



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

CLAUDIA DAIANNY MELO FREITAS

**TROCAS GASOSAS E INDICADORES DE CRESCIMENTO DE MILHO E
PLANTAS DANINHAS EM SITUAÇÃO DE COMPETIÇÃO E DEFICIT HÍDRICO**

MOSSORÓ

2018

CLAUDIA DAIANNY MELO FREITAS

**TROCAS GASOSAS E INDICADORES DE CRESCIMENTO DE MILHO E
PLANTAS DANINHAS EM SITUAÇÃO DE COMPETIÇÃO E DEFICIT HÍDRICO**

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 Fitotecnia.

Linha de Pesquisa: Proteção de Plantas

Orientador: D.Sc. Daniel Valadão Silva

Co-orientador: 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.

862t FREITAS, CLAUDIA DAIANNY MELO.
 TROCAS GASOSAS E INDICADORES DE CRESCIMENTO DE
MILHO E PLANTAS DANINHAS EM SITUAÇÃO DE
COMPETIÇÃO E DEFICIT HÍDRICO / CLAUDIA DAIANNY
MELO FREITAS. - 2018.
 64 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. Bidens pilosa L. . 2. Estresse hídrico. 3.
Interferência. 4. Urochloa decumbens (Stapf) R.D.
Webster. 5. Zea mays L.. 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.

CLAUDIA DAIANNY MELO FREITAS

**TROCAS GASOSAS E INDICADORES DE CRESCIMENTO DE MILHO E
PLANTAS DANINHAS EM SITUAÇÃO DE COMPETIÇÃO E DEFICIT HÍDRICO**

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 Fitotecnia.

Linha de Pesquisa: Proteção de Plantas

Defendida em: 02 / 03 / 2018

BANCA EXAMINADORA



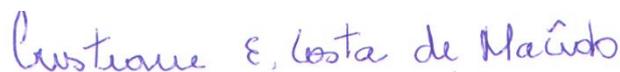
D.Sc. Daniel Valadão Silva (UFERSA)
Presidente



D.Sc. Debora Jesus Dantas (UFERSA)
Membro Examinador



D.Sc. Alexandre Bosco de Oliveira (UFC)
Membro Examinador



D.Sc. Cristiane Elizabeth Costa de Macedo (UFRN)
Membro Examinador

Aos meus pais, Maria Marlete de Melo Freitas e Antônio Nunes de Freitas, por todo amor, carinho, apoio e dedicação que sempre ofereceram. Amo vocês!

DEDICO

Ao meu amado noivo, companheiro, Neymar Mendes Lucena, por todo amor, carinho, dedicação e companheirismo que tem a mim, sem ele tudo seria mais difícil. Aos meus irmãos Antônio Wickemberg de Freitas e Francisco Gilzomberg de Freitas, pelo amor e companheirismo, sempre presente quando preciso.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A DEUS, por todo amor, cuidado, capacidade, sabedoria e por todas as vezes que me sustentou nessa longa jornada.

À Universidade Federal Rural do Semi-árido (UFERSA) pelas oportunidades de ensino e por toda estrutura para realização de pesquisas científicas.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos;

Ao programa de Pós-graduação em Fitotecnia, em especial a todos que compõem o corpo docente, pelos ensinamentos transmitidos durante o mestrado.

Ao meu orientador e amigo Daniel Valadão Silva, pela amizade, atenção, orientação e conhecimentos transmitidos e pelo apoio no desenvolvimento da dissertação.

A todos os membros da banca, pela avaliação e colaboração no trabalho.

A todos os colegas do Laboratório de Plantas Daninhas, em especial à Héliida, Juliana, Alana, Tatiane (Agronomia Bruta), Taliane, Gabriela, Maria Alice, Marcio, Paulo, Odonil e Fernando, pela grande ajuda na elaboração do trabalho, pela amizade, convivência e por todas as risadas.

Ao meu colega Matheus de Freitas Souza (UAI), pela dedicação e grande ajuda na escrita do trabalho, sem ele tudo teria sido mais difícil.

Aos meus amigos “Ufersianos”, em especial a Hailton, Ana Paula, Andreia Céline, Deyse, Jaqueline, Antônio, e todos os outros pelo apoio.

Aos meus pais, Maria Marlete e Antônio Freitas, por tudo que representam na minha vida, pelo amor, dedicação, incentivo, paciência, compreensão demonstrados e pelo exemplo de vida que são para mim, e por todo carinho que sempre tiveram comigo.

Ao meu noivo, Neymar Mendes, por todo apoio e dedicação, e por se deixar ser uma base de sustentação usada por DEUS. TE AMO!

As minhas amigas e irmãs (Biras), Izabel, Aninha, Fabiana, Albaniza e Atuana por toda amizade e carinho ao longo dos anos.

A todos da Igreja Batista do Sal Pinto, por todas as orações e apoio nos momentos difíceis, em especial a Eliene, Jessica, Isabela, Fabricia, Jean, Wallisson, Paulo, Anderson e Reginaldo, por todo carinho que sempre tiveram comigo.

A todos que de alguma forma contribuíram para a conclusão deste trabalho.

Muito Obrigada!!!

RESUMO

O déficit hídrico no solo tem sido situação cada vez mais frequente em cultivos sequeiros no Brasil e pode ter como consequência a redução do crescimento e produção das culturas. Essa situação pode ainda ser agravada pela ocorrência de plantas daninhas e o estabelecimento da competição pelos recursos de crescimento, como a água. O entendimento dos fatores relacionados a essa interação pode contribuir para a elaboração de estratégias de manejo. Desta maneira, avaliou-se os efeitos do déficit hídrico e da competição sobre os componentes fisiológicos e de crescimento do milho e das plantas daninhas *Urochloa decumbens* (Stapf) R.D. Webster e *Bidens pilosa* L.. O experimento foi realizado no esquema fatorial 5 x 2, distribuídos no delineamento experimental em blocos casualizados, com oito repetições, com o primeiro fator correspondente aos arranjos entre espécies (milho + *U. decumbens*, milho + *B. pilosa*, milho, *U. decumbens* e *B. pilosa* sem competição) e o segundo fator a dois regimes hídricos (com e sem déficit hídrico). O déficit hídrico foi estabelecido no estágio V3 do milho e teve duração de cinco dias, até a taxa fotossintética da cultura alcançar valores próximos de zero, momento em que foi retomada a irrigação. A partir da data da suspensão da irrigação, as plantas foram submetidas às seguintes avaliações: condutância estomática (g_s ; $\mu\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$), transpiração (E ; $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e taxa fotossintética líquida (A ; $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}$), realizadas diariamente até que as taxas de assimilação de CO_2 das plantas submetidas ao déficit hídrico fossem semelhantes às das irrigadas. Ao final do experimento foram avaliados: altura de plantas, área foliar, área foliar específica (razão entre matéria seca de folha por área foliar), matéria seca da parte aérea, matéria seca da raiz e a matéria seca total (g). O déficit hídrico reduziu a g_s , E e A de plantas de milho isoladas ou em competição. Contudo seu efeito foi intensificado quando em convivência com a *U. decumbens*, comparado ao *B. pilosa*. Nas plantas de *U. decumbens* o déficit hídrico reduziu à g_s e E , enquanto que *B. pilosa* reduziu apenas a E . A condição de restrição hídrica por cinco dias reduziu A das plantas daninhas quando em competição, mas não alterou em cultivo isolado. O déficit hídrico temporário no solo reduziu o crescimento das plantas de milho, porém não afetou as plantas de *U. decumbens* e *B. pilosa*. A competição reduziu o crescimento das plantas de milho e *U. decumbens*. O milho em competição com *U. decumbens* e em situação de déficit apresentou a maior redução da matéria seca total em relação aos outros tratamentos. A competição pode intensificar os efeitos negativos causados pelo déficit hídrico no solo em plantas de milho e *U. decumbens*.

Palavras-chaves: *Bidens pilosa* L., Estresse hídrico, Interferência, *Urochloa decumbens* (Stapf) R.D. Webster, *Zea mays* L.

ABSTRACT

Soil water deficit has been an increasingly frequent situation in dry crops in Brazil and may have the consequence of reducing crop growth and production. This situation can be further aggravated by the occurrence of weeds and the establishment of competition for growth resources such as water. The understanding of the factors related to this interaction can contribute to the elaboration of management strategies. Thus, the effects of water stress was evaluated and competition on physiological components of corn and weed growth, and *Urochloa decumbens* (Stapf) and R.D. Webster *Bidens pilosa* L. The experiment was performed in 5 x 2 factorial arrangement, distributed in a randomized block design with eight repetitions, with the first factor corresponding to the arrangements among species (corn + *U. decumbens*, corn + *B. pilosa*, corn, *U. decumbens* and *B. pilosa* without competition), and the second factor to two water regimes (with and without water deficit)

The water deficit was established in the V3 stage of corn and lasted five days, until the photosynthetic rate of the crop reached values close to zero, at which time irrigation was resumed. The plants were submitted to the following evaluations: stomatal conductance (g_s ; $\mu\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$), transpiration (E ; $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) and liquid photosynthetic rate A ; $\mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2}$), performed daily until the CO_2 assimilation rates of the plants submitted to the water deficit were similar to those of the irrigated ones. At the end of the experiment were evaluated: plant height, leaf area, specific leaf area (ratio between leaf dry matter per leaf area), shoot dry matter, root dry matter and total dry matter (g). The water deficit reduced the g_s , E and A of isolated or competing corn plants. However its effect was intensified when coexistence with the *U. decumbens*, compared to the *B. pilosa*. In the plants of *U. decumbens* the water deficit reduced to g_s and E , whereas *B. pilosa* reduced only to E . The water restriction condition for five days reduced A of the weeds when in competition, but did not change in isolated cultivation. The temporary water deficit in the soil reduced the growth of corn plants, but did not affect the *U. decumbens* and *B. pilosa* plants. The competition reduced the growth of corn and *U. decumbens* plants. Corn in competition with *U. decumbens* in deficit showed the greatest reduction of total dry matter in relation to the other treatments. Competition may intensify the negative effects caused by soil water deficit in corn and *U. decumbens* plants.

Keywords: *Bidens pilosa* L., water stress, Interference, *Urochloa decumbens* (Stapf) R.D. Webster, *Zea mays* L.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

- Figura 1.** Taxa transpiratória (E) das plantas de milho em monocultivo e em interação com *Urochloa decumbens* e *Bidens pilosa*, submetidas a dois regimes hídricos sem e com déficit hídrico. As letras maiúsculas comparam a interação entre plantas e as letras minúsculas comparam os regimes hídricos. As setas indicam o momento do retorno da irrigação e as barras indicam o erro padrão da média a 95% de probabilidade. 27
- Figura 2.** Condutância estomática (gs) das plantas de milho em monocultivo e em interação com *Urochloa decumbens* e *Bidens pilosa*, submetidas a dois regimes hídricos sem e com déficit hídrico. As letras maiúsculas comparam a interação entre plantas e as letras minúsculas comparam os regimes hídricos. As setas indicam o momento do retorno da irrigação e as barras indicam o erro padrão da média a 95% de probabilidade. 29
- Figura 3.** Taxa fotossintética (A) das plantas de milho em monocultivo e em interação com *Urochloa decumbens* e *Bidens pilosa*, submetidas a dois regimes hídricos sem e com déficit hídrico. As letras maiúsculas comparam a interação entre plantas e as letras minúsculas comparam os regimes hídricos. As setas indicam o momento do retorno da irrigação e as barras indicam o erro padrão da média a 95% de probabilidade. 30
- Figura 4.** Taxa transpiratória (E) e condutância estomática (gs) das plantas de *U. decumbens* em monocultivo e em interação com milho, submetidas a dois regimes hídricos sem e com déficit hídrico. As letras maiúsculas comparam a interação entre plantas e as letras minúsculas comparam os regimes hídricos. As setas indicam o momento do retorno da irrigação e as barras indicam o erro padrão da média a 95% de probabilidade. 32
- Figura 5.** Taxa fotossintética (A) das plantas de *U. decumbens* em monocultivo e em interação com milho, submetidas a dois regimes hídricos sem e com déficit hídrico. As letras maiúsculas comparam a interação entre plantas e as letras minúsculas comparam os regimes hídricos. As setas indicam o momento do retorno da irrigação e as barras indicam o erro padrão da média a 95% de probabilidade. 33

- Figura 6.** Taxa transpiratória (E) e condutância estomática (gs) das plantas de *B. pilosa* em monocultivo e em interação com milho, submetidas a dois regimes hídricos sem e com déficit hídrico. As letras maiúsculas comparam a interação entre plantas e as letras minúsculas comparam os regimes hídricos. As setas indicam o momento do retorno da irrigação e as barras indicam o erro padrão da média a 95% de probabilidade. 35
- Figura 7.** Taxa fotossintética (A) das plantas de *B. pilosa* em monocultivo e em interação com milho, submetidas a dois regimes hídricos sem e com déficit hídrico. As letras maiúsculas comparam a interação entre plantas e as letras minúsculas comparam os regimes hídricos. As setas indicam o momento do retorno da irrigação e as barras indicam o erro padrão da média a 95% de probabilidade. 36
- Tabela 1** Redução da matéria seca total (%) em relação às testemunhas cultivadas isoladamente e irrigadas..... 57

CAPÍTULO II

- Figura 1.** Altura (ATT), área foliar (AF) e área específica (AFE) de milho em monocultivo e competição com *Urochloa decumbens* e *Bidens pilosa*, sob condições de déficit hídrico. A mesma letra minúscula indica ausência de diferenças significativas entre os tipos de arranjos entre plantas, as mesmas letras maiúsculas indicam ausência de diferenças significativas entre os regimes hídricos, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey..... 49
- Figura 2.** Matéria seca da raiz (MSR), matéria seca da parte aérea (MSPA) e matéria seca total (MST) de milho em monocultivo e competição com *Urochloa decumbens* e *Bidens pilosa*, sob condições de déficit hídrico. A mesma letra minúscula indica ausência de diferenças significativas entre os tipos de arranjos entre plantas, as mesmas letras maiúsculas indicam ausência de diferenças significativas entre os regimes hídricos, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey..... 51
- Figura 3.** Altura (ATT), área foliar (AF) e área específica (AFE) de *Urochloa decumbens* em monocultivo e competição com milho, sob condições de déficit hídrico. A mesma letra minúscula indica ausência de diferenças significativas entre os tipos de arranjos entre plantas, as mesmas letras maiúsculas indicam ausência de

diferenças significativas entre os regimes hídricos, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey..... 53

- Figura 4.** Matéria seca da raiz (MSR), matéria seca da parte aérea (MSPA) e matéria seca total (MST) de *Urochloa decumbens* em monocultivo e competição com milho, sob condições de déficit hídrico. A mesma letra minúscula indica ausência de diferenças significativas entre os tipos de arranjos entre plantas, as mesmas letras maiúsculas indicam ausência de diferenças significativas entre os regimes hídricos, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey..... 54
- Figura 5.** Altura (ATT), área foliar (AF) e área específica (AFE) de *Bidens pilosa* em monocultivo e competição com milho, sob condições de déficit hídrico. A mesma letra minúscula indica ausência de diferenças significativas entre os tipos de arranjos entre plantas, as mesmas letras maiúsculas indicam ausência de diferenças significativas entre os regimes hídricos, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey..... 55
- Figura 6.** Matéria seca da raiz (MSR), matéria seca da parte aérea (MSPA) e matéria seca total (MST) de *Bidens pilosa* em monocultivo e competição com milho, sob condições de déficit hídrico. A mesma letra minúscula indica ausência de diferenças significativas entre os tipos de arranjos entre plantas, as mesmas letras maiúsculas indicam ausência de diferenças significativas entre os regimes hídricos, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey..... 56

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO II

Tabela 1. Redução da matéria seca total (%) em relação às testemunhas cultivadas isoladamente e irrigadas.....	57
---	----

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	16
REFERÊNCIAS.....	18
CAPÍTULO I	21
A COMPETIÇÃO AGRAVA OS EFEITOS NEGATIVOS DO DÉFICIT HÍDRICO SOBRE O MILHO E PLANTAS DANINHAS?	21
RESUMO	21
1. INTRODUÇÃO.....	23
2. MATERIAL E MÉTODOS	25
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	27
3.1 Comportamento fisiológico do milho em diferentes regimes hídricos e arranjo de plantas.....	27
3.2 Comportamento fisiológico de <i>Urochloa decumbens</i> em diferentes regimes hídricos e arranjo de plantas	31
3.3 Comportamento fisiológico de <i>Bidens pilosa</i> em diferentes regimes hídricos e arranjo de plantas	34
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	38
REFERÊNCIAS.....	39
CAPÍTULO II.....	43
EFEITO DA COMPETIÇÃO NA INTERAÇÃO ENTRE MILHO E PLANTAS DANINHAS SUBMETIDAS AO DÉFICIT HÍDRICO TEMPORÁRIO NO SOLO	43
RESUMO	43
ABSTRACT	44
1. INTRODUÇÃO.....	45
2. MATERIAL E MÉTODOS	47
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	49
3.1. Desempenho do milho em condições de déficit hídrico e competição.....	49

3.2 Desempenho da <i>Urochloa decumbens</i> em condições de déficit hídrico e competição..	52
3.3 Desempenho de <i>Bidens pilosa</i> em condições de déficit e competição.....	55
3.4 Interação déficit hídrico e competição no crescimento do milho, <i>Urochloa decumbens</i> e <i>Bidens pilosa</i>	56
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	58
REFERÊNCIAS.....	59
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	64

1. INTRODUÇÃO GERAL

O milho (*Zea mays* L.) é um dos cereais mais produzidos e consumidos no mundo (SANTOS et al., 2017; MUTLU et al., 2018). Devido à sua composição química e valor nutritivo, é utilizado na alimentação humana e animal, e desempenha relevante papel socioeconômico em diversas cadeias agroindustriais (RANUM et al., 2014; KOPP et al., 2016).

