

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**EFEITO DO GLYPHOSATE EM PLANTAS DANINHAS DA
FAMÍLIA Poaceae SUBMETIDAS A DIFERENTES
POTENCIAIS HÍDRICOS DO SOLO**

Antonio Carlos da Silva Junior
Engenheiro Agrônomo, MSc.

2018

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**EFEITO DO GLYPHOSATE EM PLANTAS DANINHAS DA
FAMÍLIA Poaceae SUBMETIDAS A DIFERENTES
POTENCIAIS HÍDRICOS DO SOLO**

Antonio Carlos da Silva Junior

Orientador: Prof. Dr. Dagoberto Martins

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de
Jaboticabal, como parte da exigência para a
obtenção do título de Doutor em Agronomia
(Produção Vegetal)

2018

S586e Silva Junior, Antonio Carlos da
Efeito do glyphosate em plantas daninhas da família Poaceae submetidas a diferentes potenciais hídricos do solo / Antonio Carlos da Silva Junior. -- Jaboticabal, 2018
x, 83 p. ; 29 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2018
Orientador: Dagoberto Martins
Banca examinadora: Maria Renata Pereira Rocha, Robinson Luiz de Campos Machado Pitelli, Eduardo Custodio Gasparino, Lucas Perim

Bibliografia

1. Gramíneas-déficit hídrico. 2. Herbicida. 3. Monocotiledôneas. 4. Controle. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 632.954:632.512

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: EFEITO DO GLYPHOSATE EM PLANTAS DANINHAS DA FAMÍLIA
Poaceae SUBMETIDAS A DIFERENTES POTENCIAIS HÍDRICOS DO SOLO

AUTOR: ANTONIO CARLOS DA SILVA JUNIOR

ORIENTADOR: DAGOBERTO MARTINS

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Doutor em AGRONOMIA
(PRODUÇÃO VEGETAL), pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. DAGOBERTO MARTINS

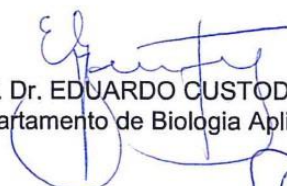
Departamento de Produção Vegetal / FCAV / UNESP - Jaboticabal



Profa. Dra. MARIA RENATA ROCHA PEREIRA
Silvicultura / FATEC - Capão Bonito/SP



Pesquisador Dr. ROBINSON LUIZ DE CAMPOS MACHADO PITELLI
Agricultura e Meio Ambiente / EcoSafe - Jaboticabal /SP



Prof. Dr. EDUARDO CUSTODIO GASPARINO
Departamento de Biologia Aplicada à Agropecuária / FCAV / UNESP - Jaboticabal



Pesquisador Dr. LUCAS PERIM
Pesquisa e Desenvolvimento / Dow AgroSciences Industrial Ltda - Piracicaba/SP

Jaboticabal, 02 de fevereiro de 2018

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Antonio Carlos da Silva Junior – nascido em 17 de fevereiro de 1985, na cidade de Piracicaba, estado de São Paulo. Graduiu-se em Agronomia pela Universidade Federal de Uberlândia – Câmpus Uberlândia, no ano de 2012. Em março de 2013, ingressou no curso de Mestrado em Agronomia (Agricultura) na Faculdade de Ciências Agrônômicas (FCA/UNESP) de Botucatu – SP, com bolsa concedida pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq (Processo nº 132414/2013-9) e conclusão em julho de 2014. Em agosto de 2014, iniciou o curso de Doutorado em Agronomia (Produção Vegetal) na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV/UNESP) de Jaboticabal – SP, com bolsa da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Concluiu o doutorado em fevereiro de 2018.

“A ciência é a procura da verdade, não é um jogo no qual uma pessoa tenta bater seus oponentes, prejudicar as pessoas”

Linus Pauling

“Trabalhe com o que você ame e não terá que trabalhar um único dia em sua vida”

Kongfuzi

*Ao meu pai **Antonio Carlos da Silva**,*

*À minha mãe **Elí Aparecida Pavan da Silva**,*

*E ao meu irmão **Thiago Henrique da Silva**,*

*Pelo apoio, confiança, amor e batalha para que
meus sonhos se tornassem realidade,*

DEDICO

*À minha amada **Beatriz Conte Venturelli**,*

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

À Deus pelo dom da vida e por me acompanhar nos momentos mais difíceis.

Aos meus pais Antonio Carlos da Silva e Eli Aparecida Pavan da Silva e meu irmão Thiago Henrique da Silva por me incentivarem, apoiarem, acreditarem e proporcionarem a concretização deste sonho.

À minha amada Beatriz Conte Venturelli, minha maior incentivadora. Agradeço pela compreensão, apoio, amor, paciência, amizade e carinho em todos os momentos vividos, e pela ajuda com os experimentos aos finais de semanas e feriados. E também agradeço sua família pelo apoio e incentivo da realização deste sonho.

Ao Prof. Dr. Dagoberto Martins, pela valiosa orientação, ensinamentos, amizade e pela colaboração na minha formação tanto profissional como pessoal e também por ter confiado à mim.

Ao Clebson G. Gonçalves e Maynumi C. Scarano pela amizade e ajuda na condução dos experimentos.

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, em especial ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal pela oportunidade de cursar meu doutorado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudo concedida.

Aos amigos do Laboratório de Análise de Sementes da FCAV/UNESP pelo convívio e amizade durante todo o período de estudo.

A todas as pessoas que de forma direta e indireta contribuíram na realização deste trabalho.

Meus sinceros agradecimentos.

