMCZAK, V. E.; PINTO, J. R. S.; FARIAS, R. M. Ecofisiologia de Mudas de Ipê-Roxo (*Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex. DC.) Mattos) Submetidas a Estresse Hídrico. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 42, n. 101, p. 155-163, 2014.

DUARTE, ELIZABETH A. A.; MELO FILHO, PÉRICLES DE A.; SANTOS, ROSEANE C. Características agronômicas e índice de colheita de diferentes genótipos de amendoim submetidos a estresse hídrico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi**, Campina Grande, v. 17, n. 8, p. 843-847, 2013.

DUTRA, A. F., DE MELO, A. S., FILGUEIRAS, L. M. B., DA SILVA, Á. R. F., DE OLIVEIRA, I. M., & BRITO, M. E. B. Parâmetros fisiológicos e componentes de produção de feijão-caupi cultivado sob deficiência hídrica. **Revista Brasileira de**

Ciências Agrárias – **Brazilian Journal of Agricultural Sciences**, Recife, v. 10, n. 2, p. 189-197, 2015.

FAGUNDES, J. D., SANTIAGO, G., DE MELLO, A. M., BELLÉ, R. A., & STRECK, N. A. Crescimento, desenvolvimento e retardamento da senescência foliar em girassol de vaso (*Helianthus annuus* L.): fontes e doses de nitrogênio. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 4, p. 987-993, 2007.

FAGUNDES, J. L., FONSECA, D. D., MISTURA, C., MORAIS, R. D., VITOR, C. M. T., GOMIDE, J. A., ... & COSTA, L. D. Características morfogênicas e estruturais do capim-braquiária em pastagem adubada com nitrogênio avaliadas nas quatro estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 1, p. 21-29, 2006.

FLEXAS, J.; MEDRANO, H. Drought-inhibition of photosynthesis in C3 plants: stomatal and non-stomatal limitations revisited. **Annals of Botany**, v. 89, p. 183-189, 2002.

FLOSS, E. L. Fisiologia das plantas cultivadas. 4. ed. Passo Fundo-RS: UPF, 2008.

FREITAS, F. C. L. et al. Interferência de plantas daninhas na cultura do feijão-caupi. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 241-247, 2009.

FREITAS, R. M. O. **Crescimento e produção de feijão-caupi sob efeito de veranico nos sistemas de plantio direto e convencional**. 2012. 83f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fitotecnia), Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2012.

FREITAS, R. M. O. et al. Crescimento de feijão-caupi sob efeito de veranico nos sistemas de plantio direto e convencional. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 2, p. 393-401, 2014.

FREITAS, R. M. O. et al. Physiological responses of cowpea under water stress and rewatering in no-tillage and conventional tillage systems. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 30, n. 3, p. 559–567, 2017.

GAZZIERO, D. L. P., ADEGAS, F. S., BRIGHENTI, A. M., & VOLL, E. Levantamento preliminar da ocorrência de picão-preto (*Bidens pilosa* e *Bidens subalternans*) em áreas de cultivo de soja no Estado do Paraná. **Planta Daninha**, Viçosa, n. 2, v. 4, p. 4-5, 1998.

GONÇALVES, J. F. C.; SILVA, C. E. M.; GUIMARÃES, D. G. Fotossíntese e potencial hídrico foliar de plantas jovens de andiroba submetidas à deficiência hídrica e à reidratação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 1, p. 8-14, 2009.

GROMBONE-GUARATINI, M. T.; BRANDAO-SILVA, K. L.; SOLFERINI, V. N.; SEMIR, J.; TRIGO, J. R. Sesquiterpene and polyacetylene profile of the *Bidens pilosa* complex (Asteraceae: Heliantheae) from southeast Brazil. **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 33, p. 479-483, 2005a.

GROMBONE-GUARATINI, M. T.; SEMIR, J.; SOLFERINI, V. N. Low allozymic variation in the *Bidens pilosa* L. complex (Asteraceae). **Biochemical Genetics**, v. 43, p. 335-345, 2005b.

IVONIR GUBIANI, P.; REICHERT, J. M.; REINERT, D. J. Interação entre disponibilidade de água e compactação do solo no crescimento e na produção de feijoeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, n. 3, p. 765-773, 2014.

KISSMANN, K. G.; GROTH, D. Plantas infestantes e nocivas. 2ª ed. São Paulo: BASF, 1999. Tomo II. 978 p.

LARCHER, W. Ecofisiologia Vegetal. São Carlos: RIMA, 2006.

LAWLOR, D. W. Limitation to photosynthesis in Water – stressed Leaves: Stomata vs. Metabolism and the Role of ATP. **Annals of Botany**, v. 89, p. 871-885, 2002.

LIMA, A. A. F.; SANTANA, R. F.; SILVA, A. D. N. Respostas fisiológicas e bioquímicas de cultivares de feijões comum e caupi submetidas à deficiência hídrica. Sistema de Gerenciamento de Conferências (OCS), V CONNEPI, Maceió-AL, 2010.