No Brasil, o milho está entre as principais culturas anuais cultivadas e tem importante papel na economia devido à alta capacidade na geração de emprego e renda (PEDROTTI et al., 2017). No entanto, existe um enorme contraste na produtividade média entre as regiões do país, em decorrência das diferentes condições de cultivo às quais a cultura é submetida (ARAÚJO et al., 2017). Dentre os fatores bióticos e abióticos que podem prejudicar a produtividade do milho destaca-se a interferência das plantas daninhas (JABRAN et al., 2015; DURAND et al., 2016).

As perdas causadas pela interferência das plantas daninhas são variáveis dependentes de fatores relacionados às próprias espécies infestantes, assim como a cultura e o ambiente (PITELLI, 1985). Em arroz as perdas de rendimento foram de 50-60% em sistema de transplante e 70-80% em semeadura direta (DASS et al., 2017). Estudos realizados na cultura do milho demonstraram reduções de rendimento severas, entre 38-65% em comparação com o controle livre dessas invasoras (GANTOLI et al., 2013). Nos Estados Unidos e Canadá, a interferência das plantas daninhas, provocaram perdas médias de rendimento de 50%, em um período de sete anos, o que equivale a uma perda de 148 milhões de toneladas de milho com valor acima de U\$ 26,7 bilhões por ano (SOLTANI et al., 2016).

A convivência simultânea entre plantas daninhas e plantas cultivadas pode proporcionar uma relação de competição entre as espécies pelos recursos essenciais de crescimento, como água, luz e nutrientes (SANTOS et al., 2017). Essa relação ocorre quando a disponibilidade de recursos no meio é inferior ao requerido pelas espécies presentes na área. Desta maneira, espera-se que os efeitos negativos da competição sejam intensificados à medida que o recurso se torna escasso e o sucesso de uma espécie em dominar o ecossistema agrícola dependerá da eficiência no uso dos recursos nessa situação.

A água tem sido o recurso de crescimento das plantas mais limitante à produtividade agrícola, principalmente em cultivos de sequeiro, e sua deficiência no solo pode causar perdas de rendimento das culturas por comprometer as características morfofisiológicas e as funções vitais ou estimular reações adaptativas que capacitem as plantas a sobreviverem por períodos

longos de estresse hídrico (NILES et al., 2015). A sensibilidade ocasionada pela seca varia de acordo com as espécies cultivadas. Em cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) irrigado a um nível igual à capacidade de campo, a restrição de água reduziu significativamente o número de panículas e, conseqüentemente, diminuiu o rendimento de grãos (ASHRAF et al., 2012). Na cultura do milho, por exemplo, em condição de 40% de restrição hídrica ocorreu redução do rendimento de grãos em até 39% (DARYANTO et al., 2015). Avaliando o efeito do déficit hídrico em cultivo de trigo-milho, YIN et al (2015) observaram que no estágio de crescimento vegetativo houve aumento do dano causado por esse estresse e redução na eficiência no uso da água por essas culturas.

A interferência das plantas daninhas em condições de baixa disponibilidade hídrica pode intensificar os efeitos negativos do estresse hídrico promovendo alterações na condutância estomática, na concentração interna de gases e, conseqüentemente, na atividade fotossintética, por parte da cultura (AFIFI et al, 2012). Além disso, a presença dessas plantas na área pode intensificar o efeito do déficit hídrico no solo e assim suprimir o crescimento das culturas, resultando em perdas que podem atingir níveis de 30% no rendimento final (JABRAN et al., 2015). Todavia, esses efeitos podem variar com as espécies em convivência e com a duração do estresse.

Algumas espécies apresentam domínio de conservação de água em seus tecidos, pelo qual sob baixa disponibilidade hídrica no solo diminui sua atividade metabólica, conservando maior parte da energia produzida e o teor de água das folhas, evitando sua abscisão. Com isso, a capacidade fotossintética dessas plantas é reduzida resultando em baixa taxa de crescimento relativo (TARDY et al., 2017). Outras espécies, nessas mesmas condições apresentam estratégias investidoras, caracterizando pela manutenção da diferença de potencial hídrico foliar, permitindo que os estômatos permaneçam abertos por um maior período de tempo em condições limitadas de água (LACHER, 2006).

A intensidade dos efeitos provenientes da restrição de água no solo depende das espécies envolvidas. No entanto, essas espécies podem desenvolver diferentes mecanismos de adaptação à seca, alterando a alocação dos fotoassimilados entre os tecidos da planta, bem como sua capacidade competitiva. O conhecimento desses mecanismos será essencial para o entendimento das interações entre o milho e as plantas daninhas e para elaboração de estratégias de manejo visando minimizar a competição por água nos campos de produção. Diante disso, o objetivo desse trabalho foi avaliar os efeitos do déficit hídrico temporário no solo e da competição sobre os componentes fisiológicos e de crescimento do milho e das plantas daninhas *Urochloa decumbens* (Stapf) R.D. Webster e *Bidens pilosa* L..

REFERÊNCIAS

- AFIFI, M.; SWANTON, C. Early physiological mechanisms of weed competition. **Weed Science**, v. 60, p. 542-551, 2012.
- ARAÚJO, A. K.; ARAÚJO FILHO, J. A.; MARANHÃO, S. R. Consórcios de milho, feijão e mandioca em presença de bagana de carnaúba em um argissolo no litoral norte do Ceará sob condições de sequeiro. **Essentia-Revista de Cultura, Ciência e Tecnologia da UVA**, v. 18, p. 2-23, 2017.
- ASHRAF, M. A.; ASHRAF, M.; SHAHBAZ, M. Growth stage-based modulation in antioxidant defense system and proline accumulation in two hexaploid wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars differing in salinity tolerance. **Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants**, v. 207, p. 388-397, 2012.
- DARYANTO, S.; WANG, L.; JACINTHE, P. A. Global synthesis of drought effects on food legume production. **PloS One**, v. 10, p. e0127401, 2015.
- DASS, A. et al. Weed management in rice using crop competition-a review. **Crop Protection**, v. 95, p. 45-52, 2017.
- DURAND, M. et al. Water deficit enhances C export to the roots in *Arabidopsis thaliana* plants with contribution of sucrose transporters in both shoot and roots. **Plant physiology**, v.170, p.1460-1479, 2016.
- GANTOLI, G., AYALA, V. R., GERHARDS, R. Determination of the critical period for weed control in corn. **Weed Technol.** v.27, p.63-71, 2013.
- JABRAN, K. et al. Allelopathy for weed control in agricultural systems. **Crop Protection**, v. 72, p.57-65, 2015.
- KHAN, M. I. R. et al. Salicylic acid-induced abiotic stress tolerance and underlying mechanisms in plants. **Frontiers in Plant Science**, v. 6, p. 462, 2015.

KOPP, L. M. et al. Simulação da necessidade hídrica e estimativa de produtividade para cultura do milho em municípios do RS. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 14, p. 235-246, 2016.

KÖRNER, C. Paradigm shift in plant growth control. **Current Opinion in Plant Biology**, v. 25, p. 107-114, 2015.

LARCHER W. Ecofisiologia vegetal. São Carlos: RIMA, p.531, 2006.

MUTLU, C. et al. Physicochemical, Thermal, and Sensory Properties of Blue Corn (*Zea Mays* L.). **Journal of food science**, v. 83, p. 53-59, 2018.

NILES, M. T.; LUBELL, M.; BROWN, M. How limiting factors drive agricultural adaptation to climate change. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 200, p. 178-185, 2015.

PEDROTTI, A. et al. Atributos químicos do solo modificados por diferentes sistemas de cultivo associados a culturas antecessoras ao cultivo do milho, nos Tabuleiros Costeiros. **MAGISTRA**, v. 27, p. 292-305, 2017.

PITELLI, R. A. Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. Inf. **Agropec**, v. 11, p. 16-27, 1985.

RANUM, P.; PEÑA-ROSAS, J. P.; GARCIA-CASAL, M. N. Global maize production, utilization, and consumption. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 1312, p. 105-112, 2014.

SANTOS, V. M. et al. Análise do crescimento de rabanete em função de períodos de convivência com plantas daninhas. **Agrarian**, v. 9, p. 303-311, 2017.

SANTOS, A. M. P. et al. Preparation and characterization of a new reference material for the inorganic analysis of corn flour. **Accreditation and Quality Assurance**, v. 22, p. 37-43, 2017.

SOLTANI, Nader et al. Potential corn yield losses from weeds in North America. **Weed Technology**, v. 30, p. 979-984, 2016.

TARDY, Florence et al. Trait-based characterisation of soil exploitation strategies of banana, weeds and cover plant species. **PloS One**, v. 12, p. e0173066, 2017.

YIN, Wen et al. Wheat and maize relay-planting with straw covering increases water use efficiency up to 46%. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 35, p. 815-825, 2015.

CAPÍTULO I

A COMPETIÇÃO AGRAVA OS EFEITOS NEGATIVOS DO DÉFICIT HÍDRICO SOBRE O MILHO E PLANTAS DANINHAS?

RESUMO

O déficit hídrico pode alterar funções fisiológicas vitais e afetar negativamente o crescimento e a produtividade das plantas. Esses efeitos podem ser intensificados pelas plantas daninhas que competem pela água no solo disponível para as culturas. O objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos da competição e de déficit hídrico temporário do solo sobre a transpiração (E), condutância estomática (g_s) e taxa fotossintética (A) do milho, *Urochloa decumbens* (Stapf) R.D. Webster, e *Bidens pilosa* L. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com oito repetições. Os tratamentos foram arranjos em esquema 5 x 2, com o primeiro fator correspondente ao arranjo entre espécies (milho + *U. decumbens*, milho + *B. pilosa*, milho, *U. decumbens* e *B. pilosa* sem competição) e o segundo fator a dois regimes hídricos (irrigação diária e restrição hídrica). O déficit hídrico foi iniciado quando as plantas de milho estavam no estágio V3, sendo mantido por cinco dias, até a taxa de assimilação de CO_2 da cultura alcançar valores próximos de zero, momento em que foi retomada a irrigação. As espécies *B. pilosa* e *U. decumbens* agravaram em diferentes intensidades os efeitos negativos sobre E , g_s , e A do milho em condição de restrição hídrica. A *U. decumbens* foi mais agressiva em relação a *B. pilosa* em convivência com o milho, em ambos regimes hídricos. A convivência com o milho afetou a E e g_s da *U. decumbens* nos dois regimes hídricos, mas a A foi alterada apenas quando as plantas estavam coexistindo sob déficit hídrico. Por outro lado, os componentes fisiológicos de *B. pilosa* não foram afetados pela convivência com o milho, nos dois regimes hídricos.

Palavras-chaves: *Bidens pilosa* L., Interferência, Trocas gasosas, *Urochloa decumbens* (Stapf) R.D. Webster, *Zea mays* L.

THE COMPETITION AGGRAVATES THE NEGATIVE EFFECTS OF THE WATER DEFICIT ON MAIZE AND WEEDS?

ABSTRACT

The water deficit may alter vital physiological functions and adversely affect the growth and final yield of the plants. These effects can be intensified by weeds competing for water in the soil available to crops. The objective of this work was to evaluate the effects of competition and temporary soil water deficit on transpiration (E), stomatal conductance (g_s) and photosynthetic rate (A) of corn, *Urochloa decumbens* (Stapf) RD Webster, and *Bidens pilosa* L. The experimental design was in randomized blocks, with eight replications. The treatments were arranged in a 5 x 2 scheme, with the first factor corresponding to the arrangement between species (corn + *U. decumbens*, corn + *B. pilosa*, corn, *U. decumbens* and *B. pilosa* without competition) and the second factor to two water regimes (daily irrigation and water restriction). The water deficit was simulated when the corn plants were in the V3 stage, being maintained for five days, until the assimilation rate of CO₂ of the crop reached values close to zero, at which time irrigation was resumed. The *B. pilosa* and *U. decumbens* species aggravated at different intensities the negative effects on E , g_s , and A of corn under water restriction conditions. *U. decumbens* was more aggressive in relation to *B. pilosa* in coexistence with corn, in both water regimes. Coexistence with corn affected the E and g_s of *U. decumbens* in both water regimes and A was altered only when the plants were coexisting under water deficit. The physiological components of *B. pilosa* were not affected by the coexistence with corn, in both water regimes.

Keywords: *Bidens pilosa* L., Interference, Gas exchange, *Urochloa decumbens* (Stapf) R.D. Webster, *Zea mays* L.

1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é um dos cereais mais produzidos no mundo. Os Estados Unidos, China e Brasil são responsáveis por mais de 65% dessa produção (CONAB, 2018; USDA, 2017). A cultura é plantada em regiões tropicais, subtropicais, e semiáridas para alimentação animal, humana e produção de biocombustíveis (CUTTI, et al., 2016). No entanto, condições estressantes podem prejudicar a estabilidade produtiva em cada região (MICKELBART et al., 2015).

Estresses abióticos, tais como inundações, secas, deficiência de nutrientes e exposição a íons tóxicos alteram o crescimento e desenvolvimento que podem reduzir a produtividade e a qualidade do produto colhido (MICKELBART et al., 2015). Dentre os abióticos, o déficit hídrico no solo é um dos mais relevantes, uma vez que prejudica o funcionamento normal de mecanismos fisiológicos do milho, reduzindo sua produtividade (UZILDAYA et al., 2012). Esse tipo de estresse tem sido cada vez mais frequente, principalmente em regiões semiáridas e cultivos sequeiros (CHAVES et al., 2016).

Em condições de restrição hídrica as plantas tendem a diminuir a condutância estomática como estratégia para evitar a perda de água para atmosfera. No entanto, o fechamento total dos estômatos impede a entrada de CO₂ atmosférico necessário no processo de fixação do carbono e, conseqüentemente, a produtividade é reduzida à medida que a severidade do estresse hídrico aumenta (LISAR et al., 2012). Por exemplo, a cana-de-açúcar, uma planta C₄ assim como o milho, em condições de déficit hídrico apresentou menor perfilhamento e comprimento de colmo, resultado da menor assimilação de CO₂ (SILVA et al., 2012).

Diversos fatores podem aumentar a severidade do estresse hídrico (RESTAINO et al., 2016). Além daqueles fatores ambientais diretamente envolvidos com a diminuição da disponibilidade de água no solo, tais como alta temperatura, evapotranspiração e déficit de pressão de vapor, outros fatores podem intensificar o efeito negativo do déficit hídrico (LEEUWEN; DARRIET, 2016), como por exemplo a presença de plantas daninhas (DASS et al., 2017).

As plantas daninhas podem apresentar diversas estratégias de funcionamento em função da disponibilidade hídrica, sendo algumas mais sensíveis à deficiência hídrica e outras mais tolerantes (LIMA et al., 2016). Essas diferentes formas de adaptação ao estresse podem conferir maior ou menor capacidade competitiva em ambientes agrícolas, sobretudo em cultivos com ocorrência de restrição hídrica. Desta maneira, a presença de plantas daninhas

em cultivos poderia antecipar e/ou agravar os efeitos negativos do estresse hídrico sobre as espécies cultivadas.

Diante do exposto, levantou-se a hipótese de que a competição agrava os efeitos do déficit hídrico sobre as espécies em convivência. Com isso, o objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito da competição sobre a transpiração (E), condutância estomática (g_s), e taxa fotossintética (A) do milho, braquiária, e picão-preto em condições de déficit hídrico temporário do solo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido, no período de maio a junho de 2017, em casa de vegetação pertencente ao Departamento de Ciências Agrônômicas e Florestais da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, *Campus* Mossoró – RN, cujas coordenadas geográficas são: (05°11'15" S, 37°20'39" O; 16 m de altitude).

A unidade experimental correspondeu a um vaso plástico com capacidade volumétrica de 8,5 dm³, preenchidos com Cambissolo (EMBRAPA, 2013), coletado na camada de 0-20 cm. Uma amostra composta do solo foi caracterizada química e fisicamente, apresentando os seguintes resultados: pH (água) = 7,2; CE = 0,14 ds m⁻¹; Matéria Orgânica = 8,10 g kg⁻¹; P, K e Na=2,2; 434,6 e 49,3 mg dm⁻³; Ca, Mg, Al, H+Al e CTC efetiva = 11,30; 2,10; 0,00; 0,00 e 14,73 cmolc dm⁻³; areia; silte e argila = 0,57; 0,10 e 0,33 kg kg⁻¹; textura franco argilo arenosa. A adubação foi realizada de acordo com as recomendações do IPA (2008), aplicando 45,50 mg dm⁻³ de Mono-Amônio-Fosfato (MAP) no plantio. A adubação de cobertura foi feita após 15 dias de plantio com 33,3 e 16,67 mg dm⁻³ de ureia e cloreto de potássio, respectivamente.