SUMÁRIO

RESUMO.....	viii
ABSTRACT	x
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. Interferência das Plantas Daninhas	3
2.2. Controle Químico	4
2.3. Estresse hídrico	6
2.4. Característica das plantas daninhas de Poaceae	7
2.4.1. <i>Megathyrus maximum</i> (Jacq.) B.K.Simon & S.W.L.Jacobs	8
2.4.2. <i>Digitaria nuda</i> Schumach.....	9
2.4.3. <i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.....	10
2.4.4. <i>Urochloa ruziziensis</i> (R. Germ. & Evrard) Crins.....	11
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	13
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
4.1. Capim-colonião	17
4.2. Capim-colchão	29
4.3. Capim-massambará.....	41
4.4. Capim-braquiária	55
5. CONCLUSÕES.....	68
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	69

EFEITO DO GLYPHOSATE EM PLANTAS DANINHAS DA FAMÍLIA Poaceae SUBMETIDAS A DIFERENTES POTENCIAIS HÍDRICOS DO SOLO

RESUMO: A ação de herbicidas sobre plantas daninhas que se desenvolvem sob déficit hídrico pode ser comprometida, pois as rotas de penetração de herbicidas como o glyphosate são reduzidas em razão da menor hidratação da cutícula nessas plantas. Avaliou-se nesse estudo a eficiência de controle do herbicida glyphosate em quatro espécies de plantas da família Poaceae quando submetidas a distintos déficits hídricos. Os estudos foram conduzidos em casa-de-vegetação sendo que as espécies estudadas foram: capim-colonião (*Megathyrsus maximum*), capim-colchão (*Digitaria nuda*), capim-massambará (*Sorghum halepense*) e capim-braquiária (*Urochloa ruziziensis*). As plantas foram submetidas a três condições hídricas do solo [sem restrição hídrica (-0,03 MPa), déficit hídrico intermediário (-0,07 MPa) e alta restrição hídrica (-1,5 MPa)], aplicou-se três doses do herbicida glyphosate (0,0; 270,0 e 540,0 g e.a. ha⁻¹) e em dois estádios fenológicos de desenvolvimento da planta (4-6 folhas e 1-3 perfilhos). O manejo hídrico teve início quando as plantas apresentaram duas folhas desenvolvidas. Foram realizadas avaliações visuais de controle aos 7, 14, 21 e 35 dias após a aplicação do herbicida; analisou-se ainda os parâmetros morfofisiológicos área foliar específica, condutância estomática e a diferença de temperatura do ambiente com a temperatura foliar no dia da aplicação do herbicida, bem como a matéria seca da parte aérea e da raiz ao final do estudo. Os resultados obtidos de controle e matéria seca foram submetidos à análise de variância pelo teste “F” e as médias foram comparadas pelo teste “t” de Student (p>0,05). Os parâmetros morfofisiológicos foram analisados através do intervalo de confiança a um coeficiente de confiança de 95%. Com o aumento da restrição hídrica, houve diminuição dos componentes morfofisiológicos da planta de capim-colonião, capim-colchão, capim-massambará e capim-braquiária como área foliar específica, condutância estomática, e a diferença entre a temperatura ambiente e foliar. O controle das plantas de capim-colonião foi mais eficiente quando ocorreu a aplicação da dose de 540 g ha⁻¹ de glyphosate no estágio vegetativo de 1-3 perfilhos, no manejo hídrico de -0,03 MPa. Plantas de capim-colchão foram totalmente controladas a partir dos 21 DAA, independente do manejo ao qual a planta foi submetida e a dose utilizada para seu controle. Isso evidencia que esta planta é muito sensível ao herbicida glyphosate, e ao déficit hídrico, podendo realizar seu controle com doses mais reduzidas na época seca. Já para o controle do capim-massambará, as plantas foram totalmente controladas quando houve a aplicação de 540 g ha⁻¹ de glyphosate e quando a aplicação ocorreu no estágio vegetativo de 4-6 folhas, nos manejos hídricos de -0,03 e -0,07 MPa. Plantas que desenvolveram sob restrição hídrica severa (-1,5 MPa), o controle não foi eficiente. O controle do capim-braquiária foi eficiente com a utilização de 540 g ha⁻¹ de glyphosate quando as plantas não desenvolveram em condições de déficit hídrico, tanto nos estádios iniciais de desenvolvimento quanto no estágio mais tardio. A mesma dose foi eficiente no controle de plantas mantidas a um manejo hídrico de -0,07 MPa de umidade do solo, quando controladas no estágio de 4-6 folhas. A redução da dose de glyphosate para 270 g ha⁻¹ não foi eficiente para controlar o capim-braquiária, principalmente em plantas sem restrição hídrica na qual houve rebrota. As plantas pulverizadas com glyphosate tem seu controle comprometido quando as mesmas foram submetidas a déficit hídrico.

Palavras-chave: gramíneas-déficit hídrico, herbicida, monocotiledôneas, controle.