LIMA, M. J. et al. Efeito combinado das variáveis meteorológicas sobre a condutância estomática do feijão-caupi. **Horticultura Brasileira**, Vitoria da Conquista, v. 34, n. 4, p. 547-553, 2016.

LLUSIA, Joan et al. Photosynthesis, stomatal conductance and terpene emission response to water availability in dry and mesic Mediterranean forests. **Trees**, v. 30, n. 3, p. 749-759, 2016.

- LONGUI, B. M. **Fotossíntese e relações hídricas de espécies de Eucalyptus sp. submetidas a diferentes regimes hídricos.** 2007. 34f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade do Oeste Paulista, Presidente Prudente, 2007.
- LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil:** terrestres, aquáticas, parasitas, tóxicas e medicinais. Nova Odessa: Instituto Plantarum: 2000.
- LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil:** terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2008.
- LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas Medicinais no Brasil.** Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008.
- LUCCHETTI, L.; TEIXEIRA, D. F.; BARBI, N. S.; SILVA, A. J. R. *Bidens pilosa* L. (Asteraceae), **Revista Fitos**, Rio de Janeiro, v. 4, p. 60-70, 2009.
- MACHADO, R. S., RIBEIRO, R. V., MARCHIORI, P. E. R., MACHADO, D. F. S. P., MACHADO, E. C., & DE ANDRADE LANDELL, M. G. Respostas biométricas e fisiológicas ao déficit hídrico em cana-de-açúcar em diferentes fases fenológicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 12, p. 1575-1582, 2010.
- MARIANO, K. R.; BARRETO, L. S.; SILVA, A. H. B.; NEIVA, G. K. P.; AMORIM, S. Fotossíntese e tolerância protoplasmática foliar em *Myracrodruon urundeuva* fr. all. submetida ao déficit hídrico. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 1, p. 72-77, 2009.
- MEDINA, C. L.; MACHADO, E. C.; GOMES, M. M. A. Condutância estomática, transpiração e fotossíntese em laranjeira ‘Valência’ sob deficiência hídrica. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Campinas, v. 11, n. 1, p. 29-34, 1999.
- MONQUERO, P. A.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; DIAS, C. T. S. Resistência de plantas daninhas aos herbicidas inibidores da ALS na cultura da soja (*Glycinemax*). **Planta Daninha**, Viçosa, v. 18, p. 419-425, 2000.
- MONTEIRO, L. B.; FAUVEL, G.; ORTS, R. Influência do estresse hídrico sobre a fisiologia de macieiras e a flutuação de *Panonychus ulmi* (Acari: Tetranychidae). **Revista Acadêmica: Ciência Animal**, Curitiba, v. 6, n. 1, p. 97-106, 2017.

NASCIMENTO, E. C. S., SILVA, V. F., ANDRADE, L. O., & LIMA, V. L. A. Estresse hídrico em pimenteiras orgânicas com aplicação de diferentes lâminas de água residuária. In: **Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia-Fortaleza-Ceará**. 2015.

NASCIMENTO, S. P. D., BASTOS, E. A., ARAÚJO, E. C., FREIRE FILHO, F. R., & SILVA, E. M. D. Tolerância ao déficit hídrico em genótipos de feijão-caupi. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 8, p. 853-860, 2011.

NEGIN, BOAZ; MOSHELION, MENACHEM. The evolution of the role of ABA in the regulation of water-use efficiency: From biochemical mechanisms to stomatal conductance. **Plant Science**, v. 251, p. 82-89, 2016.

OLIVEIRA JUNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. **Biologia e Manejo de Plantas Daninhas**. Curitiba, PR: Omnipax, 2011.

OLIVEIRA, A. K. M.; GUALTIERI, S. C. J.; BOCCHESI, R. A. Gas exchange of potted *Tabebuia aurea* plants under hydric stress. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá-SC, v. 33, n. 4, p. 641-647, 2011.

OLIVEIRA, H. P.; RIBEIRO, T. B.; MACHADO, A. S.; DE OLIVEIRA SILVA, L.; OLIVEIRA JÚNIOR, A. R. Respostas fisiológicas de forrageiras ao déficit hídrico e baixas temperaturas. **Nutritime Revista Eletrônica**, Viçosa, v. 14, n. 5, p. 7008-7014, set./out. 2017.

OLIVEIRA, M. A. J. D., BOVI, M. L. A., MACHADO, E. C., GOMES, M. M. D. A., HABERMANN, G., & RODRIGUES, J. D L. Fotossíntese, condutância estomática e transpiração em pupunheira sob deficiência hídrica. **Scientia Agrícola**, São Paulo, v. 59, n. 1, p. 59-63, 2002.