O delineamento experimental foi em blocos inteiramente casualizados. Os tratamentos foram arranjos em esquema fatorial 5 x 2, com quatro repetições. O primeiro fator foi os arranjos entre as espécies (*Zea mays* + *Urochloa decumbens*; *Zea mays* + *Bidens pilosa*; *Zea mays*, *Urochloa decumbens* e *Bidens pilosa* sem competição). O segundo fator foi os regimes hídricos (irrigado e déficit hídrico temporário).

O milho híbrido AG-1051 e a *Urochloa decumbens* (braquiária) foram obtidos comercialmente das empresas Seminis e Marangatú Sementes, respectivamente. As sementes de *Bidens pilosa* (picão-preto) foram coletadas na fazenda experimental da Universidade Federal de Viçosa. As sementes dessas espécies foram submetidas a testes preliminares de germinação e emergência visando estabelecer o período de semeadura de cada uma de forma que a emergência destas espécies fosse simultânea.

As sementes de milho e plantas daninhas foram semeadas no centro e na borda de cada unidade experimental, respectivamente. As plantas foram desbastadas cinco dias após a sua emergência, permanecendo apenas uma planta de cada espécie no vaso.

As irrigações foram realizadas diariamente, mantendo a umidade próxima à capacidade de campo (70-80 %). O volume de água aplicado em cada vaso foi obtido pela diferença entre o peso do vaso na sua capacidade de campo e o peso ao final de cada dia, de acordo com a metodologia proposta por Sousa et al. (2015).

A alteração dos regimes hídricos (irrigado e déficit hídrico) iniciou-se quando as plantas de milho estavam com a terceira folha expandida – estágio V3, fase em que as plantas daninhas podem reduzir a produtividade do milho em 10 a 15 % (GANTOLI et al., 2013; TURSUN et al., 2016). O déficit hídrico foi estabelecido uma única vez e mantido até o momento em que os estômatos das plantas de milho ficaram totalmente fechados com a taxa de assimilação de CO₂ alcançando valores próximos à zero. O período necessário para que a taxa de assimilação de CO₂ igualasse a zero foi de 5 dias. A partir desse momento, a irrigação foi restabelecida, mantendo a umidade novamente próxima a capacidade de campo.

A medição das trocas gasosas foi realizada diariamente a partir da suspensão da irrigação até o momento em que a taxa fotossintética das plantas submetidas à seca fossem semelhantes às plantas irrigadas.

A taxa fotossintética líquida (A ; $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}$), condutância estomática (g_s ; $\mu\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) e transpiração (E ; $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) foram avaliadas com auxílio de um analisador de gases por infravermelho (IRGA, modelo portátil LI-6400, LI-COR Biosciences), conforme metodologia proposta por Lima et al. (2016) sendo as leituras realizadas entre as 08h00min e 10h00min da manhã. Os teores de CO₂ foram fixados em 400 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ e a intensidade luminosa em 1500 $\mu\text{mol de fótons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. As avaliações foram feitas em folhas jovens, recém-expandidas, não danificadas e bem iluminadas (quando a intensidade luminosa foi superior a 1000 $\mu\text{moles de fótons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo Test F ($p \leq 0,05$). Quando significativas, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. O programa estatístico utilizado para análise de variância e teste de médias foi o SISVAR[®] 5.6 version. Os gráficos foram construídos pelo programa Sigmaplot[®] 12.0 version.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Comportamento fisiológico do milho em diferentes regimes hídricos e arranjo de plantas

Os fatores déficit hídrico e competição entre plantas apresentaram interação significativa. Em plantas de milho cultivadas isoladamente, o déficit hídrico reduziu a transpiração (E) do terceiro ao quinto dia de restrição hídrica. Após a retomada da irrigação, a transpiração das plantas aumentou até atingir valores similares aquelas cultivadas sob regime irrigado (Figura 1A). A menor quantidade de água disponível devido à evapotranspiração pode alterar o comportamento fisiológico das plantas de diversas maneiras. As plantas de milho provavelmente reduziram sua transpiração para manter a turgescência de seus tecidos foliares devido à redução na disponibilidade de água (RODRIGUES et al. 2014).

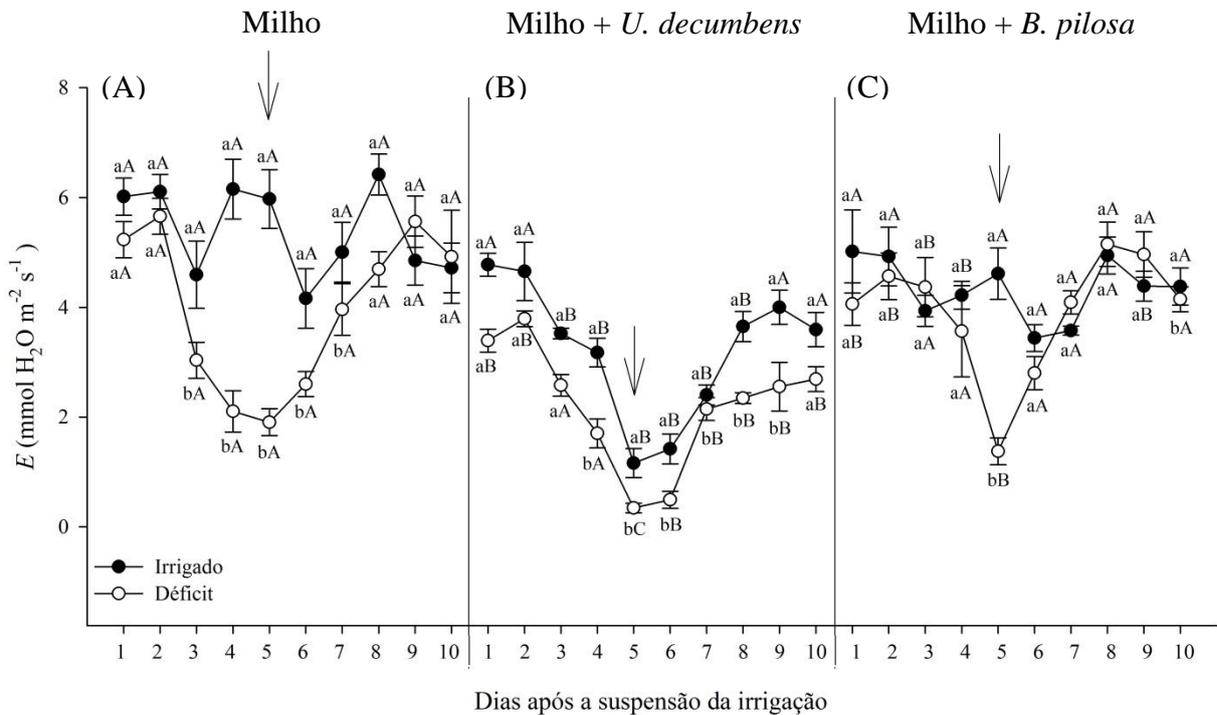


Figura 1. Taxa transpiratória (E) das plantas de milho em monocultivo e em interação com *Urochloa decumbens* e *Bidens pilosa*, submetidas a dois regimes hídricos sem e com déficit hídrico. As letras maiúsculas comparam a interação entre plantas e as letras minúsculas comparam os regimes hídricos. As setas indicam o momento do retorno da irrigação e as barras indicam o erro padrão da média a 95% de probabilidade.

A presença da *U. decumbens* junto ao milho, em regime irrigado, reduziu a transpiração da cultura (terceiro ao oitavo dia) em relação ao cultivo isolado (Figura 1B). Nos tratamentos com restrição hídrica a redução na transpiração das plantas de milho foi observada durante todo o período avaliado (Figura 1B). Diferentemente da *B. pilosa*, a *U.*

decumbens é uma monocotiledônea e sua raiz explora uma mesma região que as plantas de milho (RODRIGUES et al., 2014), reduzindo a água disponível para a cultura. A severidade do déficit hídrico aumentou na condição de restrição, e em resposta a essa condição, as plantas de milho reduziram sua *E* a valores inferiores ao tratamento irrigado.

Diferente da *U. decumbens*, a presença de *B. pilosa* não afetou a transpiração das plantas, comparado ao cultivo isolado de milho em regime irrigado (Figura 1C). Nos tratamentos onde a irrigação foi suspensa, apenas no quinto dia após a restrição hídrica foi observado à redução na transpiração (Figura 1C). As plantas de milho e *B. pilosa* podem ter explorado regiões diferentes do substrato devido à morfologia radicular dessa espécie. A *B. pilosa* possui raiz pivotante, e é capaz de alcançar maiores profundidades no solo (YAN et al., 2016). De forma contrária, as raízes do milho se concentram nas camadas superficiais (raiz tipo fasciculada), portanto, as plantas de *B. pilosa* ao absorver água em regiões mais profundas do solo, não restringe a quantidade disponível para as plantas de milho. Esse fato pode explicar a *E* similar entre os tratamentos em convivência e isolado, tanto em regimes irrigados quanto em restrição hídrica, para o período avaliado.

A condutância estomática (*g_s*) das plantas de milho cultivadas isoladamente foi menor na condição de restrição hídrica do primeiro ao oitavo dia (Figura 2A). A *g_s* medida nas folhas pode ser alterada devido a dois fatores, a mudança da abertura estomática e ao déficit de pressão de vapor (DPV) entre o interior da folha e atmosfera (RYAN et al., 2016).

Apesar da menor *g_s* no primeiro e segundo dia após o fim da irrigação indicar a redução da abertura estomática, a transpiração das plantas de milho não foi afetada. Nos períodos iniciais, as folhas de milho ainda se encontravam hidratadas, e provavelmente, a umidade da câmara sub estomática estava próxima a 100%. A alta umidade no interior das folhas pode ter favorecido a perda de vapor de água devido ao maior DPV gerado, mesmo em condições de menor abertura estomática (MCADAM et al., 2015; RYAN et al., 2016). No entanto, à medida que as células foliares perdem água, a umidade no interior da folha e o DPV são reduzidos, resultando na menor transpiração observada a partir do terceiro dia em condições de restrição hídrica.

A presença de *B. pilosa* reduziu a *g_s* do milho apenas no quinto dia após o fim da irrigação (Figura 2C). Por outro lado, a convivência com a *U. decumbens* reduziu a *g_s* da cultura em todos dias de avaliação no regime irrigado (Figura 2B). Além disso, na presença de *U. decumbens* e após o quarto dia de restrição hídrica, a *g_s* das plantas de milho foi ainda menor comparado a todos os outros tratamentos (Figura 2B).

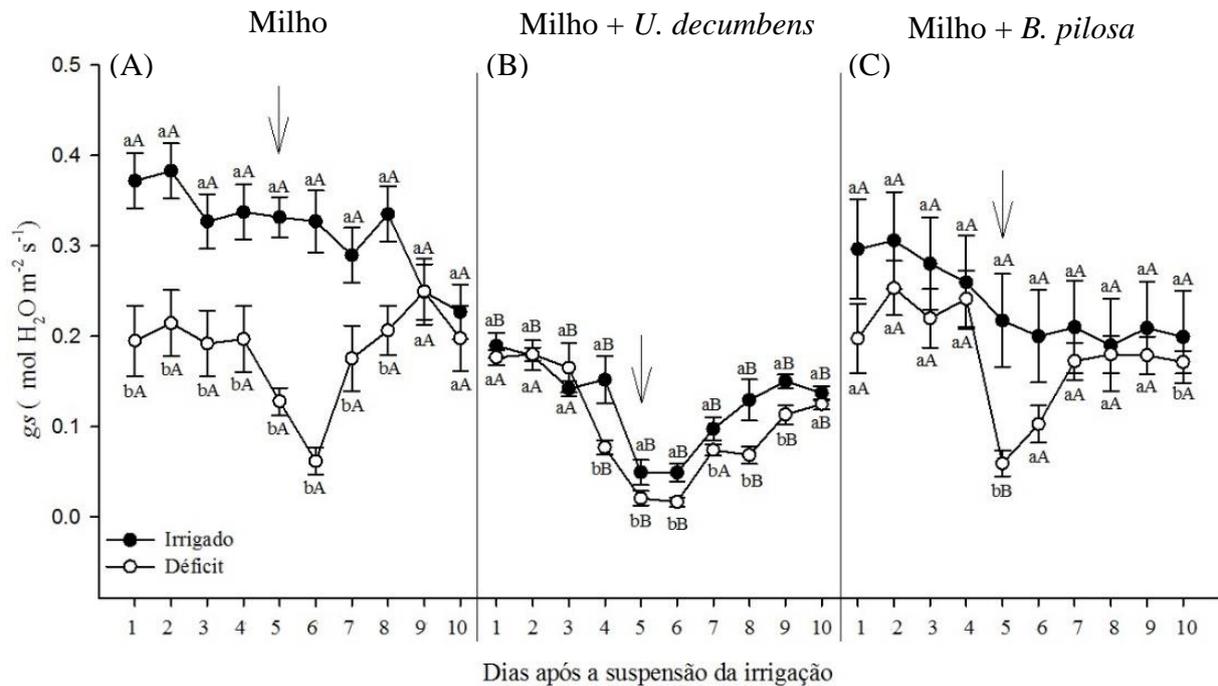


Figura 2. Condutância estomática (gs) das plantas de milho em monocultivo e em interação com *Urochloa decumbens* e *Bidens pilosa*, submetidas a dois regimes hídricos sem e com déficit hídrico. As letras maiúsculas comparam a interação entre plantas e as letras minúsculas comparam os regimes hídricos. As setas indicam o momento do retorno da irrigação e as barras indicam o erro padrão da média a 95% de probabilidade.

O milho e *U. decumbens* possuem mecanismo C4 de fixação de carbono. Esse mecanismo permite a essas espécies crescer e acumular matéria seca mesmo em condições com menor disponibilidade hídrica. No entanto, a quantidade de água disponível do solo é rapidamente reduzida ao ponto de afetar o mecanismo fisiológico das plantas, e isso foi observado nos vasos com a presença dessas duas espécies. A resposta do milho a condição de baixa umidade do solo quando em coexistência com *U. decumbens* em ambos regimes hídricos foi reduzir a perda de água para atmosfera através do fechamento estomático, explicando a menor gs e E medida.

A capacidade das plantas de milho em fechar seus estômatos está relacionado ao sinal geral pelo déficit hídrico no solo. Nessas condições as plantas aumentam a síntese de ácido abscísico (ABA) em suas raízes, e exportam esse hormônio para as folhas, sinalizando as células a condição de restrição hídrica (PEI; KUCHITSU, 2005; LISAR et al. 2012). Uma vez que as células recebem o sinal, as células-guardas perdem turgor, promovendo o fechamento estomático necessário para reduzir a E .

A A observada nos tratamentos com milho isolado foi menor em regime de restrição hídrica (Figura 3A). Apesar da redução de A ao sexto dia, a espécie *B. pilosa* não afetou a A

das plantas de milho sob regime irrigado (Figura 3C). A presença de *B. pilosa* não afetou a *A* do milho sob deficiência hídrica, comparado ao milho isolado (Figura 3C).