EFFECT OF GLYPHOSATE ON Poaceae WEEDS SUBMITTED TO DIFFERENT SOIL WATER POTENTIALS

ABSTRACT – The action of herbicides on weeds that develop under water deficit can be compromised, the penetration routes of glyphosate herbicide are reduced due to the less hydration of the cuticle in these plants. The control efficiency of glyphosate herbicide in four species of plants of the family Poaceae when submitted to different water deficits was evaluated in this study. The studies were carried out in a greenhouse and the species studied were: guineagrass (*Megathyrsus maximum*), naked crabgrass (*Digitaria nuda*), johngrass (*Sorghum halepense*) and congograss (*Urochloa ruziziensis*). In the treatments, the plants were submitted to three soil water conditions (no water deficit (-0.03 MPa), intermediate water deficit (-0.07 MPa) and high water restriction (-1.5 MPa)), three doses of glyphosate herbicide, (0.0, 270.0 and 540.0 g e.a. ha⁻¹) and two phenological stages of plant development (4-6 leaves and 1-3 tillers). Water management started when the plants had two leaves developed. Visual evaluations were carried out at 7, 14, 21 and 35 days after application of the herbicide; the specific leaf area, stomatal conductance and the temperature difference of the environment with the leaf temperature on the day of application of the herbicide, as well as the dry matter of the aerial part and of the root were analyzed at the end of the study. The results of control and dry matter were submitted to analysis of variance by the "F" test and the means were compared by the Student "t" test ($p > 0.05$). The morphophysiological parameters were analyzed through the confidence interval at a confidence coefficient of 95%. With the increase of water restriction, there was a decrease in the morphophysiological components of the guineagrass, naked crabgrass and johngrass as a specific leaf area, stomatal conductance, and the difference between ambient and leaf temperature. The control of the guineagrass was more efficient when the application of the dose of 540 g ha⁻¹ of glyphosate occurred and when they were controlled in the vegetative stage of 1-3 tillers, in the water management of -0.03 MPa, that is, the plant that develops under water restrictions may have its control affected. Naked crabgrass were fully controlled from 21 DAA, regardless of the management to which the plant was submitted and the dose used for its control. This shows us that this plant is very sensitive to the glyphosate herbicide, and to the water deficit, being able to carry out its control with smaller doses in the dry season. In order to control the johngrass, the plants were totally controlled with the application of 540 g ha⁻¹ of glyphosate and when they were controlled in the vegetative stage of 4-6 leaves, in the water management of -0.03 and -0.07 MPa. Plants that developed under severe water restriction (-1.5 MPa), the control was not efficient. Congograss control was efficient with a use of 540 g ha⁻¹ of glyphosate when developed under water deficit conditions, both in the early stages of development and in the later stages. The same dose was efficient in the control of plants maintained at a -0.07 MPa soil moisture, when controlled at the 4-6 leaf stage. A dose reduction of glyphosate to 270 g ha⁻¹ was not efficient to control congograss, especially in plants no water restriction in which regrowth occurred. Plants sprayed with glyphosate have control compromised when they were submitted to water deficit.

Keywords: grass-water deficit, herbicide, monocot, control

1. INTRODUÇÃO

As plantas daninhas podem afetar de maneira negativa a produção agrícola, devido a interferência direta que ocasionam na competição por nutrientes, água, luz, espaço, e também devido a liberação de compostos alelopáticos por estas plantas daninhas (GOMES Jr.; CHRISTOFFOLETI, 2008).

Assim, como para qualquer espécie de planta, seja cultivada ou não, as plantas daninhas estão expostas a diferentes condições do meio. Alguns fatores, como a temperatura do ar, podem causar injúrias às plantas em poucos minutos enquanto que outros como a quantidade de água presente no solo pode levar até dias para se manifestar. Por outro lado, existem as deficiências minerais, que podem levar até meses para que a planta constata a necessidade de reposição mineral (WANG; VINOCUR; ALTMAN, 2003; HU; SCHMIDHALTER, 2005).

Diante das mudanças climáticas e a expansão da agricultura para áreas que registram longos períodos sem a ocorrência de chuvas, plantas submetidas a essas condições desenvolvem mecanismos morfológicos e/ou fisiológicos para reduzir a perda de água pela transpiração, por meio do fechamento estomático, redução da área foliar ou pelo aumento de tricomas. Outros mecanismos são a senescência das folhas mais velhas e também o aumento do acúmulo de cera epicuticular, o que mantém a hidratação dos tecidos ainda vivos, sem que ocorra redução da taxa fotossintética (MULLER et al., 2011; ZHOU et al., 2015; GONÇALVES et al., 2017).

O desenvolvimento de plantas sob estresses ambientais, principalmente temperaturas elevadas e restrição hídrica, pode afetar a absorção de herbicidas. Isto ocorre devido a um espessamento da cutícula e com a menor penetração do herbicida, o mesmo fica sujeito às intempéries do ambiente como a evaporação e a volatilização dos produtos aplicados. Pereira et al. (2010a) e Pereira et al., (2012) verificaram reduções de aproximadamente 17% e 20% da eficácia de herbicidas no controle de plantas de *Urochloa decumbens* (Stapf) R.D.Webster e *Urochloa plantaginea* (Link) R.D.Webster. respectivamente, quando as plantas desenvolveram-se em um solo com potencial hídrico de -1,5 MPa.

Em um outro trabalho, a aplicação do glyphosate no controle de plantas de *Ligustrum sinense* Lour., que se desenvolveram sob baixa umidade do solo, teve sua eficácia reduzida. Tal fato foi relacionado ao comportamento fisiológico e morfológico das plantas decorrente da restrição hídrica (HARRINGTON; MILLER, 2005).

O manejo químico é uma das formas de controle destas plantas daninhas, sendo o herbicida glyphosate uma das opções disponíveis para o controle efetivo destas plantas. O glyphosate é aplicado em pós-emergência, sua absorção é basicamente foliar e sua translocação dá-se pelo simplasto até o seu sítio de ação, onde ocorre a inibição da enzima 5-enolpiruvil-chiquimato-3-fosfato-sintase (EPSPs). Assim, inibe-se a síntese de três aminoácidos essenciais, triptofano, fenilalanina e tirosina (DILL, 2005). Este herbicida é um dos mais indicados no controle das principais gramíneas infestantes, porém sua eficácia pode ser comprometida dependendo do estágio de desenvolvimento ou condição na qual a planta se desenvolveu (CAMACHO; MOSHIER, 1991; DURIGAN, 1992; COSTA et al., 2013).