PEREIRA, O. G., ROVETTA, R., RIBEIRO, K. G., SANTOS, M. E. R., FONSECA, D. D., & CECON, P. R. Características morfogênicas e estruturais do capim-tifton 85 sob doses de nitrogênio e alturas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, n. 9, p. 1870-1878, 2011.

PIMENTEL, Carlos. A relação da planta com a água. Seropédica: Edur, 2004.

PINHEIRO, A. A., RIBEIRO, W. R., SOARES, D. F., DE OLIVEIRA, M. A., DA SILVA MARTINS, C. A., & DOS REIS, E. F. Efeitos do estresse hídrico sobre o desenvolvimento inicial de clones de cafeeiro conilon variedade “diamante es8112”. **Revista Univap**, v. 22, n. 40, p. 420, 2017.

PROCÓPIO, S. O.; SANTOS, J. B.; SILVA, A. A.; MARTINEZ, C. A.; WERLANG, R. C. Características fisiológicas das culturas de soja e feijão e de três espécies de plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 22, n. 2, p. 211-216, 2004.

PROCPIO, S. O.; SANTOS, J. B.; SILVA, A. A.; COSTA, L. C. Análise do crescimento e eficiência no uso da água pelas culturas de soja e do feijão e por plantas daninhas. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 24, n. 5, p. 1345-1351, 2002.

PROCPIO, S. O.; SANTOS, J. B.; SILVA, A. A.; DONAGEMMA, G. K.; MENDONÇA, E. S. Ponto de murcha permanente de soja, feijão e plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 22, n. 1, p. 35-41, 2004b.

SANCHES, W.; ZANDONADE, D. Problemas e soluções no controle de plantas daninhas no MS e MT (Relato n. 1). In: SIMPÓSIO SOBRE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 1., 1997, Dourados. Resumos... Dourados: EMBRAPA-CPAO, 1997. p. 160-161. (EMBRAPA-CPAO. Documentos, 13).

SANTOS, I. B.; CARVALHO, J. S. B. Condutância estomática e produção de biomassa em plantas de *Hyptis pectinata* (L.) Poit. Submetidas à déficit Hídrico. In: XIII Jornada de ensino, pesquisa e extensão. 2013.

SERAFIM, M. E., DE OLIVEIRA, G. C., DE LIMA, J. M., SILVA, B. M., ZEVIANI, W. M., & LIMA, V. M. Disponibilidade hídrica e distinção de ambientes para cultivo de cafeeiros. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental –Agriambi**, Campina Grande, v. 17, n. 4, p. 362-370, 2013.

SHINKAI GENTIL OTTO, M., VERGANI, A. R., NATAL GONÇALVES, A., VRECHI, A., SILVA, S. R., & STAPE, J. L. Fotossíntese, condutância estomática e produtividade de clones de *Eucalyptus* sob diferentes condições edafoclimáticas. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 37, n. 3, p. x-y, 2013.

SILVA, C. D. S. et al. Curso diário das trocas gasosas em plantas de feijão-caupi submetidas a deficiência hídrica. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 23, n. 4, p. 7-13, 2010.

SILVA, F. L.; FISCHER, D. C. H. F.; TAVARES, J. F.; SILVA, M. S.; ATHAYDE-FILHO, P. F.; BARBOSA-FILHO, J. M. 2011 – Compilation of secondary metabolites from *Bidens pilosa* L. **Molecules**, v. 16, p. 1070-1102.

SPINELLI, G. M., SNYDER, R. L., SANDEN, B. L., & SHACKEL, K. A. Water stress causes stomatal closure but does not reduce canopy evapotranspiration in almond. **Agricultural Water Management**, v. 168, p. 11-22, 2016.

STONE, L. F.; PORTES, T. A.; MOREIRA, J. A. A. Efeitos da tensão da água do solo sobre a produtividade e crescimento do feijoeiro. II. Crescimento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 23, n. 5, p. 501-510, 2014.

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

TARDIN, F. D., DE ALMEIDA FILHO, J. E., DE OLIVEIRA, C. M., LEITE, C. E. P., DE MENEZES, C. B., MAGALHÃES, P. C., ... & SCHAFFERT, R. E. Avaliação agronômica de híbridos de sorgo granífero cultivados sob irrigação e estresse hídrico. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 12, n. 2, p. 102-117, 2013.

TOMBESI, S., NARDINI, A., FRIONI, T., SOCCOLINI, M., ZADRA, C., FARINELLI, D., ... & PALLIOTTI, A. Stomatal closure is induced by hydraulic signals and maintained by ABA in drought-stressed grapevine. **Nature Scientific reports**, v. 5, p. 12449, 2015.

UZILDAYA, B.; TURKANA, I.; SEKMENA, A. H.; OZGURA, R.; KARAKAYA, H. C. Comparison of ROS formation and antioxidant enzymes in *Cleome gynandra* (C4) and *Cleome spinosa* (C3) under drought stress. **Plant Science**, v. 182, p. 59-70, 2012.