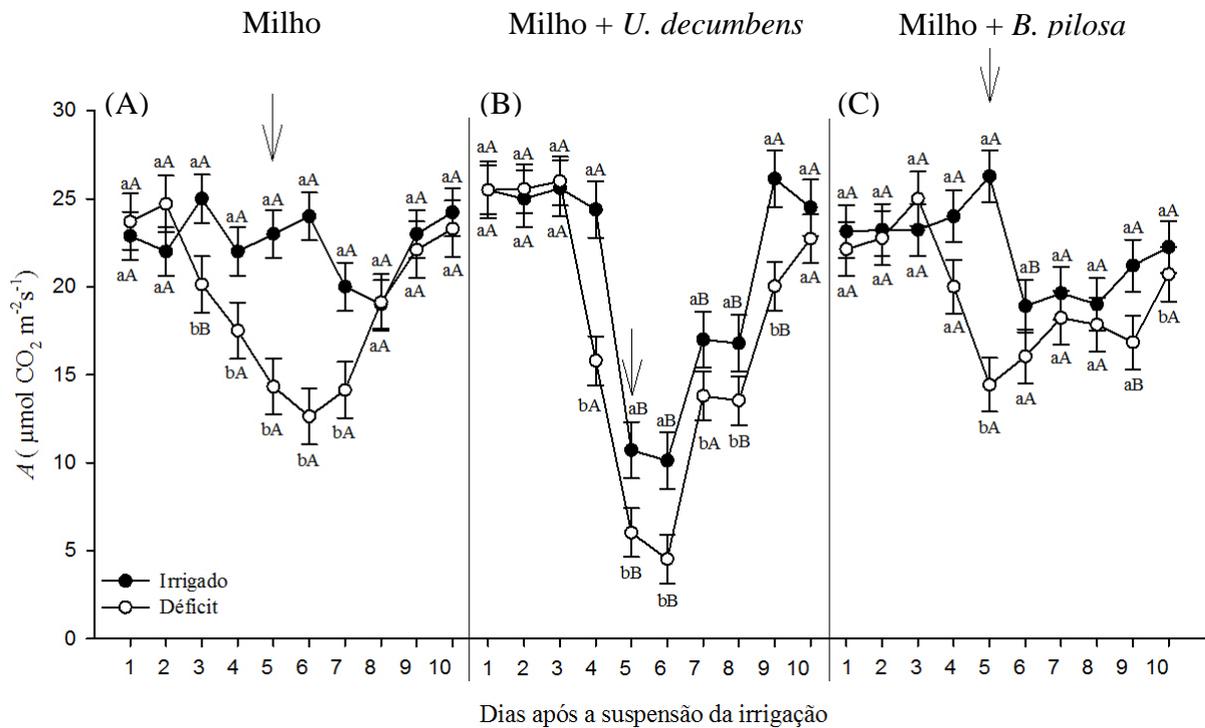


Figura 3. Taxa fotossintética (*A*) das plantas de milho em monocultivo e em interação com *Urochloa decumbens* e *Bidens pilosa*, submetidas a dois regimes hídricos sem e com déficit hídrico. As letras maiúsculas comparam a interação entre plantas e as letras minúsculas comparam os regimes hídricos. As setas indicam o momento do retorno da irrigação e as barras indicam o erro padrão da média a 95% de probabilidade.

As plantas de milho quando em coexistência com *B. pilosa* demonstraram uma redução na *g_s* no quinto dia. No entanto, a *A* não foi alterada nesse tratamento. Esse fato pode ser explicado devido ao mecanismo de concentração do CO_2 no interior das células da bainha do feixe vascular (GEISSLER et al., 2016). Apesar do menor influxo de CO_2 atmosférico resultante do fechamento parcial dos estômatos, as plantas de milho puderam manter a fotossíntese constante devido a PEP-carboxilase, enzima que fixa o carbono atmosférico mais rapidamente, mesmo em baixíssimas concentrações de carbonato de hidrogênio.

A presença de *U. decumbens* nos vasos reduziu a *A* das plantas de milho do quinto ao oitavo dia em regime irrigado (Figura 3B). O menor valor para *A* foi observado no tratamento em déficit e em competição com *U. decumbens* (Figura 3B). A *A* constante medida nos tratamentos em convivência com *B. Pilosa* não foi observada quando o milho estava convivendo com *U. decumbens* em ambos sistemas de irrigação. Nesse tratamento a *g_s* atingiu valores próximos à zero, indicando o fechamento total dos estômatos. Apesar do mecanismo de concentração de CO_2 , é necessário uma quantidade mínima para que plantas de milho

mantenham sua fotossíntese líquida positiva (GEISLER et al., 2016). Assim, nos tratamentos em competição com a *U. decumbens*, a concentração de CO₂ nos tecidos foliares podem ter alcançado valores abaixo do ponto de compensação, reduzindo a *A* dessas plantas.

As plantas de milho recuperaram a *A* após a retomada da irrigação (Figura 3A). No entanto, a recuperação da *A* foi mais lenta nas plantas de milho cultivadas junto a *U. decumbens*, irrigadas ou não (Figura 3B). Em condições de déficit hídrico, a presença da *U. decumbens* atrasou em 1 dia a recuperação na *A* (Figura 3B). A retomada da taxa fotossintética nas plantas de milho seguiu o mesmo comportamento que a *g_s*, comprovando a relação direta existente entre a absorção de CO₂ e fotossíntese (MINER et al., 2017). Outros mecanismos não possuem a mesma resiliência quando submetidas ao estresse hídrico. Por exemplo, o déficit hídrico fortalece as propriedades mecânicas da parede, afetando a expansão foliar quando esse tecido é novamente hidratado (TENHAKEN et al., 2015).

3.2 Comportamento fisiológico de *Urochloa decumbens* em diferentes regimes hídricos e arranjo de plantas

Em cultivos isolados, a *E* e *g_s* das plantas de *U. decumbens* foi menor no regime com restrição hídrica (Figura 4A; C). Quando coexistindo com plantas de milho, a *U. decumbens* apresentou uma menor *E* e *g_s*, mesmo em sistemas irrigados (Figura 4B; D). Os menores valores de *E* e *g_s* foram medidas quando a *U. decumbens* foi cultivada em regime de restrição hídrica e em coexistência com o milho (Figura 4B; D).

Assim como em plantas de milho, o déficit hídrico no solo gerou um estímulo que permitiu a *U. decumbens* reduzir a perda de água via estômatos. Esse mecanismo permite que plantas suportem situações de déficit hídrico no solo (SHARMA et al., 2015). Apesar do fechamento estomático reduzir o influxo de CO₂ atmosférico no mesófilo foliar, a menor *g_s* observada nas folhas da *U. decumbens* reduziu a transpiração e perda de água, mantendo a turgescência dos tecidos das plantas.

Após a retomada da irrigação, tanto em cultivos isolados quanto em convivência, as plantas de *U. decumbens* não restabeleceram sua *E* e *g_s* (Figura 4A; C; B; D).

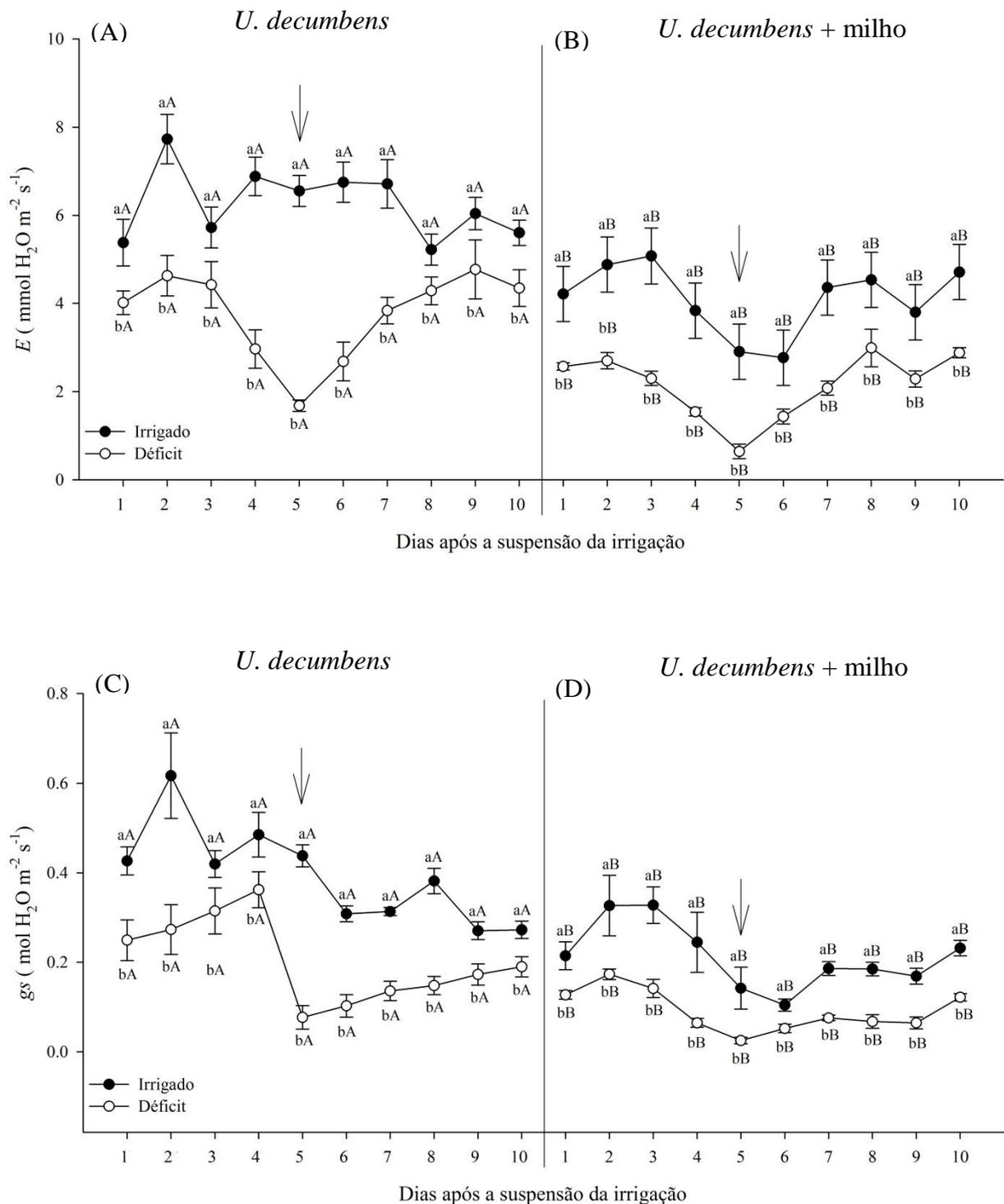


Figura 4. Taxa transpiratória (E) e condutância estomática (g_s) das plantas de *U. decumbens* em monocultivo e em interação com milho, submetidas a dois regimes hídricos sem e com déficit hídrico. As letras maiúsculas comparam a interação entre plantas e as letras minúsculas comparam os regimes hídricos. As setas indicam o momento do retorno da irrigação e as barras indicam o erro padrão da média a 95% de probabilidade.

Plantas podem ajustar seu sistema fisiológico quando submetido a diferentes estresses (MINER et al., 2017; TENHAKEN et al., 2015). Nas plantas de milho, a retomada da

irrigação elevou os valores de E e g_s ; no entanto, a *U. decumbens* não demonstrou o mesmo comportamento quanto a essas variáveis. Diferentemente do milho, o déficit hídrico temporário no solo alterou de forma prolongada os mecanismos fisiológicos da *U. decumbens*. Mesmo após a retomada da irrigação, as plantas de *U. decumbens* em convivência com o milho ainda mantiveram baixos valores de E e g_s . Esse comportamento demonstra que a espécie *U. decumbens* é conservadora para o recurso água (MOSHELION et al., 2015).

Uma vez submetida ao estresse, a *U. decumbens* ajustou sua fisiologia para economizar água, mesmo quando esse recurso foi fornecido após a irrigação ao sexto dia. A diferença de comportamento entre o milho e a *U. decumbens* pode ser associada ao ciclo de vida dessas espécies. A *U. decumbens* é uma espécie perene, assim, garantir que uma nova condição estressante não ocorra é um mecanismo de assegurar sua sobrevivência. De forma contrária, o milho é uma espécie de crescimento anual, e precisa investir para gerar descendentes como alternativa de perpetuação da espécie (OSAKABE et al., 2014; VAN LOON, 2016). Em muitas espécies, é possível observar que estresses abióticos como o déficit hídrico aceleram o florescimento para produção de sementes (VAN LOON, 2016).

A A da *U. decumbens* não alterou quando em competição com o milho em regime irrigado (Figura 5B). Nos tratamentos com restrição hídrica, a competição com o milho reduziu a A da *U. decumbens* do quarto ao sexto dia (Figura 5B).

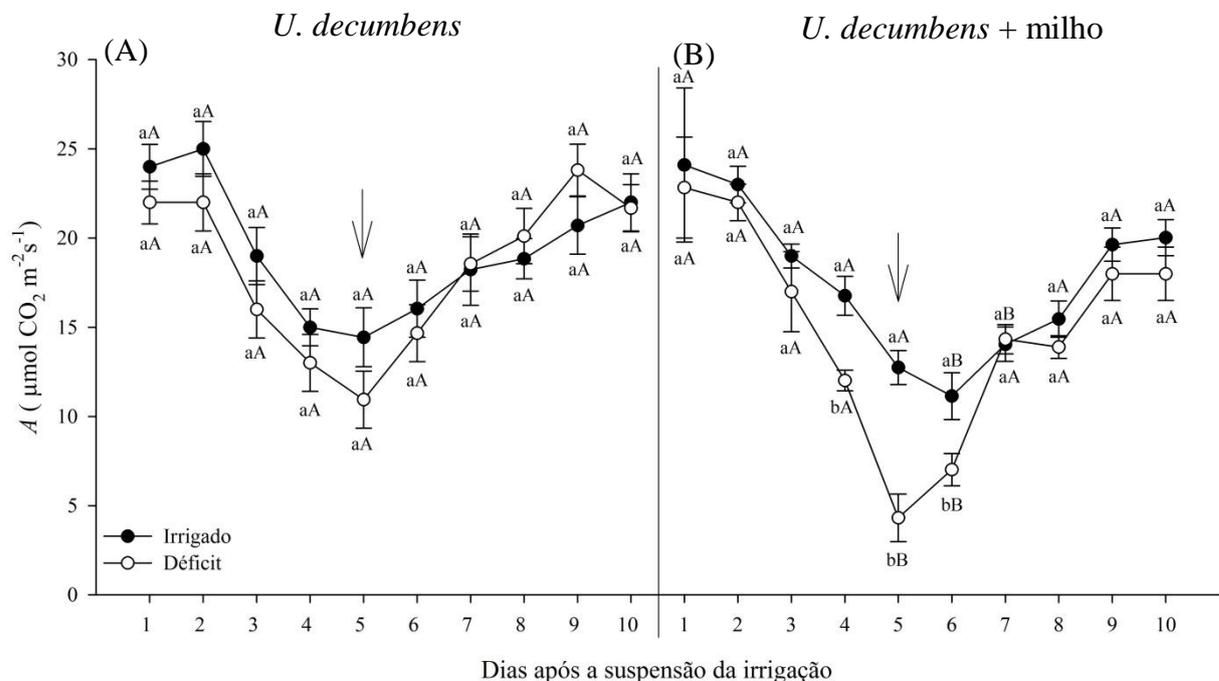


Figura 5. Taxa fotossintética (A) das plantas de *U. decumbens* em monocultivo e em interação com milho, submetidas a dois regimes hídricos sem e com déficit hídrico. As letras maiúsculas comparam a interação entre plantas e as letras minúsculas comparam os regimes

hídricos. As setas indicam o momento do retorno da irrigação e as barras indicam o erro padrão da média a 95% de probabilidade.

A redução da g_s nas condições de cultivo isolado sob restrição hídrica e em convivência sob irrigação não afetou a A da *U. decumbens*. Menores valores de g_s implicam em uma menor absorção de CO_2 atmosférico para células do mesófilo, e conseqüentemente uma menor quantidade de carbono fixado. No entanto, o mecanismo de concentração de carbono da espécie *U. decumbens* foi eficiente, permitindo a redução da perda de água sem afetar a fixação de carbono. Apenas a condição de alta severidade do estresse hídrico (regimes com restrição e competindo com milho) foi capaz de reduzir os valores de g_s ao ponto de prejudicar a A .

3.3 Comportamento fisiológico de *Bidens pilosa* em diferentes regimes hídricos e arranjo de plantas

A E e a g_s das plantas de *B. pilosa* foi maior nos tratamentos isolados e com restrição hídrica do primeiro ao terceiro dia (Figura 6A; C). Após esse período, não houve diferença entre os tratamentos para os valores de E e g_s (Figura 6A; C).

A alta E e g_s nos períodos iniciais em tratamentos isolados pode ser uma estratégia da *B. pilosa* para aumentar a extração de água do solo após o fim da irrigação. Dentre os mecanismos de adaptação a seca, algumas plantas podem elevar sua capacidade em absorver água do solo, seja pelo maior acúmulo de solutos nas raízes, ou pela maior pressão negativa formada pelo processo transpiratório (FANG; XIONG, 2015; GLINSKI, 2018).