O desenvolvimento de espécies de plantas daninhas consideradas agressivas, em ambientes com influência de fatores abióticos, como a restrição hídrica, pode modificar sua morfologia e fisiologia, bem como afetar a eficácia de herbicidas utilizados para o seu controle devido a sua adaptação ao ambiente (PEREIRA et al., 2010a; ALI; BANO; FAZAL, 2017).

Para um melhor entendimento da relação da umidade do solo em que as plantas se desenvolvem e a eficácia de herbicidas sobre estas, é importante o conhecimento do menor teor de água disponível no solo para que a ação do herbicida não seja prejudicada no controle de diferentes espécies de plantas daninhas.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi estudar a eficiência de controle do herbicida glyphosate em plantas capim-colonião (*Megathyrsus maximum*), capim-colchão (*Digitaria nuda*), capim-massambará (*Sorghum halepense*) e capim-braquiária (*Urochloa ruziziensis*) quando submetidas a diferentes manejos hídrico.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Interferência das Plantas Daninhas

Um dos principais pontos importantes em um processo produtivo de qualquer cultura agrícola é a capacidade de interferência no seu desenvolvimento e produtividade que é imposta pela presença das plantas daninha. Como qualquer espécie vegetal, as plantas daninhas necessitam de luz, água e nutrientes para seu completo desenvolvimento, as tornando assim plantas competidoras por estes recursos do meio com outras plantas de interesse econômico (PITELLI, 1985).

As maiores preocupações dentro da interferência direta está a competição por água e nutrientes. Para ambos os recursos no ecossistema agrícola, a comunidade de plantas não cultivadas possui vantagem sobre a espécie cultivada, pois essas plantas possuem características, como: elevada agressividade, rápido crescimento, elevada exploração dos recursos do solo, dentre estes, os nutrientes (BAKER, 1965; GRIME, 2006).

A água é um dos mais importantes recursos que as plantas competem, sendo que a manutenção deste é dependente principalmente da precipitação natural. Quando na presença de plantas daninhas, a competição imposta por essas plantas pode prejudicar a disponibilidade deste recurso à cultura de interesse e também na disponibilidade dos nutrientes que ficam dissolvidos na solução do solo, ocasionando assim a redução da produtividade da cultura (PATTERSON, 1995).

Outro tipo de interferência direta é a alelopatia que pode ocorrer entre as plantas, pois as plantas com esse potencial liberam no ambiente compostos aleloquímicos que podem ser encontrados em qualquer parte da planta, assim como raízes, rizoma, caules, flores, frutos e sementes. Salienta-se que as maiores concentrações são encontradas nas folhas e estas quantidades dependem de espécie para espécie (PUTNAM, 1985; PITELLI, 1987).

O grau de interferência que as plantas daninhas podem causar à cultura depende de fatores ligados à própria cultura, à comunidade de plantas daninhas, às condições em que ocorre a associação cultura-planta daninha e em qual momento e

período que ocorreu esta associação. Sendo que quanto maior for esse período de ocorrência, maior será o grau de interferência (PITELLI, 1985).

2.2. Controle Químico

O controle de plantas daninhas com uso de herbicidas pode prevenir a interferência que estas poderiam causar na fase inicial de desenvolvimento das culturas, período no qual são observadas as maiores perdas pela cultura. Esta técnica de controle permite uma maior flexibilidade na época de aplicação, principalmente quando se trata de áreas extensas, pois assim o trabalho pode ser realizado dependendo a necessidade (OLIVEIRA Jr., 2011).

Para o sucesso do controle das plantas daninhas o uso de herbicidas torna-se uma opção a mais de manejo. Como exemplo disso, pode-se citar o glyphosate que é um herbicida não seletivo que apresenta translocação no interior da planta e pode-se classificá-lo como sistêmico. Por apresentar sua ação fitotóxica distante do ponto de absorção, este herbicida tem sua eficácia no controle relacionada a intensidade de absorção e translocação (DURIGAN, 1993; RODRIGUES; ALMEIDA, 2011). Assim, para melhor eficiência do controle químico, deve-se ter o conhecimento das características estruturais da planta alvo, bem como a área foliar e as características anatômicas das folhas, como tricomas, estômatos e espessura da cera epicuticular, podem influenciar na absorção desses herbicidas quando aplicados em pós-emergência (HESS; FALK, 1990; FERREIRA et al., 2003).

Chachalis, Reddy e Elmore (2001) observaram que a baixa eficácia do glyphosate no controle *Brunnichia ovata* (Water) Shinnners, foi devido a cera epicuticular das folhas dessa espécie ser muito hidrofóbica. Monqueiro et al. (2004) também observaram ceras epicuticulares com altos níveis de compostos apolares em folhas de *Commelina benghalensis* L.. Isso poderia afetar a absorção de herbicidas que apresentam baixo *k_{ow}*, como o glyphosate por exemplo.

O herbicida glyphosate, em particular, é o herbicida mais utilizado em todo mundo, devido a sua eficiência no controle de plantas daninhas quando aplicado em

pós-emergência, e a seu baixo custo (RODRIGUES; ALMEIDA, 2011). A absorção do glyphosate é um processo que envolve penetração pelas folhas, que atravessa a cutícula e, posteriormente ocorre uma absorção simplástica, sendo que a duração desse processo depende da idade em que a planta encontra-se no momento da aplicação, das condições edafoclimáticas reinantes durante o seu desenvolvimento, além da concentração do herbicida sobre a planta (RUITER; MAINEN, 1998).

Quando o glyphosate é aplicado em plantas que apresentam cutículas hidratadas, isso favorece a maior absorção do herbicida. A redução dessa absorção por plantas com déficit hídrico é evidenciada, uma vez que a cutícula não se apresenta hidratada (McALLISTER; HADERLIE, 1985).

No entanto, quando o herbicida está dentro da planta e livre de qualquer intempérie, a molécula de glyphosate é prontamente translocada com os fotoassimilados das folhas, onde ocorre sua maior interceptação em tecidos jovens e órgãos de reserva (HETHERINGTON et al., 1999).

O modo de ação do glyphosate consiste-se na inibição da enzima enolpiruvil shikimato-3-fosfato sintase (EPSPS), na qual, esta enzima é catalisadora da reação que envolve a transferência do enolpiruvil do fosfoenol-piruvato (PEP) para shikimato-3-fosfato (S3P), formando assim o 5-enolpiruvil shikimato-3-fosfato (EPSP) e fosfato inorgânico (Pi) (DANIELE et al., 1997; HOAGLAND; DUKE, 1982; KALIANNAN et al., 2002).

De acordo com alguns pesquisadores, os herbicidas podem apresentar eficiência reduzida em plantas que estão sob déficit hídrico, sendo que pode ocorrer a menor translocação desses compostos até os sítios de ação (HINZ; OWEN, 1994; ABBOTT; STERLING, 2003; ZANATTA et al., 2008).

Chase e Appleby (1979) observaram que, em plantas de tiririca sob um potencial hídrico de -0,8 Mpa, a eficiência do glyphosate não foi reduzida, mas à -1,1 MPa, o controle foi 50% menor do observado em plantas que se desenvolveram sob capacidade de campo.

A redução de dose do glyphosate, pode ser uma alternativa para o controle de espécies que minimizam o desenvolvimento de mecanismos morfológicos e fisiológicos quando estão sob deficiência hídrica, o que acarretaria em redução da utilização do herbicida e consequentemente menor custo no manejo.

2.3. Estresse hídrico

O estresse em plantas, de maneira geral, é definido como sendo um fator externo, que exerce uma influência negativa sobre estas que frequentemente estão expostas a essas condições adversas. As condições de estresse podem ser de origem bióticas e/ou abióticas, sendo que as que se destacam são as de origem abióticas: altas ou baixas temperaturas, ausência ou excesso de nutrientes minerais, salinidade e o déficit hídrico (BRAY, 1997; CAMBRAIA, 2005; TAIZ et al., 2017).

As plantas daninhas por apresentarem características de agressividade, apresentam uma amplitude maior de adaptação a teores de umidade do solo, quando comparados às culturas que passaram por diversos programas de melhoramento, as quais levaram às perdas destas características (PATTERSON, 1995).

Diante do cenário de mudanças climáticas, a falta d'água tem sido diagnosticada como um dos fatores limitantes do desenvolvimento das plantas (ALI; BANO; FAZAL, 2017). O déficit hídrico na planta é caracterizado quando a taxa de transpiração é maior que a absorção d'água, sendo comum a ocorrência desse fenômeno durante o ciclo de algumas culturas (BRAY, 1997).

As plantas sob condições de déficit hídrico podem ter seus metabolismos alterados e um dos primeiros mecanismos de resposta à essa condição é o fechamento parcial ou total dos estômatos e a diminuição da condutância estomática, o que acarreta no limite da perda de água e menor fixação de CO₂ que consequentemente afeta a fotossíntese e também a produção de biomassa das plantas. A irreversibilidade no comportamento e desenvolvimento vegetal após a condição de estresse vai depender do genótipo, espécie, da severidade e do estágio de desenvolvimento da planta (NOBEL, 1974; CAMBRAIA, 2005; PAIVA et al., 2005; XOCONOSTLE-CAZARES et al., 2010).

Uma resposta evolutiva comum a essa condição de estresse é a maior produção de cutícula, que reduz a perda de água pela epiderme. Embora as ceras sejam depositadas tanto sobre a superfície quanto no seu interior, essa parte interna é a mais importante para o controle da perda de água (TAIZ et al., 2017). Uma breve

exposição da planta ao estresse hídrico, isto é, até o murchamento da planta, torna a cutícula menos permeável a água e, conseqüentemente, reduz a penetração, translocação e o metabolismo dos herbicidas (MACHADO et al., 2000).

O déficit hídrico estimula a distribuição e acúmulo de ácido abscísico (ABA) nos diferentes tecidos das plantas, sendo que esse acúmulo no apoplasto nas células-guarda reduz a condutância estomática da planta. O aumento da concentração do ABA nos diferentes tecidos das plantas em resposta ao déficit hídrico, pode influenciar nas respostas às características morfofisiológicas das plantas, como o acúmulo de ABA originário do sistema radicular que é responsável por afetar o desenvolvimento da parte aérea e a manutenção do sistema radicular (TUBEROSA; SANGUINETI; LANDI, 1994; ALI; BANO; FAZAL, 2017)

Os herbicidas que são aplicados em plantas que se desenvolveram sob déficit hídrico apresentam menor eficiência quando há o aumento da restrição hídrica (MOOSAVI-NIA; DORE, 1979; ZANATTA et al., 2008; PEREIRA et al., 2012; HARVEY; CROTHERS, 1988), o que comprova que o déficit hídrico pode interferir sobre a absorção, translocação e metabolismo das plantas e reduzir a susceptibilidade.

2.4. Característica das plantas daninhas de Poaceae

Em um país com dimensões geográficas tão amplas como o Brasil, várias espécies podem ser consideradas introduzidas diante do ponto de vista ecológico do conceito de plantas daninhas. Das espécies de plantas daninhas gramíneas existentes e problemáticas atualmente no Brasil, muitas foram introduzidas voluntariamente pelo homem com finalidades econômicas, principalmente com o propósito forrageiro, e tornaram-se grandes entraves na produção agropecuária.