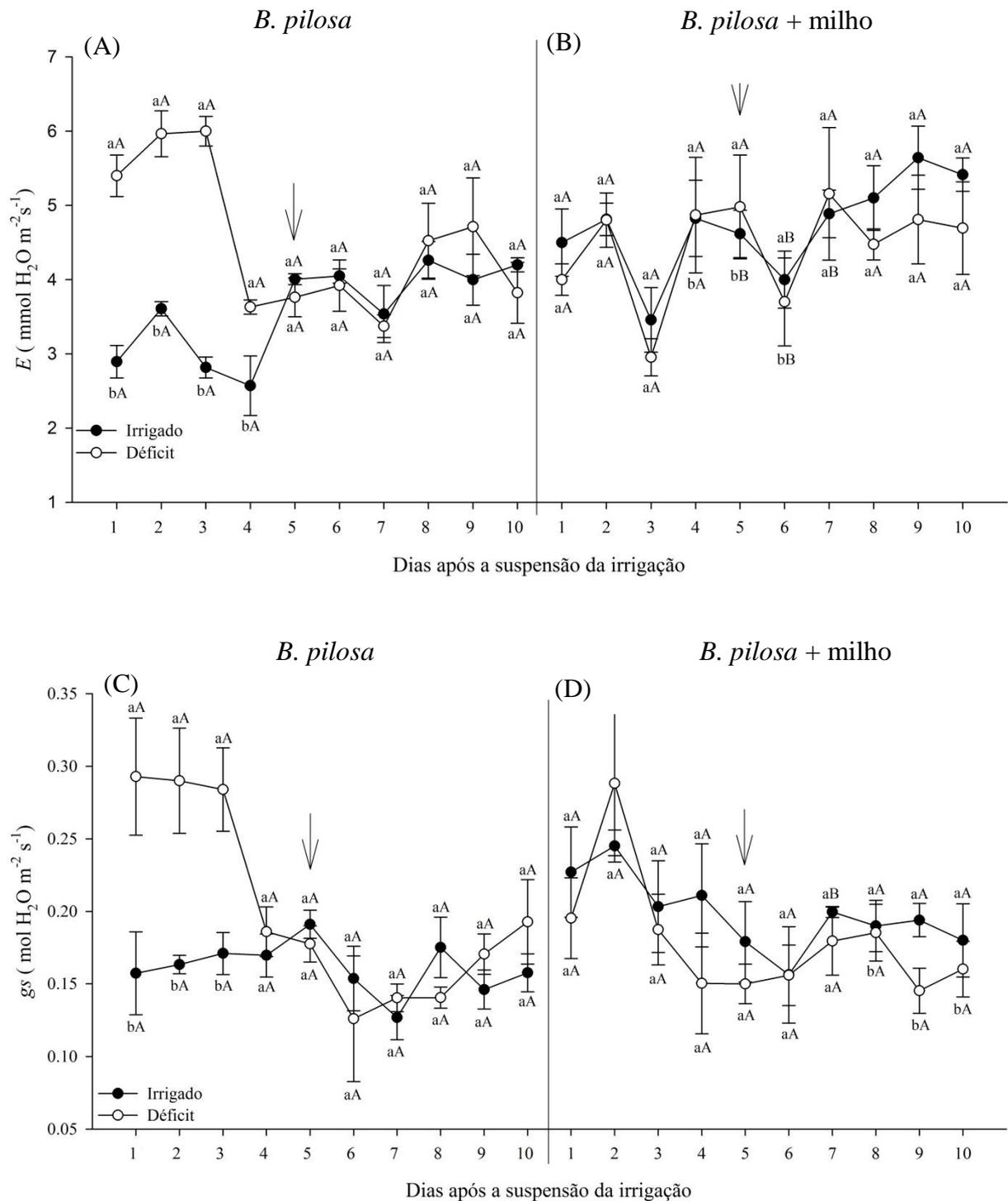


Figura 6. Taxa transpiratória (E) e condutância estomática (g_s) das plantas de *B. pilosa* em monocultivo e em interação com milho, submetidas a dois regimes hídricos sem e com déficit hídrico. As letras maiúsculas comparam a interação entre plantas e as letras minúsculas comparam os regimes hídricos. As setas indicam o momento do retorno da irrigação e as barras indicam o erro padrão da média a 95% de probabilidade.

A *B. pilosa* ao reconhecer o sinal de menor disponibilidade de água aumentou a g_s em seus estômatos, resultando em uma maior E . A maior perda de água devido a maior E pode

reduzir o valor de potencial hídrico na planta, aumentando a absorção de água no solo (FANG; XIONG, 2015). No entanto, esse comportamento foi observado apenas nos períodos iniciais após o fim da irrigação. A medida que a quantidade de água do solo foi reduzida, a *B. pilosa* manteve a g_s em níveis similares ao tratamento sem competição e irrigado.

A A das plantas de *B. pilosa* foi maior apenas no tratamento isolado com restrição hídrica (Figura 7A). Essa maior A foi observada apenas do primeiro ao terceiro dia após o fim da irrigação (Figura 7A).

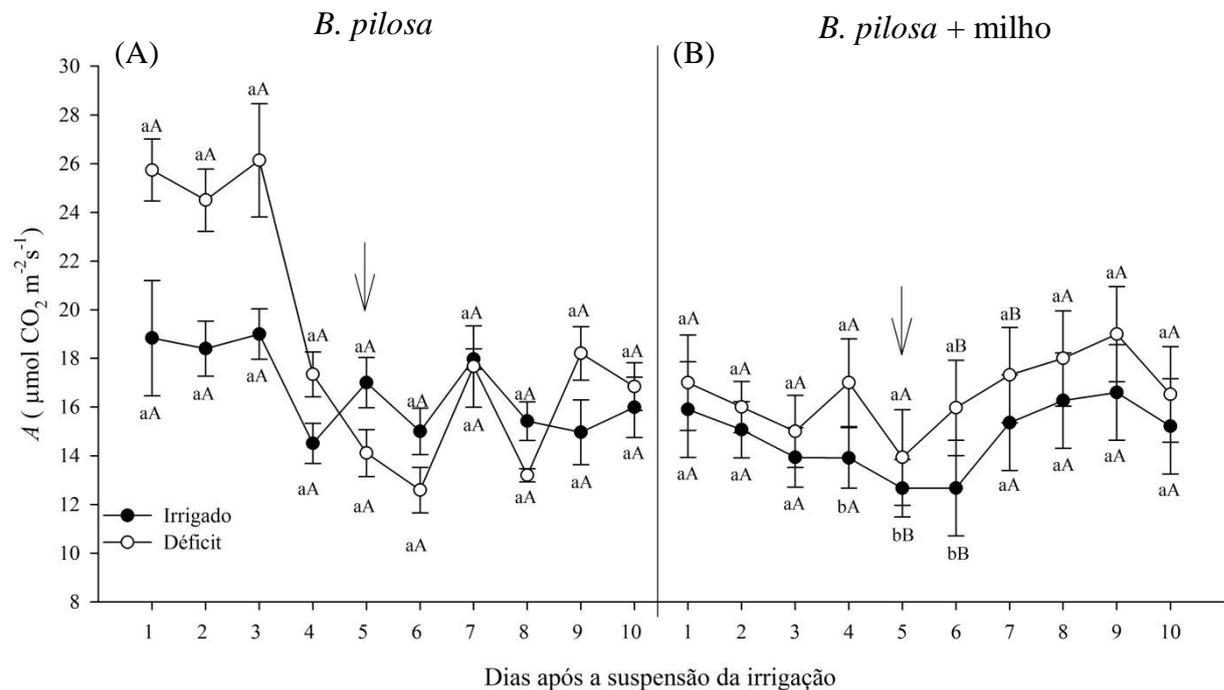


Figura 7. Taxa fotossintética (A) das plantas de *B. pilosa* em monocultivo e em interação com milho, submetidas a dois regimes hídricos sem e com déficit hídrico. As letras maiúsculas comparam a interação entre plantas e as letras minúsculas comparam os regimes hídricos. As setas indicam o momento do retorno da irrigação e as barras indicam o erro padrão da média a 95% de probabilidade.

Esse comportamento foi reflexo da maior g_s medida nas plantas o que permitiu um maior influxo de CO₂ no interior do mesófilo foliar. A *B. pilosa* é uma espécie C3, e a maior concentração de CO₂ no mesófilo aumenta a fixação de carbono (reduz a fotorespiração), permitindo maior acúmulo de matéria seca (EHLERS ET AL., 2015).

A maior A das plantas de *B. pilosa* nos períodos iniciais de restrição hídrica pode resultar em uma maior quantidade de fotoassimilados disponíveis para o crescimento de raízes, devido o ajustamento osmótico e melhor eficiência dos fotossistemas e das enzimas envolvidas (LI et al., 2015; LUO et al., 2016). Uma vez que as raízes dessa espécie exploram um maior volume de solo, a capacidade de absorver a água disponível aumenta, elevando a

tolerância ao estresse hídrico. No entanto, em condições de maior severidade do estresse (restrição hídrica + convivência) e de ausência de estresse hídrico, o comportamento responsável pelo aumento na *A* não foi evidenciado.

As alterações negativas resultante da restrição hídrica foram agravadas devido a presença das plantas daninhas, e essas foram maiores quando o milho estava em convivência com a *U. decumbens*. Essas gramíneas apresentam algumas semelhanças fisiológicas e morfológicas, e portanto, disputam os mesmos recursos em uma intensidade semelhante. Essas semelhanças não são evidentes entre o milho e *B. pilosa*, explicando a menor competição entre essas espécies.

As espécies *U. decumbens*, e *B. pilosa* se comportaram de maneira diferente após a imposição da restrição hídrica e quando em convivência com o milho. Os ajustes fisiológicos de cada planta daninha podem permitir a elas a sobrevivência em condições de déficit hídrico. Além disso, essa diferença no comportamento se mostrou diretamente ligada à capacidade competitiva exercida sobre o milho.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As espécies *B. pilosa* e *U. decumbens* agravaram em intensidades diferentes os efeitos negativos sobre a transpiração (E), condutância estomática (gs), e taxa fotossintética (A) do milho em condição de restrição hídrica.

A *U. decumbens* foi mais agressiva em relação a *B. pilosa* em convivência com o milho, em ambos regimes hídricos.

A convivência com o milho afetou a E e gs da *U. decumbens* nos dois regimes hídricos e a A foi alterada apenas quando as plantas estavam coexistindo sob déficit hídrico. A E , gs e A das plantas de *B. pilosa* não foram afetados pela convivência com o milho, nos dois regimes hídricos.

A convivência com o milho foi mais desvantajosa para a *U. decumbens* do que para a *B. pilosa*.

REFERÊNCIAS

- CHAVES, M. M. et al. Controlling stomatal aperture in semi-arid regions—The dilemma of saving water or being cool?. **Plant Science**, v. 251, p. 54-64, 2016.
- Companhia Nacional de Abastecimento. CONAB. Acomp. safra bras. Grãos; v.5 - Safra 2017/18, Quarto levantamento, janeiro 2018.
- CUTTI, L. et al. Winter cover crops on weed infestation and maize yield. **Revista Caatinga**, v. 29, p. 885-891, 2016.
- DASS, A. et al. Weed management in rice using crop competition-a review. **Crop Protection**, v. 95, p. 45-52, 2017.
- EHLERS, I. et al. Detecting long-term metabolic shifts using isotopomers: CO₂-driven suppression of photorespiration in C₃ plants over the 20th century. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 112, p.15585-15590, 2015.
- EMBRAPA. 2013. empresa brasileira de pesquisa agropecuária. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3 ed. rev. Ampl. Embrapa, 353p.
- FANG, Y.; XIONG, L. General mechanisms of drought response and their application in drought resistance improvement in plants. **Cellular and molecular life sciences**, v. 72, p. 673-689, 2015.
- GEISSLER, N. et al. Elevated atmospheric CO₂ concentration leads to different salt resistance mechanisms in a C₃ (*Chenopodium quinoa*) and a C₄ (*Atriplex nummularia*) halophyte. **Environmental and Experimental Botany**, v. 118, p. 67-77, 2015.
- GLINSKI, J. Soil physical conditions and plant roots. **CRC press**, 2018.
- GUDESBLAT, G. E., IUSEM N. D., MORRIS P. C. Guard cell-specific inhibition of Arabidopsis MPK3 expression causes abnormal stomatal responses to abscisic acid and hydrogen peroxide. **New Phytologist**. v. 173, p.713–721, 2007.

IPA. 2008. Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária. Recomendações de adubação para o estado de Pernambuco (2º aproximação). **2 Ed. IPA, 198p.**

LEEUWEN, C. V.; DARRIET, P. The impact of climate change on viticulture and wine quality. **Journal of Wine Economics**, v. 11, p. 150-167, 2016.

LI, A. X. et al. Root-specific expression of wheat expansin gene TaEXPB23 enhances root growth and water stress tolerance in tobacco. **Environmental and Experimental Botany**, v.110, p.73-84, 2015.

LIMA, M. F. P. et al. Weed growth and dry matter partition under water restriction. **Planta Daninha**.v.34, p.701-708, 2016.

LISAR, S. Y. S. et al. 2012. Water stress in plants: causes, effects and responses. **Water Stress**, prof. Ismail Md. Mofizur Rahman (Ed.), ISBN: 978-953-307-963-9, In Tech, Available from: <http://www.intechopen.com/books/water-stress/water-stress-in-plants-causes-effects-and-responses>.

LOBELL, D. B. et al. The shifting influence of drought and heat stress for crops in northeast Australia. **Global change biology**, v. 21, p. 4115-4127, 2015.

LUO, H. H.; ZHANG, Y. L.; ZHANG, W. F. Effects of water stress and rewatering on photosynthesis, root activity, and yield of cotton with drip irrigation under mulch. **Photosynthetica**, v. 54, p. 65-73, 2016.

MCADAM, S. A. M; BRODRIBB, T. J. The evolution of mechanisms driving the stomatal response to vapor pressure deficit. **Plant Physiology**, v. 167, p. 833-843, 2015.

MICKELBART, M. V.; HASEGAWA, P. M.; BAILEY-SERRES, J. Genetic mechanisms of abiotic stress tolerance that translate to crop yield stability. **Nature Reviews Genetics**, v. 16, p. 237, 2015.

MINER, G. L.; BAUERLE, W. L.; BALDOCCHI, D. D. Estimating the sensitivity of stomatal conductance to photosynthesis: a review. **Plant, cell & environment**, v. 40, p. 1214-1238, 2017.

MOSHELION, M. et al. Role of aquaporins in determining transpiration and photosynthesis in water-stressed plants: crop water-use efficiency, growth and yield. **Plant, cell & environment**, v. 38, p. 1785-1793, 2015.

OSAKABE, Y. et al. Response of plants to water stress. **Frontiers in plant science**, v. 5, p. 86, 2014.

PEI, Z. M.; KUCHITSU, K. Early ABA signaling events in guard cells. **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 24, p. 296-307, 2005.

RESTAINO, C. M.; PETERSON, D. L.; LITTELL, J. Increased water deficit decreases Douglas fir growth throughout western US forests. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 113, p. 9557-9562, 2016.

RODRIGUES, O. L. et al. Physiologic characteristics of corn and *Urochloa brizantha* (Hochst. Ex A. Rich.) R.D. Webster in intercropping cultivation. **Chilean Journal of Agricultural Research**. v. 74, p. 74, 2014.

RYAN, A. C. et al. Gravimetric phenotyping of whole plant transpiration responses to atmospheric vapour pressure deficit identifies genotypic variation in water use efficiency. **Plant Science**, v. 251, p. 101-109, 2016.

SANTOS, O. O. et al. Desempenho ecofisiológico de milho, sorgo e braquiária sob déficit hídrico e reidratação. **Bragantia**, v. 73, p. 203-212, 2014.

SHARMA, D. K. et al. Wheat cultivars selected for high Fv/Fm under heat stress maintain high photosynthesis, total chlorophyll, stomatal conductance, transpiration and dry matter. **Physiologia plantarum**, v. 153, p. 284-298, 2015.

SILVA, P. P. et al. Path analysis for selection of drought tolerant sugarcane genotypes through physiological components. **Industrial crops and products**, v.37, p.11-19, 2012.

SOUSA, R. S. et al. Desempenho produtivo de genótipos de milho sob déficit hídrico. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.14, p. 49-60, 2015.

TENHAKEN, R. Cell wall remodeling under abiotic stress. **Frontiers in plant science**, v. 5, p. 771, 2015.

United States Department of Agriculture. Safra Mundial de Milho 2016/17 - 11º Levantamento do USDA. 2017. Disponível em:< <http://www.fiesp.com.br/indices-pesquisas-e-publicacoes/safra-mundial-de-milho-2/>> Acesso em: 24 Abr. 2017.

UZILDAYA, I. B. et al. 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.

VAN LOON, Leendert C. The intelligent behavior of plants. **Trends in plant science**, v. 21, p. 286-294, 2016.

YAN, Jing et al. Effects of rhizosphere soil microorganisms and soil nutrients on competitiveness of *Bidens pilosa* with different native plants. **Biodiversity Science**, v. 24, p. 1381-1389, 2016.

CAPÍTULO II

EFEITO DA COMPETIÇÃO NA INTERAÇÃO ENTRE MILHO E PLANTAS DANINHAS SUBMETIDAS AO DÉFICIT HÍDRICO TEMPORÁRIO NO SOLO

RESUMO

A capacidade de adaptação das plantas a condição de deficiência hídrica no solo está diretamente relacionada à habilidade competitiva por água de cada espécie. O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito do déficit hídrico temporário no solo e da competição sobre os componentes de crescimento do milho, *Urochloa decumbens* (Stapf) R.D. Webster e *Bidens pilosa* L. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com oito repetições. Os tratamentos foram arranjos em esquema fatorial 5 x 2, com o primeiro fator correspondente aos arranjos entre espécies (milho + *U. decumbens*, milho + *B. pilosa*, milho, *U. decumbens* e *B. pilosa* sem competição) e o segundo fator formado por dois regimes hídricos (irrigação diária e restrição hídrica sem irrigação) quando o milho estava no estágio V3. As variáveis avaliadas foram a altura de plantas, a área foliar, a área foliar específica, a matéria seca da parte aérea, a matéria seca da raiz e a matéria seca total. O déficit hídrico temporário no solo reduziu o crescimento das plantas de milho, porém não afetou as plantas de *U. decumbens* e *B. pilosa*. A competição reduziu o crescimento das plantas de milho e *U. decumbens*. O milho em competição com *U. decumbens* em situação de déficit apresentou a maior redução da matéria seca total em relação aos outros tratamentos. A *U. decumbens* x milho com e sem déficit, e o milho x *B. pilosa* em déficit apresentaram uma redução na matéria seca de 60,79; 55,53; e 56,02%, respectivamente. A competição pode intensificar os efeitos negativos causados pelo déficit hídrico no solo em plantas de milho e *U. decumbens*.