Das dezoito plantas daninhas mais problemáticas do Brasil e do mundo, quatorze são de Poaceae. Vale ressaltar que para um grupo de plantas daninhas apresentar maior competitividade nas culturas em que estão instaladas, isto varia

substancialmente de acordo com a região geográfica, temperatura, precipitação pluvial e ambiente (MARINIS, 1972; HOLM, 1991; ZISKA, 2000).

Dentre estas plantas problemáticas, destaca-se as pertencentes a Poaceae. As espécies que pertencem a Poaceae mais abundante e de maior importância nas lavouras são as do gênero *Megathyrsus*, *Digitaria*, *Sorghum* e *Urochloa*.

2.4.1. *Megathyrsus maximum* (Jacq.) B.K.Simon & S.W.L.Jacobs

O capim-colonião, anteriormente conhecido como *Panicum maximum* Jacq. pertencente ao gênero *Panicum*, teve seu gênero modificado para *Megathyrsus* (Pilg.) B.K. Simon & S.W.L. Jacobs e consequentemente seu nome alterado para *Megathyrsus maximum* (Jacq.) B. K. Simon & S. W. L. Jacobs (SIMON; JACOB, 2003), é a principal planta daninha do gênero. Esta espécie, tem seu centro de origem e dispersão localizado no leste da África, mais especificamente das regiões do Quênia e da Tanzânia. Chegou ao Brasil a partir de embarcações oriundas da África Ocidental e uma vez aqui, estabeleceram-se rapidamente e tornaram-se uma promessa para o estabelecimento de pastagens na época da colonização (SILVA, 1968; SKERMAN; RIVEROS, 1990; JANK; VALLE; RESENDE, 2011).

O capim-colonião possui ciclo vegetativo perene, formam touceiras resistentes e propaga-se de forma vegetativa e por sementes, sendo este o seu principal meio de propagação. A planta ainda possui um modo de reprodução apomítico, que se caracteriza por uma reprodução totalmente assexuada, em que o embrião se desenvolve em sementes férteis a partir de divisões mitóticas de uma célula do nucelo, sem que haja a união prévia de gametas (SILVA, 1969; SAVIDAN, 2000; DALL'AGNOL; SCHIFINO-WITTMANN, 2005).

Esta espécie é considerada muito agressiva, pois além de culturas agrícolas, prejudica também o reestabelecimento de outras espécies em reservas naturais (KISSMAN; GROTH, 1997; MANTOANI et al., 2012). Culturas como a cana-de-açúcar quando convivem com uma infestação de plantas daninhas em que o capim-colonião é dominante, pode sofrer redução de até 40% em sua produtividade de colmos (KUVA et al., 2003). Na cultura do sorgo sacarino essa redução pode ser de

aproximadamente 50% (SILVA et al., 2014) e para a cultura da soja em semeadura no sistema convencional, a redução da produtividade de grãos, foi de aproximadamente 32% (NEPOMUCENO et al., 2007).

2.4.2. *Digitaria nuda* Schumach.

No Brasil ocorrem inúmeras plantas do gênero *Digitaria* Haller, sendo que sua identificação sem recursos avançados (que não seja o visual), fica comprometido, o que pode dificultar na hora da escolha do método de controle adequado para a mesma (KISSMAN; GROTH, 1997).

A distribuição geográfica de plantas do gênero *Digitaria* Haller pelo Brasil é muito grande, o que o caracteriza como o país que possui o maior número de espécies dentro do continente americano. Das cinco regiões em que esta espécie está presente, a região norte é a que menos possui da riqueza específica do gênero. Algumas espécies são utilizadas como forragem e cobertura vegetal, enquanto outras são plantas daninhas bastante agressiva (KISSMAN; GROTH, 1997; CANTO-DOROW; LONGHI-WAGNER, 2001).

Dentre a diversidade de espécies que se pode encontrar no Brasil, *Digitaria horizontalis* Wild., *D. ciliaris* (Retz.) Koeler, *D. nuda* Schumach. e *D. insularis* (L.) Fedde são as que apresentam maiores problemas nos canaviais da região sudeste, sendo a última mais importante em lavouras de soja da região sul do país (LORENZI, 2008; DIAS et al., 2003; MACHADO et al., 2006).

Digitaria nuda é uma planta daninha anual que ocorre comumente em regiões de clima tropical de solos arenosos, com presença marcante em lavouras da região sudeste (DIAS; CHRISTOFFOLETI; TORNISIELO, 2005; BOONSUK; CHANTORANOTHAI; HODKINSON, 2016; SILVA Jr.; MARTINS; MARTINS, 2016).

A espécie *Digitaria nuda* é uma planta estéril e ocorre em locais de baixa altitude. Quanto ao seu habitat, é comum o seu desenvolvimento em locais poucos perturbados, o que a caracteriza como uma espécie competidora. Sobrevive preferencialmente em solos com baixos teores de argila e floresce o ano todo (CAVALHEIRO; BARRETO, 1981; CANTO-DOROW; LONGHI-WAGNER, 2001;

GRIME, 2006). Sua ocorrência está mais nas regiões tropicais de todos os continentes, principalmente no Africano, onde foi originalmente descrito (VELDKAMP, 1973)

A cultura da soja, semeada em sistema convencional, em convivência com uma comunidade infestante durante todo seu ciclo, e nesta comunidade composta em sua maioria por *D. nuda*, pode reduzir seu potencial produtivo em até 30% (BENEDETTI et al., 2009). Já na cultura da cenoura, o convívio com uma infestação de plantas daninhas em que haja predomínio de *Digitaria nuda*, as perdas de produtividade ocasionadas por esta comunidade pode alcançar 94% (COELHO; BIANCO; CARVALHO, 2009).