Palavras-chaves: *Bidens pilosa* L., restrição de água, *Urochloa decumbens* (Stapf) R.D. Webster, *Zea mays* L.

EFFECT OF COMPETITION IN THE INTERACTION BETWEEN MAIZE AND WEED PLANTS SUBMITTED TO THE TEMPORARY WATER DEFICIT ON THE SOIL

ABSTRACT

The ability of the plants to adapt to the water deficiency condition in the soil is directly related to the ability of competitive by the water of each species. The objective of this work was to evaluate the effect of the temporary water deficit and the competition on the growth components of corn, *Urochloa decumbens* (Stapf) R.D. Webster, and *Bidens pilosa* L. The experimental design was in randomized blocks, with eight replications. The treatments were arranged in a 5 x 2 factorial scheme, with the first factor corresponding to the arrangements between species (corn + *U. decumbens*, corn + *B. pilosa*, corn, *U. decumbens*, and *B. pilosa*). The second factor formed by two water regimes (daily irrigation and water restriction without irrigation) when the corn was at a V3 stage. The evaluated variables are plant height, leaf area, specific leaf area, shoot dry matter, root dry matter and total dry matter. The temporary water deficit in the soil reduced the growth of corn plants, but did not affect the *U. decumbens* and *B. pilosa* plants. The competition reduced the growth of corn and *U. decumbens* plants. Corn in competition with *U. decumbens* and deficit showed the greatest reduction of total dry matter compared to the other treatments. *U. decumbens* x corn with and without deficit, and corn x *B. pilosa* in deficiency showed a reduction in dry matter of 60.79; 55.53; and 56.02%, respectively. The competition can intensify the adverse effects caused by the water deficit in the soil in corn and *U. decumbens* plants.

Keywords: *Bidens pilosa* L., water restriction, *Urochloa decumbens* (Stapf) R.D. Webster, *Zea mays* L.

1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é uma cultura de grande importância econômica, por ser utilizado na alimentação animal via ração ou silagem (BATURE et al., 2016), humana, bem como na produção de biocombustíveis (MUMM et al., 2014; OU et al., 2014; NEVES et al. 2015). Esse cereal é cultivado em diversos países, sendo os Estados Unidos, China e Brasil responsáveis por mais de 65% do total produzido no mundo em 2017 (CONAB, 2018; USDA, 2017). O Brasil é o terceiro maior produtor de milho, com produtividade de 5.562 kg/ha, média considerada baixa quando comparada com o potencial de cultivos de alto nível tecnológico (CONAB, 2018; IBGE, 2017; USDA, 2017). Nesses sistemas, os fatores de produção são minuciosamente controlados, reduzindo os possíveis estresses bióticos e abióticos que podem reduzir a produtividade das lavouras (CUSTÓDIO et al., 2016).

A deficiência hídrica é um dos principais fatores responsáveis pela redução do rendimento da cultura do milho por afetar as relações hídricas da planta, reduzindo o crescimento, o desenvolvimento, conseqüentemente a produtividade da cultura (MARTINS et al., 2011; SALES et al., 2016). A imposição do déficit hídrico pode encurtar o período de formação do grão, e reduzir o crescimento e desenvolvimento do ovário, aumentando o número de grãos abortados (OURY et al., 2015; OURY et al., 2016; MARWEIN et al., 2017). Além disso, o estresse hídrico pode alterar a relação de biomassa raiz/parte aérea (BENJAMIM et al., 2014; GHEYSARI et al., 2017), e reduzir a produção de matéria seca total (AYDINSAKIR et al., 2013; MARWEIN et al., 2017).

A deficiência hídrica é resultado da escassez de água necessária para o pleno desenvolvimento das plantas. Assim, fatores que reduzem a quantidade desse recurso no solo podem agravar seus efeitos negativos. Dentre esses fatores, a competição com as plantas daninhas pode reduzir significante a disponibilidade de água para as culturas (SILVA et al., 2013). Em condições de campo, a competição com plantas daninhas reduziu em até 85% o rendimento de grãos de milho (GANTOLI et al., 2013). A competição entre cultura e planta daninha ocorre quando os recursos, tais como água, luz, CO₂ e nutrientes, são limitantes, e as perdas ocasionadas por essa competição variam conforme a capacidade competitiva das espécies envolvidas (ESMERINI, 2017).

A competição por água depende dos mecanismos de sobrevivência que cada espécie desenvolve em condições de déficit hídrico. Plantas daninhas como Braquiária (*Urochloa decumbens* (Stapf) R.D. Webster) e picão-preto (*Bidens pilosa* L.) são espécies competidoras por água, apresentando elevada eficiência no uso desse recurso (ASPIAZÚ et al., 2010). Isso

permite a essas espécies crescer e desenvolver em condições de baixo nível de água no solo, provocadas por intensos períodos de estiagem, comum em diferentes regiões do Brasil (ASPIAZÚ et al., 2010; SANTOS & CURY, 2011; FLORINDO et al., 2014).

Algumas espécies de plantas daninhas podem apresentar diferentes mecanismos para adaptar à seca, alterando a alocação dos foto-assimilados entre os tecidos da planta, resultando assim em maior capacidade competitiva. Portanto, o conhecimento desses mecanismos é essencial para o entendimento das interações entre o milho e as plantas daninhas e a elaboração de estratégias de manejo visando minimizar a competição por água nos agroecossistemas. Assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar os efeitos do déficit hídrico e da competição sobre os componentes de crescimento do milho, *U. decumbens* e *B. pilosa*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado, no período de maio a junho de 2017, em ambiente protegido da Universidade Federal Rural do Semi-árido (UFERSA), Mossoró-RN. Cujas condições climáticas da região são classificadas segundo Koppen como BSw^h, como semiárido muito quente e com estação chuvosa no verão atrasando-se para o outono, apresentando temperatura média de 27,4°C.

A unidade experimental correspondeu a um vaso plástico com capacidade volumétrica de 8,5 dm³, preenchidos com um Cambissolo (EMBRAPA, 2013), coletado na camada de 0-20 cm. Uma amostra composta do solo foi caracterizada química e fisicamente, apresentando os seguintes resultados: pH (água) = 7,2; CE = 0,14 ds m⁻¹; Matéria Orgânica = 8,10 g Kg⁻¹; P=2,2 mg dm⁻³; K=434,6 mg dm⁻³ e Na=49,3 mg dm⁻³; Ca; Mg; Al, H+Al e CTC efetiva = 11,30; 2,10; 0,00; 0,00 e 14,73 cmolc dm⁻³; areia; silte e argila = 0,57; 0,10 e 0,33 kg kg⁻¹; textura franco argilo arenosa. A adubação do experimento seguiu as recomendações do Ipa (2008).

O delineamento experimental foi em blocos inteiramente casualizados. Os tratamentos foram arranjos em esquema fatorial 5 x 2, com oito repetições. O primeiro fator foi composto pelos arranjos entre as espécies (*Zea mays* + *Urochloa decumbens*; milho + *Bidens pilosa*; *Zea mays*, *U. decumbens* e *B. pilosa* sem competição) e o segundo dos regimes hídricos (irrigado e com restrição hídrica).

O milho híbrido AG-1051 e a braquiária (*U. decumbens*) foram obtidos comercialmente das empresas Seminis e Marangatú Sementes, respectivamente. As sementes de picão-preto (*B. pilosa*) foram coletadas na fazenda experimental da Universidade Federal de Viçosa. As sementes dessas espécies foram submetidas ao teste preliminar de germinação e emergência visando estabelecer o período de semeadura de cada uma de forma que a emergência destas espécies fosse simultânea.

As sementes de milho e plantas daninhas foram semeadas no centro e na borda de cada unidade experimental, respectivamente. As plantas foram desbastadas cinco dias após a sua emergência, permanecendo apenas uma planta de cada espécie no vaso.

As irrigações foram realizadas diariamente, mantendo a umidade próxima a capacidade de campo (70-80 %). O volume de água aplicado em cada vaso foi obtido pela diferença entre o peso do vaso na sua capacidade de campo e o peso ao final de cada dia (CARVALHO et al., 2005).

O déficit hídrico foi estabelecido uma única vez, quando as plantas de milho apresentavam a terceira folha expandida – estágio V3 (14 dias após a emergência), período

onde geralmente a competição com plantas daninhas reduz a produtividade do milho em 10 a 15 % (KOZLOWSKI et al., 2002; TURSUN et al., 2016; GANTOLI et al., 2013). A duração do estresse foi mantida até o momento onde a taxa de assimilação de CO₂ das plantas de milho alcançou valores próximos a zero. A taxa de assimilação do CO₂ foi mensurada com auxílio de um analisador de infravermelho de gases (IRGA, modelo portátil LI-COR Biosciences), conforme metodologia proposta por Lima et al. (2016). O período necessário para que a taxa de assimilação de CO₂ igualasse a zero foi de 5 dias. A partir desse momento, a irrigação foi restabelecida, mantendo a umidade novamente próxima a capacidade de campo. A avaliação dos componentes de crescimento ocorreu aos 40 dias após a emergência, momento no qual a taxa fotossintética das plantas submetidas ao déficit hídrico e plantas irrigadas foram semelhantes.

Os componentes de crescimento avaliados foram à altura da parte aérea (ALT), área foliar (AF), área foliar específica (AFE: razão entre matéria seca de folha por área foliar), matéria seca de raiz (MSR), matéria seca de parte aérea (MSPA), e matéria seca total (MST) das plantas de *Zea mays*, *U. decumbens* e *B. pilosa*. As folhas foram coletadas para mesurar a área foliar através do método de discos obtidos do limbo foliar. Posteriormente, o caule e raiz foram coletados separadamente para obtenção da matéria seca. As folhas, caule e raízes foram acondicionados em sacos de papel, colocadas em uma estufa a 65±1°C durante 72 horas, atingindo peso constante. As partes das plantas foram pesadas em balança analítica.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo Test F ($p < 0,05$) e quando significativas, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. O programa estatístico utilizado para análise de variância e teste de médias foi o SISVAR® 5.6 version. Os gráficos foram construídos pelo programa Sigmaplot® 12.0 version.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Desempenho do milho em condições de déficit hídrico e competição

A interação entre o déficit hídrico e a competição entre as plantas foi significativa. O déficit hídrico reduziu a ALT e AF das plantas de milho quando cultivadas isoladamente e em competição com as plantas de *Bidens pilosa* e *Urochloa decumbens* (Figura 1).

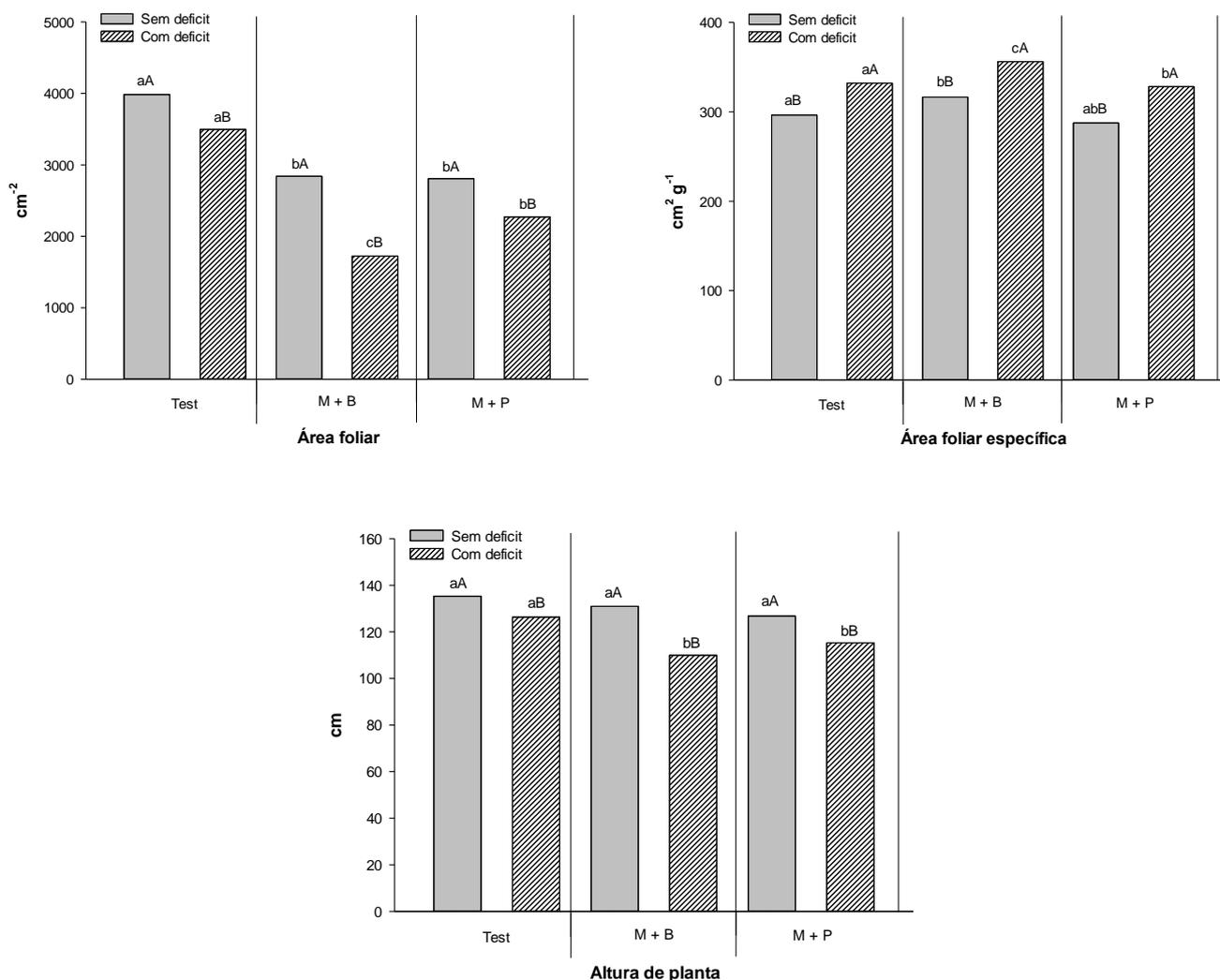


Figura 1. Altura (ATT), área foliar (AF) e área específica (AFE) de milho em monocultivo e competição com *Urochloa decumbens* e *Bidens pilosa*, sob condições de déficit hídrico. A mesma letra minúscula indica ausência de diferenças significativas entre os tipos de arranjos entre plantas, as mesmas letras maiúsculas indicam ausência de diferenças significativas entre os regimes hídricos, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

A redução na disponibilidade de água no solo para a planta pode promover a redução da área foliar devido a menor pressão de turgor das células foliares e do caule (FENG et al., 2016). À medida que as plantas de milho perdem água via transpiração em condições de baixa

disponibilidade hídrica no solo, a pressão de turgor é reduzida devido a menor quantidade de água no interior da célula. A pressão de turgor é um mecanismo responsável pela expansão das células vegetais. Assim, a entrada de água no interior das células gera a força necessária para expansão celular, portanto, em condições com limitação desse recurso no solo, essa força é reduzida, bem como a área foliar (ALVIM et al., 2010; FENG et al., 2016).

A presença de plantas de *B. pilosa* e *U. decumbens* junto às plantas de milho reduziu a AF da cultura em relação ao milho cultivado isoladamente, em condições de disponibilidade de água (Figura 1). Em condições de déficit hídrico, uma maior redução da AF foi encontrada quando o milho foi cultivado com a *U. decumbens* em relação aos outros tratamentos (Figura 1). Isso indica que ocorreu competição pelos recursos de crescimento entre a cultura e as plantas de *B. pilosa* e *U. decumbens*. Mesmo mantendo a quantidade de água no solo próximo a capacidade de campo, as plantas daninhas foram capazes de reduzir a quantidade desse recurso para cultura, afetando a área foliar.

A *U. decumbens* demonstrou maior agressividade comparado a *B. pilosa* em condições de escassez de água, promovendo maior redução da área foliar das plantas de milho. Assim como o milho, a *U. decumbens* apresenta metabolismo C4, e em condições com limitação hídrica é capaz de manter o seu crescimento utilizando menor quantidade de água comparado a *B. pilosa* (GUENNI et al. 2004). Isso pode aumentar a capacidade da *U. decumbens* em competir com o milho.

A competição com as plantas de *U. decumbens* e *B. pilosa*, bem como o déficit hídrico aumentaram a AFE das plantas de milho (Figura 1). Todavia, maior aumento na AFE foi encontrada quando plantas de milho foram cultivadas com a *U. decumbens* (Figura 1). A primeira resposta das plantas quando em déficit hídrico é a redução de sua área foliar (CLAEYS & INZE, 2013). Isso ocasionaria uma menor AFE das plantas de milho, no entanto, as plantas de milho foram mantidas sob estresse até níveis onde a fotossíntese se igualou a zero. Isso significa que as plantas por um período de tempo não assimilavam CO₂, consumindo suas reservas para sua sobrevivência.

Apesar da redução da MSPA representar perdas no crescimento, isso pode beneficiar as plantas sob condições de baixa disponibilidade hídrica e alta temperatura. O principal mecanismo de redução da temperatura foliar é a convecção, resultado da perda de água em estado gasoso via estômatos (esfriamento evaporativo), no entanto, quando não existe disponibilidade de água no solo, a manutenção da temperatura foliar é realizada pelo contato do ar atmosférico e a superfície foliar (VIEIRA JÚNIOR et al. 2007). Assim, o aumento na AFE das plantas de milho permite que essas plantas reduzam a temperatura foliar sem perder

água via estômatos, aumentando sua capacidade de sobrevivência em condições de estresse e competição.

O déficit hídrico e a competição com plantas daninhas reduziram a MSPA e MST das plantas de milho (Figura 2).

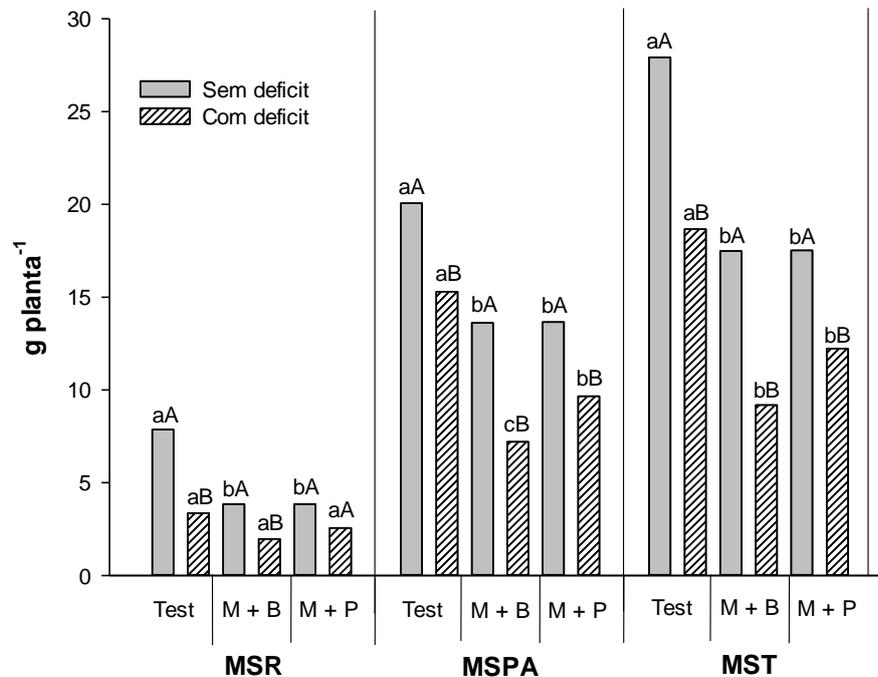


Figura 2. Matéria seca da raiz (MSR), matéria seca da parte aérea (MSPA) e matéria seca total (MST) de milho em monocultivo e competição com *Urochloa decumbens* e *Bidens pilosa*, sob condições de déficit hídrico. A mesma letra minúscula indica ausência de diferenças significativas entre os tipos de arranjos entre plantas, as mesmas letras maiúsculas indicam ausência de diferenças significativas entre os regimes hídricos, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

O menor crescimento e acúmulo de matéria seca nos tecidos é resultado da menor produção de fotoassimilados quando o milho foi submetido ao déficit hídrico e em competição com as plantas daninhas. A síntese de fotoassimilados é dependente da AF disponível e do tempo de exposição à luz (ALEXANDRINO et al. 2005; ALVIM et al, 2010). Assim, fatores que reduzem a área foliar, sem alterar o tempo de exposição à luz, podem diminuir a produção de fotoassimilados. A menor AF ocasionada pela deficiência hídrica e competição reduziu a quantidade de açúcares disponível para crescimento dos tecidos, reduzindo o acúmulo de matéria seca nos diferentes tecidos das plantas de milho (Figura 2).

Além disso, a restrição hídrica e a competição podem ter induzido o fechamento estomático das plantas de milho (BARROS et al. 2017). Plantas de milho quando em condições de falta de água reduzem a abertura estomática a fim de reduzir a perda excessiva

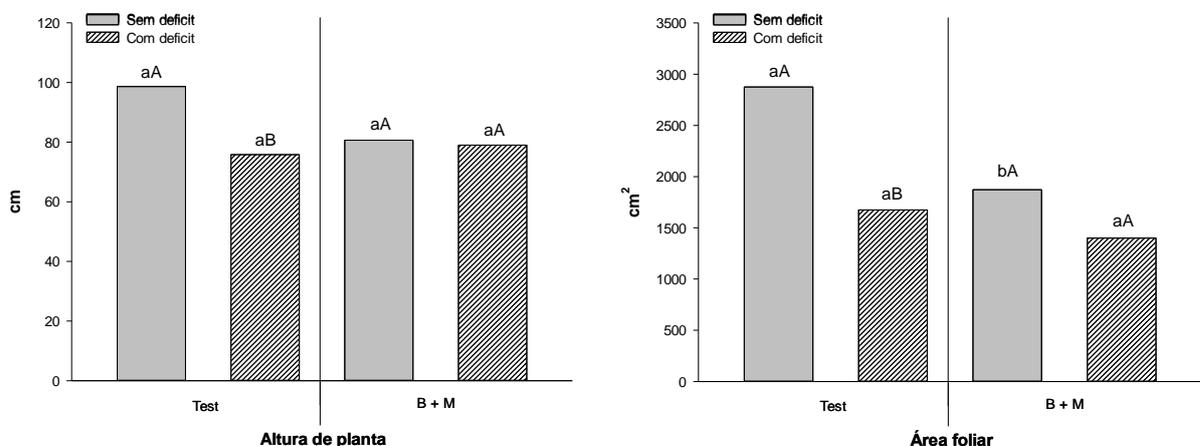
de água (RAJCAN & SWANTON, 2001). No entanto, isso reduz a condutância estomática e a fotossíntese devido a menor absorção de CO₂ no mesofilo, reduzindo a capacidade do milho em acumular matéria seca nos tecidos.

O milho, em condição de déficit hídrico, apresentou uma maior redução na MSPA e MST quando cultivadas simultaneamente com a *U. decumbens* comparado aos outros tratamentos (Figura 2). Isso pode ter sido reflexo da maior agressividade da *U. decumbens* em competir com a cultura, resultando em menor AF e síntese de fotoassimilados na planta de milho. Um menor acúmulo de MSR nas plantas de milho era esperado quando junto a *U. decumbens* devido a menor AF. No entanto, apenas a MSPA foi menor quando comparado aos outros tratamentos.

A intensidade do estresse hídrico pode alterar a distribuição de fotoassimilados nas plantas de milho, priorizando o crescimento de raiz (SOUZA et al. 2016). Assim, a presença da *U. decumbens* pode ter aumentado a intensidade do estresse hídrico. Em resposta a esse estresse, as plantas de milho priorizaram o crescimento da raiz, a fim de manter a capacidade de absorção de água. Resultados semelhantes foram encontrados por Aspiazú et al. (2010) no qual espécies do gênero *Urochloa* também foram competidoras mais eficientes por água comparado à outras plantas daninhas, dentre eles, o *B. pilosa*.

3.2 Desempenho da *Urochloa decumbens* em condições de déficit hídrico e competição

O déficit hídrico reduziu a ATT e AF da *U. decumbens* quando cultivadas isoladamente nos vasos, no entanto, esse efeito não foi verificado nas plantas de *U. decumbens* cultivadas junto ao milho (Figura 3).



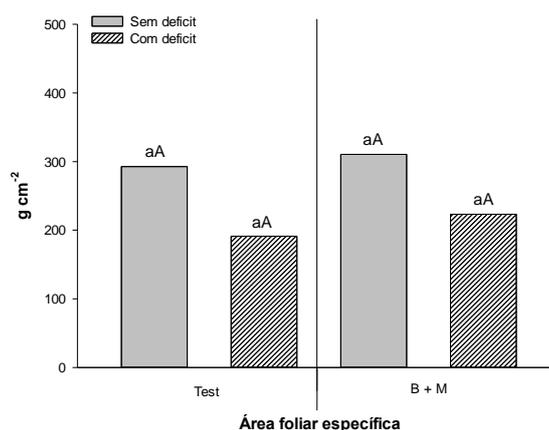


Figura 3. Altura (ATT), área foliar (AF) e área específica (AFE) de *Urochloa decumbens* em monocultivo e competição com milho, sob condições de déficit hídrico. A mesma letra minúscula indica ausência de diferenças significativas entre os tipos de arranjos entre plantas, as mesmas letras maiúsculas indicam ausência de diferenças significativas entre os regimes hídricos, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

A competição pode intensificar os efeitos negativos do déficit hídrico em plantas, contudo, a *U. decumbens* pode ter sido capaz de manter a sua turgescência quando competindo com o milho, tanto com ou sem o estabelecimento do déficit. O melhor controle estomático nas plantas de *U. decumbens* pode auxiliar a manutenção da turgescência foliar, resultando na área foliar similar encontrada nos tratamentos com e sem déficit em competição.

Outra consideração importante é que algumas gramíneas são capazes de extrair a água do solo, mesmo quando há pouca quantidade disponível, para manter uma turgência mínima de seus tecidos (ZHOU et al., 2014). Com isso, a associação do déficit e competição pode não ter sido suficiente para reduzir a quantidade de água no solo até níveis que pudessem intensificar a redução da área foliar da *U. decumbens*.

A composição da parede celular também pode auxiliar as plantas de *U. decumbens* submetidas ao déficit e competição a manter sua área foliar semelhante aquelas cultivadas em competição e sem déficit. A menor elasticidade da parede celular permite a planta manter uma maior área foliar mesmo com a perda de turgor no interior das células (COSGROVE et al., 2015).

A competição com o milho reduziu a MSPA e MST tanto em condições de disponibilidade de água, quanto em déficit hídrico (Figura 4).

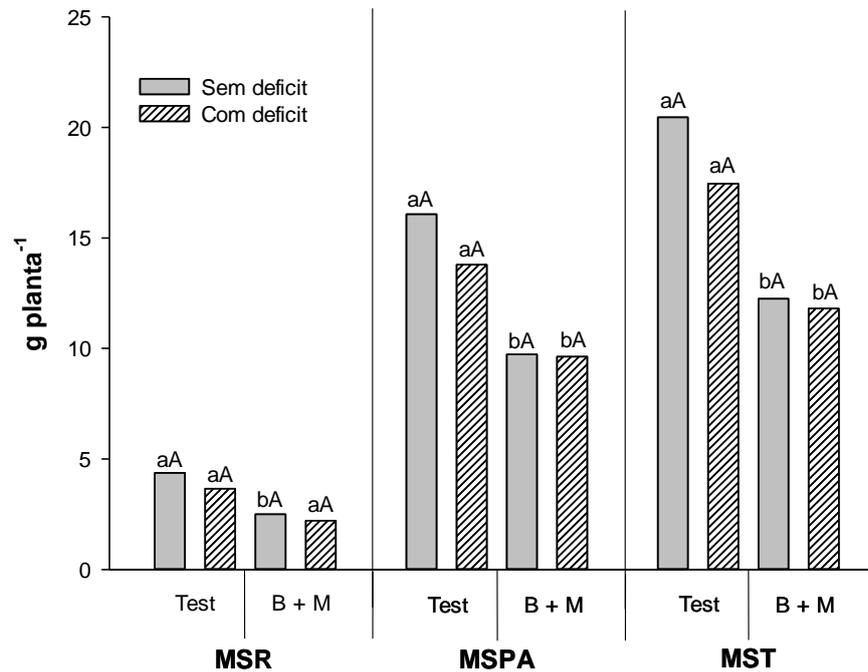


Figura 4. Matéria seca da raiz (MSR), matéria seca da parte aérea (MSPA) e matéria seca total (MST) de *Urochloa decumbens* em monocultivo e competição com milho, sob condições de déficit hídrico. A mesma letra minúscula indica ausência de diferenças significativas entre os tipos de arranjos entre plantas, as mesmas letras maiúsculas indicam ausência de diferenças significativas entre os regimes hídricos, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

Esse resultado é possivelmente devido à redução da expansão e ao fechamento estomático, resultando em uma menor produção de carboidratos para serem acumulados como biomassa (LIMA et al. 2016). Apesar da menor MSPA e MST das plantas de *U. decumbens* em competição com o milho, o déficit hídrico não intensificou essa redução (Figura 4). A *U. decumbens* se mostrou mais agressiva na competição, reduzindo mais intensamente a MSPA e MST das plantas de milho. Portanto, em condições de alto estresse (competição + déficit hídrico) é possível que a *U. decumbens* consiga manter a fixação de carbono, refletindo em um acúmulo de matéria seca similar em competição com o milho com ou sem déficit.

O déficit hídrico associado à competição com o milho intensificou a redução de MSR (Figura 4). A sensibilidade que as raízes das plantas de *U. decumbens* possuem pode ser uma variável resposta a restrição hídrica e a competição pelos recursos do solo, uma vez que, o maior desenvolvimento das raízes ocorre nas camadas de solo cuja disponibilidade de água seja maior. Dessa forma em casos que o déficit hídrico é acentuado, a expansão do sistema radicular das plantas é prejudicada devido à falta de água para o seu desenvolvimento (SANTOS & CARLESSO, 1998).

3.3 Desempenho de *Bidens pilosa* em condições de déficit e competição

As plantas de *B. pilosa* apresentaram um menor ATT, AF, AFE, e MSR quando cultivadas com o milho e sob déficit hídrico em relação às plantas cultivadas isoladamente (Figura 5 e 6).

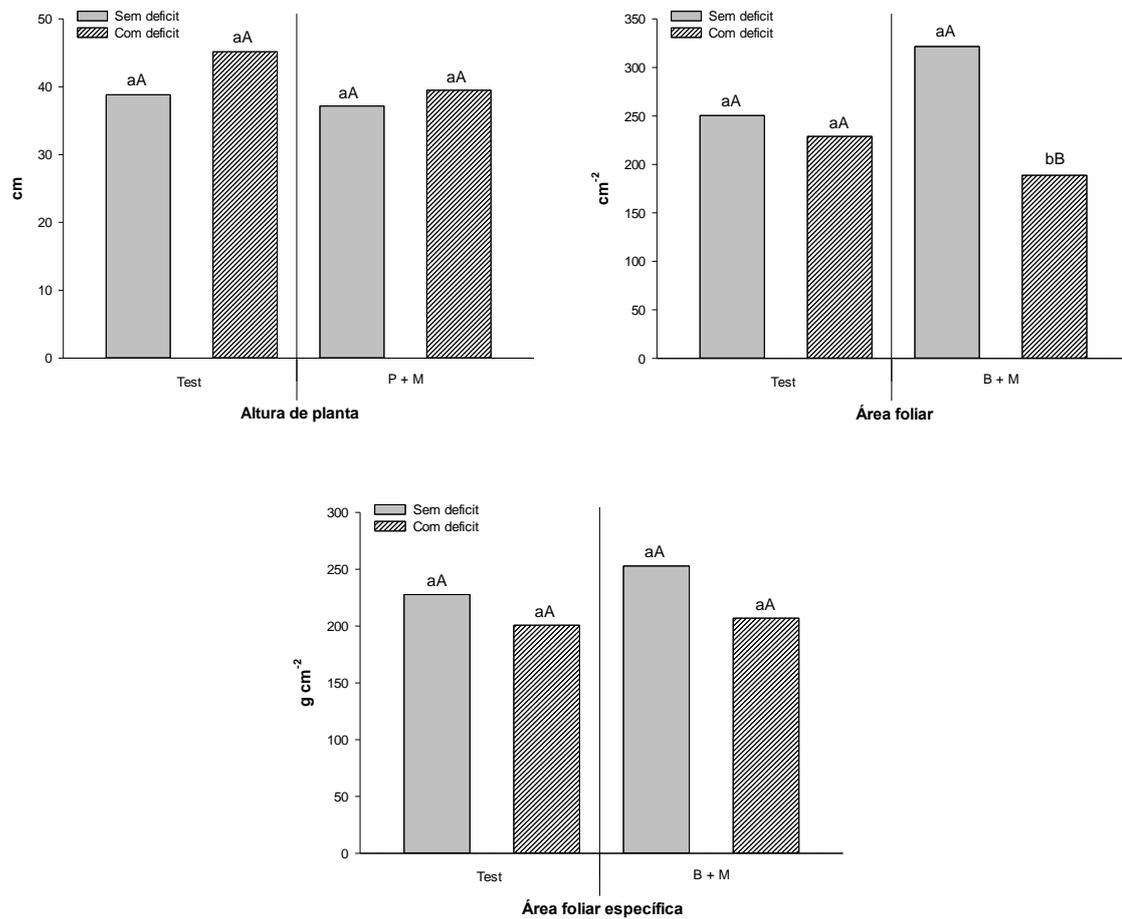


Figura 5. Altura (ATT), área foliar (AF) e área específica (AFE) de *Bidens pilosa* em monocultivo e competição com milho, sob condições de déficit hídrico. A mesma letra minúscula indica ausência de diferenças significativas entre os tipos de arranjos entre plantas, as mesmas letras maiúsculas indicam ausência de diferenças significativas entre os regimes hídricos, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

A alta capacidade competitiva dessas espécies juntamente a restrição hídrica pode ter contribuído para a redução da alocação de biomassa nessas variáveis. No entanto, quando as plantas estavam competindo sob regime irrigado, a *B. pilosa* apresentou maior MSR comparado à testemunha, com acréscimo de 36,36% (Figura 6).