2.4.3. *Sorghum halepense* (L.) Pers.

O *Sorghum halepense*, conhecido popularmente no Brasil como capim-massambará, é uma planta perene, com rizomas rústicos e bem entouceirada que pode ser cultivada como forragem, mas também é considerada como uma planta daninha extremamente invasiva com distribuição por todo mundo. Quando jovens, estas plantas são semelhantes às plantas de milho e sorgo granífero (WARWICK; BLACK, 1983). Seu centro de origem e dispersão está localizado no sul da Ásia, Oriente Médio e áreas banhadas pelo mar Mediterrâneo e foi introduzida no Brasil pelo estado do Rio Grande do Sul, juntamente com sementes de linho, girassol, alfafa e sorgo provenientes da Argentina (KISSMAN; GROTH, 1997).

A espécie tem uma série de características que podem ser prejudiciais como, toxicidade da sua forma nativa para rebanhos criados a pasto e alta competitividade com outras plantas de interesse agrônômico. É umas das dez piores plantas daninhas do mundo e ocorre principalmente nas culturas de milho, algodão e cana-de-açúcar cultivados em regiões de clima tropical (HOLM, 1991; NOBREGA Jr. et al., 2006).

Embora ocorra a capacidade e persistência do capim-massambará em competir com plantas cultivadas pelo seu sistema de rizomas vigorosos, o que a torna uma planta daninha problemática, o principal meio de dispersão é por sementes (TAYLORSON; McWORTER, 1969). É uma espécie extremamente agressiva, pois

possuem um banco no solo repleto de sementes com longo períodos de dormência, tornando-as viáveis por até 7 anos, e possuem a capacidade de germinarem a profundidades de até 15 cm, o que acarreta numa infestação escalonada nas áreas contaminadas e sua capacidade de interferência pela ação alelopática entre as plantas cultivadas (HOLM, 1991; LEGUIZAMÓN, 1986; CZARNOTA et al., 2001; UREMIS; UYGUR, 2005)

Culturas com a do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) reduzem significativamente seu desenvolvimento na presença de plantas de capim-massambará (FEY et al., 2013). Na cultura do feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) a convivência com esta planta daninha reduz a produtividade em até 43% (CERNA; VALDEZ, 1987). Outros autores determinam perdas de produtividade de 80% para soja e de 90% para milho (GHERSA et al., 1990) e para a cultura do algodão (*Gossypium hirsutum* L.) a queda de rendimento é de 70% (GHOSHEH et al., 1996).

2.4.4. *Urochloa ruziziensis* (R. Germ. & Evrard) Crins

O capim-braquiária pertence à família Poaceae, é uma planta perene, entouceirada, denso-pubescente, com 90 a 130 cm de altura. Sua propagação é feita principalmente por sementes, mas também propaga-se vegetativamente, por parte de rizomas. Diferencia-se das demais espécies do gênero *Urochloa* P. Beauv. por apresentar coloração verde-amarelada, com os racemos das inflorescências alargados ou alados de 3 a 5 cm de largura (LORENZI, 2008).

Com seu centro de origem e dispersão localizado na parte oriental da República do Zaire, em Ruanda e Quênia, foi introduzida com propósito forrageiro no Brasil e em outras regiões do mundo (KISSMAN; GROTH, 1997). É uma espécie muito utilizada para formação de cobertura no sistema de semeadura direta e também em consórcio, onde é semeado uma linha intercalar com a cultura, sendo que este método é uma importante alternativa para produção de palhada para a safra seguinte ou até mesmo para o pastoreio no caso de uma integração lavoura-pecuária (CECCON et al., 2010; GIMENES et al., 2011; COSTA et al., 2014)

O sucesso do estabelecimento de culturas de importância agronômica, depende de um bom manejo das plantas utilizadas como cobertura do solo, pois assim, permite-se que a cultura inicialmente se desenvolva sem interferências (COSTA et al., 2013). No entanto, antes da realização da semeadura, ocorre a dessecação das plantas utilizadas para formação de palhadas de cobertura e, um mal controle destas plantas, inclui-se a *Urochloa ruziziensis* uma destas, pode diminuir a eficiência e rendimento da semeadora, principalmente pela dificuldade no corte desta palhada (ALMEIDA, 1991).

Existe uma variabilidade entre as espécies de *Urochloa brizantha*, *U. decumbens* e *U. ruziziensis*, quanto à sensibilidade ao herbicida glyphosate, que é amplamente utilizado para dessecação, sendo que *U. ruziziensis* é a mais sensível entre elas, com doses eficientes a partir de 720 g ha⁻¹ quando controladas em pleno florescimento, proporcionando diminuição de custos (BRIGHENTI et al., 2011; COSTA et al., 2013).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi instalado e conduzido em um telado durante o verão 2014/2015 e o verão de 2015/2016, com temperatura média de 26 ± 5 °C e umidade relativa (UR%) de 82 ± 10 % localizada no Departamento de Produção Vegetal, da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, no município de Jaboticabal/SP, com coordenadas de: Latitude 21°14' 43.42" S e Longitude 48° 17' 32.80" WGr., com altitude de 583 m.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com os tratamentos dispostos em esquema fatorial triplo de 3x3x2, sendo: três potenciais hídricas do solo, sem déficit hídrico (-0,03 MPa), déficit hídrico intermediário (-0,07 MPa) e déficit hídrico severo (-1,5 MPa); três doses do herbicida glyphosate (0,0; 270,0 e 540,0 g e.a. ha⁻¹); e dois estádios vegetativos (4-6 folhas e 1-3 perfilhos) com quatro repetições, sendo que cada vaso constituiu-se uma unidade experimental. A maior dose de glyphosate utilizada neste estudo é a máxima recomendada pelo fabricante do produto para o controle de espécies de Poaceae e o produto comercial utilizado foi o ROUNDUP ORIGINAL (360 g e.a. L⁻¹).