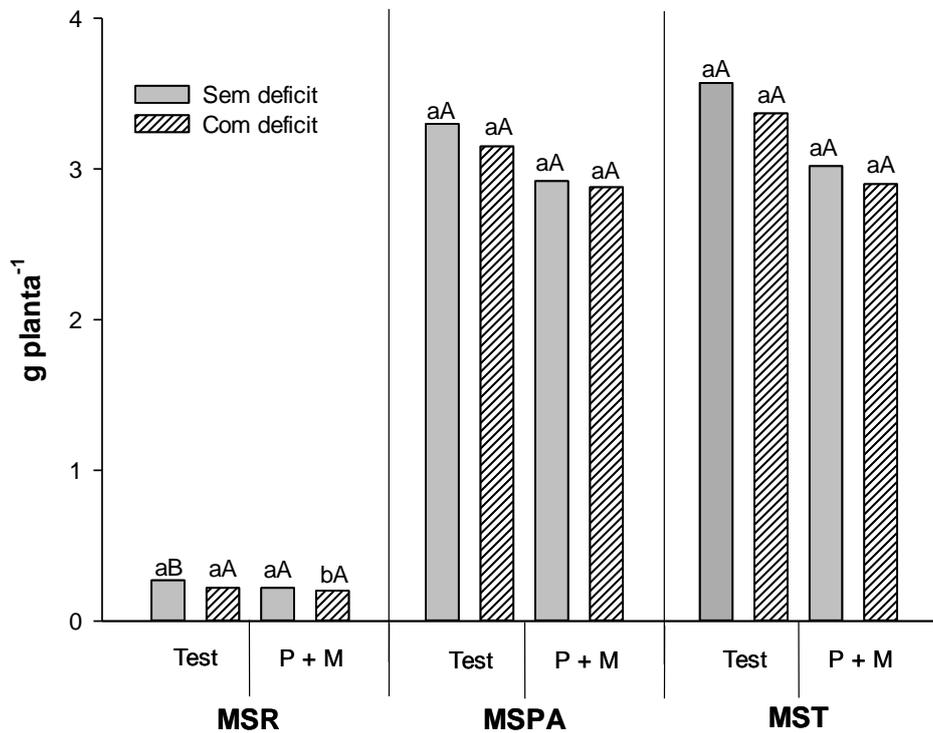


Figura 6. Matéria seca da raiz (MSR), matéria seca da parte aérea (MSPA) e matéria seca total (MST) de *Bidens pilosa* em monocultivo e competição com milho, sob condições de déficit hídrico. A mesma letra minúscula indica ausência de diferenças significativas entre os tipos de arranjos entre plantas, as mesmas letras maiúsculas indicam ausência de diferenças significativas entre os regimes hídricos, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

As plantas de *B. pilosa* podem ter investido uma maior parte dos fotoassimilados para o crescimento da raiz a fim de escapar da competição por água com as plantas de milho (PROCÓPIO et al., 2004b). O maior comprimento da raiz permite as plantas de *B. pilosa* extrair água de camadas mais profundas do solo, região na qual as plantas de milho não seriam capazes de absorver água.

3.4 Interação déficit hídrico e competição no crescimento do milho, *Urochloa decumbens* e *Bidens pilosa*

O milho em competição com *U. decumbens* em situação de déficit apresentou a maior redução da matéria seca total em relação aos outros tratamentos (Tabela 1). A *U. decumbens* x milho com e sem déficit, e o milho x *B. pilosa* em déficit apresentaram uma redução na matéria seca de 60,79; 55,53; e 56,02 % (Tabela 1). Isso indica que em situações de baixa disponibilidade hídrica a competição com plantas de outras espécies pode agravar os efeitos

negativos do estresse provocado pelo déficit hídrico, tanto para o milho quanto para *U. decumbens*.

Tabela 1. Redução da matéria seca total (%) em relação às testemunhas cultivadas isoladamente e irrigadas

Tratamento	Médias	Erro padrão
<i>B. pilosa</i> x <i>Zea mays</i> – Irrigado	87,28 a	1,24±
<i>B. pilosa</i> x <i>Zea mays</i> – Déficit	83,89 a	1,14±
<i>Zea mays</i> x <i>B. pilosa</i> – Irrigado	81,09 a	1,54±
<i>Zea mays</i> x <i>U. decumbens</i> – Irrigado	69,59 a	1,40±
<i>U. decumbens</i> x <i>Zea mays</i> – Déficit	60,79 b	1,24±
<i>Zea mays</i> x <i>B. pilosa</i> – Déficit	56,02 b	1,64±
<i>U. decumbens</i> x <i>Zea mays</i> – Irrigado	55,53 b	1,12±
<i>Zea mays</i> x <i>U. decumbens</i> – Déficit	35,68 c	1,52±

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste Tukey ao nível de 5 % de probabilidade.

Apesar do sucesso no sistema consorciado milho - *U. decumbens* (FERREIRA et al., 2014), os prejuízos causados às plantas de *U. decumbens* e milho em situações de escassez de água, agravados pela competição entre essas espécies, demonstra necessidade de se adotar práticas que reduzam a competitividade nos períodos iniciais da forrageira. Assim, mudança no espaçamento, densidade de plantas e aplicação de herbicidas em sub-doses são medidas indicadas para a menor competição entre milho e *U. decumbens*, principalmente em situações onde a quantidade de água no solo possa ser escassa.

A *B. pilosa* se mostrou mais resistente às condições adversas provocadas pela competição e déficit hídrico (LORENZI & SOUZA, 2000; ASPIAZÚ et al., 2010). Apesar de a *B. pilosa* ser prejudicado pela competição com a cultura, ele foi capaz de aproveitar melhor a água disponível no solo, demonstrando uma maior rusticidade em relação ao milho e a *U. decumbens* (VASCONCELOS et al. 2012).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O déficit hídrico temporário no solo reduziu o crescimento das plantas de milho, porém não afetou as plantas de *U. decumbens* e *B. pilosa*.

A competição reduziu o crescimento das plantas de milho e *U. decumbens* e intensificou os efeitos negativos causados pelo déficit hídrico no solo sobre essas espécies.

REFERÊNCIAS

- ALEXANDRINO, E. et al. Distribuição dos Fotoassimilados em Plantas de *Panicum maximum* cv. Mombaça. **Revista Bras. Zootec.** v.34, p.1449-1458. 2005.
- ALMEIDA, M. O. et al. Crescimento de braquiária em competição com milho e soja em diferentes volumes de solo. **Enciclopédia Biosfera.** v.17, p. 857. 2013.
- ALVIM, K. R. T. et al. Quantificação da área foliar e efeito da desfolha em componentes de produção de milho. **Ciência Rural.** v.40, p.1017-1022. 2010.
- ASPIAZÚ, I. et al. Characteristics associated to photosynthesis and water use of weed species. **Planta Daninha,** v. 28, p. 87-92, 2010.
- AYDINSAKIR, K. et al. The influence of regular deficit irrigation applications on water use, yield, and quality components of two corn (*Zea mays* L.) genotypes. **Agr Water Manage.;** v.128, p.65-71, 2013.
- BARROS, R. E. et al. Physiological response of maize and weeds in coexistence. **Planta Daninha.** v.35,p. e017158134, 2017.
- BATURE, M. S. et al. Influence of weed control methods, poultry manure and planting pattern on growth and yield attributes of maize (*Zea mays* L.) in the northern guinea savannah zone of Nigeria. **Bayero Journal of Pure and Applied Sciences.** v.9, p.148-153, 2016.
- BENJAMIN, J. G. et al. Water deficit stress effects on corn (*Zea mays*, L.) Root: Shoot Ratio. **Open Journal of Soil Science.;** v.4, p.151-160, 2014.
- CARVALHO, L. P. et al. Crescimento, teor de partenolídeo e de prolina em plantas de *Tanacetum parthenium* (L.) Shultz-Bip crescidas em substrato com diferentes teores de umidade. **Acta Sci-Agron.** v.27, p.151-157, 2005.
- CLAEYS, H., INZÉ, D. The Agony of Choice: How Plants Balance Growth and Survival under Water-Limiting Conditions. **Plant Physiology.** v.162, p.1768–1779, 2013.

Companhia Nacional de Abastecimento. CONAB. Acomp. safra bras. Grãos; v.5 - Safra 2017/18, Quarto levantamento, janeiro 2018.

COSGROVE, D. J. Plant cell wall extensibility: connecting plant cell growth with cell wall structure, mechanics, and the action of wall-modifying enzymes. **J Exp Bot.** v.67, p.463-476, 2015.

COSTA, J. R., PINHO, J. L. N., PARRY, M. M. Produção de matéria seca de cultivares de milho sob diferentes níveis de estresse hídrico. **Rev Bras Eng Agr Amb.** v.12, p.443-450, 2008.

CUSTODIO, C. J. S. et al. Fatores que contribuíram para o crescimento da produtividade do milho no Brasil. **Revista UNIVAR.** v.1, p.174-179, 2016.

EMBRAPA. 2013. Empresa brasileira de pesquisa agropecuária. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3 ed. rev. Ampl. Embrapa, Brasília, Brasil. 353p.

ESMERINI, G. Sanidade vegetal Manejo de plantas daninhas na cultura do milho. Bayer **CropScience.** Jornal dia de campo. 2017. Disponível em: <<http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Materia.asp?id=22140&secao=Sanidade%20Vegetal>> Acesso em: 06 Fev 2017.

FENG, W. et al. Growing out of stress: The role of cell- and Organ-Scale Growth control in plant water-stress responses. **The Plant Cell.**; v. 28, p.1769-1782, 2016.

FERREIRA, E. A. et al. Desempenho e uso eficiente da terra de modalidades de consorciação com milho e forrageiras. **Revista Caatinga.** v.27, p.22-29, 2014.

FLORINDO, J. B. et al. Brachiaria species identification using imaging techniques based on fractal descriptors. **Comput electron Agr.** v.103, p.48-54, 2014.

GALVÃO, J. C. C. et al. Sete décadas de evolução do sistema produtivo da cultura do milho. **Revista Ceres.** v.61, p.819-828, 2014.

GANTOLI, G., AYALA, V. R., GERHARDS, R. Determination of the critical period for weed control in corn. **Weed Technol.** v.27, p.63-71, 2013.

GHEYSARI, M. et al. Comparison of deficit irrigation management strategies on root, plant growth and biomass productivity of silage maize. **Agr Water Manage.** v.182, p.126-138, 2017.

GUENNI, O., BARUCH, Z., MARIN, D. Responses to drought of five *Brachiaria* species. II. Water relations and leaf gas exchange. **Plant and Soil.** v.258, p.249-260, 2004.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola Dezembro de 2016. p.20021-120. 2017.

IPA. 2008. Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária. Recomendações de adubação para o estado de Pernambuco (2º aproximação). 2 Ed. IPA, 198p.

KOZLOWSKI, L. A. Critical period of weed interference in corn crop based on crop phenology. **Planta Daninha.** v.20, p.365-372, 2002.

LIMA, M. F. P. et al. Weed growth and dry matter partition under water restriction. **Planta Daninha.** v.34, p.701-708, 2016.

LORENZI, H. Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas, tóxicas e medicinais. Nova Odessa: Editora Plantarum. Por Icones, Maps Plant records. Geog, v.4, p.440, 1991.

MARTINS, J. D. et al. Potencial hídrico foliar em milho submetido ao déficit hídrico. **Irriga, Botucatu.** v.15, p.324-334, 2011.

MARWEIN, M. A. et al. Response of water deficit regime and soil amelioration on evapotranspiration loss and water use efficiency of maize (*Zea mays* L.) in subtropical northeastern Himalayas. **Int J Biometeorol.**; v.61, p.845-855, 2017.

MUMM, R. H. et al. Land usage attributed to corn ethanol production in the United States: sensitivity to technological advances in corn grain yield, ethanol conversion, and co-product utilization. **Biotechnol Biofuels**. v.7, p.61, 2014.

NEVES, A. L. A. et al. Agronomic characteristics of corn cultivars for silage production. **/Ciências Agrárias**. v.36, p.1799-1806, 2015.

OU, L. et al. Techno-economic analysis of co-located corn grain and corn stover ethanol plants. **Biofuels, Bioprod Bioref**. v.8, p.412-422, 2014.

OURY, Vincent et al. Is change in ovary carbon status a cause or a consequence of maize ovary abortion in water deficit during flowering?. **Plant physiology**, v.2 ,p. 01130.2015, 2016.

OURY, V.; TARDIEU, F.; TURC, O. Ovary apical abortion under water deficit is caused by changes in sequential development of ovaries and in silk growth rate in maize. **Plant physiology**, v.171, p. 00268.2015, 2015.

PEREIRA, M. R. R. Influência do estresse hídrico e salino na germinação de *Urochloa decumbens* e *Urochloa ruziziensis*. **Biosciense Journal**. v.28, p.537-545, 2012.

PROCÓPIO, S. O. Ponto de murcha permanente de soja, feijão e plantas daninhas. **Planta Daninha**. v.22, p.35-41, 2004b.

RAJCAN, I., SWANTON, C. J. Understanding maize-weed competition: resource competition, light quality and the whole plant. **Field Crop Res**.v.71, p.139-150, 2001.

REZENDE, P. N. Eficiência de herbicidas aplicados em pós-emergência em milho consorciado com *Urochloa brizantha* cv. Marandu. **Revista Agroambiente**. v.8, p.345-351, 2014.

SALES, R. A. et al. Estimativas das necessidades hídricas do milho cultivado nas condições edafoclimáticas de São Mateus-ES. **Enciclopédia Biosfera**. v.13, p. 598, 2016.

SANTOS, J. B., CURY, J. P. Picão-Preto: Uma planta daninha especial em solos tropicais. **Planta Daninha**. v.29, p.1171, 2011.

SANTOS, R. F.; CARLESSO, R. Déficit hídrico e os processos morfológico e fisiológico das plantas. Campina Grande. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**. v.2, p.287-294, 1998.

SILVA, J. F. et al. Morfologia de milho safrinha em espaçamento reduzido e consorciado com *Urochloa ruziziensis*. **Revista Agrarian**. v.6, p.259-267, 2013.

SOUZA, T. C. et al. Corn root morphoanatomy at different development stages and yield under water stress. **Pesq Agropec Bras**. v.51, p.330-339, 2016.

TURSUN, N. et al. The critical period for weed control in three corn (*Zea mays* L.) types. **Crop Protection**. v.90, p.59-65, 2016.

United States Department of Agriculture. Safra Mundial de Milho 2016/17 - 11º Levantamento do USDA. 2017. Disponível em:< <http://www.fiesp.com.br/indices-pesquisas-e-publicacoes/safra-mundial-de-milho-2/>> Acesso em: 24 Abr. 2017.

VASCONCELOS, M. C. C., SILVA, A. F. A., LIMA, R. S. Interferência de Plantas Daninhas sobre Plantas Cultivadas. **Agropecuária Científica no Semiárido**. v.8, p.01-06, 2012.

VIEIRA JUNIOR, P. A. et al. Relações entre o potencial e a temperatura da folha de plantas de milho e sorgo submetidas a estresse hídrico. **Acta Sci Agron**. v.29, p.555-561, 2007.

ZHOU, Y. et al. Drought resistance and soil water extraction of a perennial C4 grass: contributions of root and rhizome traits. **Funct Plant Biol**. v.41, p.505-519, 2014.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A convivência com as plantas daninhas intensifica os efeitos negativos do déficit hídrico sobre os componentes fisiológicos do milho. A *U. decumbens* foi mais agressiva sobre o milho do que a *B. pilosa*, em ambos regimes hídricos.

O déficit hídrico temporário no solo reduziu o crescimento das plantas de milho, porém não afetou as plantas daninhas. A competição intensificou os efeitos do déficit hídrico no solo, reduzindo o crescimento de plantas de milho.

A restrição hídrica associada a convivência com o milho causa efeitos negativos sobre os componentes fisiológicos e de crescimento das plantas daninhas, sendo a *U. decumbens* a espécie mais afetada.

O milho sofre mais pelos efeitos do déficit hídrico do que as plantas daninhas, e a competição por água intensifica esse estresse. Dessa forma, é essencial a adoção de práticas de manejo que sejam eficientes para minimizar a disputa por água.