Para cada unidade experimental, foram utilizados vasos de polietileno com capacidade volumétrica de 2,5 L, sendo preenchidos com solo classificado como Latossolo Vermelho-amarelo (EMBRAPA, 2013) com 18,9% de argila, 3,6% de silte e 77,5% de areia. Foi utilizado 2,5 g de adubo formulado 04-14-08 e 2,0 g de calcário dolomítico para cada quilo de solo. A adubação e a correção do solo foram realizadas com base na análise química do solo (Tabela 1).

Tabela 1. Análise química do solo utilizado nos experimentos.

pH	M.O.	P _{resina}	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V
CaCl ₂	g dm ⁻³	mg dm ⁻³	-----		mmol _c dm ⁻³	-----			%
4,9	10,0	4,0	22	0,3	2	3	5,3	27	29

Para a obtenção da curva de retenção de água do solo, foi utilizada a placa de pressão de Richards (KLAR, 1984), no qual estabeleceu-se três potenciais mínimos de água no solo (Ψ_s): -0,03; -0,07 e -1,5 MPa (13%, 10, e 8%, respectivamente),

sendo que o valor que representa a máxima capacidade de retenção de água neste solo, é correspondente a -0,01 MPa. Os outros potenciais, (-0,03; -0,07 e -1,5 MPa), são os manejos hídricos utilizados como tratamentos. A relação de potenciais de água com a respectiva porcentagem de umidade do solo está descrita na Tabela 2.

Tabela 2. Relação entre potenciais (MPa) e teores (%) de água do solo utilizados no estudo.

Água Retida (dm ³ dm ⁻³)						
Tensão (MPa)						
Saturado	-0,01	-0,03	-0,05	-0,07	-0,5	-1,5
39%	14%	13%	11%	10%	9%	8%

Por meio de pesagens diárias de cada vaso, ao observar que o peso atingiu o potencial de água definido para cada tratamento (-0,03; -0,07 ou -1,5 MPa), realizou-se a reposição de água evapotranspirada até alcançar o potencial máximo de água no solo (14%), conforme metodologia utilizada por Pereira (2010b).

Utilizou-se quatro espécies pertencentes à família *Poaceae* (=Gramineae) neste estudo: o capim-colonião (*Megathyrsus maximum*), capim-colchão (*Digitaria nuda*), capim-massambará (*Sorghum halepense*) e capim-braquiária (*Urochloa ruziziensis*).

Foi semeada uma densidade de 10 sementes por vaso. Após a emergência, antes do desenvolvimento completo da primeira folha, realizou-se o desbaste deixando apenas uma planta por vaso. O solo foi mantido com umidade suficiente até o estágio de desenvolvimento de duas folhas completamente expandidas. Em sequência, iniciou-se o manejo hídrico de cada tratamento mantendo-se até o final do estudo. A aplicação das diferentes doses de herbicidas ocorreu no momento em que as plantas atingiram o estágio de desenvolvimento predefinido (4-6 folhas e 1-3 perfilhos).

Para a aplicação do herbicida utilizou-se um pulverizador costal pressurizado a CO₂, mantido a pressão constante de 200 kPa, munido de barra com pontas Teejet XR 11002VS, espaçadas 0,5 m entre si, a altura de 0,5 m do alvo e, com um consumo de calda de 200 L ha⁻¹. As condições ambientais no momento da aplicação dos experimentos com as plantas no estágio de 4-6 folhas e 1-3 perfilhos foram: i) capim-colonião: umidade relativa de 73 e 80%, temperatura de 23,0 e 25,6 °C e velocidade

do vento de 3 e 5 km h⁻¹, respectivamente; ii) capim-colchão: umidade relativa de 68 e 75%, temperatura de 24,8 e 26,7 °C e velocidade do vento de 3 e 5 km h⁻¹, respectivamente; iii) capim-massambará: umidade relativa de 78 e 75%, temperatura de 22,3 e 23,5 °C e velocidade do vento de 2 e 3 km h⁻¹, respectivamente; iv) capim-braquiária: umidade relativa de 65 e 69%, temperatura de 26,1 e 27,8 °C e velocidade do vento de 4 e 5,5 km h⁻¹, respectivamente.

Para a verificação das alterações morfo-anatômicas, realizou-se no mesmo dia antes do momento da aplicação de cada experimento, a mensuração da área foliar das plantas de cada tratamento de manejo hídrico com auxílio do medidor de área folia LI-3100C Area Meter (LI-COR®). Posteriormente as folhas foram levadas a uma estufa de circulação forçada de ar a 65°C até atingir massa constante. De posse dos valores da área foliar e sua respectiva matéria seca, foi possível determinar a área foliar específica (*AFE*), através da formula:

$$AFE = \frac{Af}{msf}$$

No qual:

Af = área foliar de cada unidade experimental;

msf = a matéria seca foliar desta unidade.

Também, no mesmo dia antes do momento da aplicação, realizou-se a avaliação de características fisiológicas como a condutância estomática (*Cs*) e temperatura da folha com auxílio do equipamento Leaf Porometer Model SC-1 (Decagon Devices). De posse dos valores da temperatura foliar, foi possível determinar a diferença (Δt) entre a temperatura do ambiente no momento da avaliação e a temperatura da folha, através da fórmula:

$$\Delta t = ta - tf$$

Onde:

ta = temperatura do ambiente no momento da avaliação

tf = temperatura da folha

O controle das plantas de capim-colonião, capim-colchão e capim-massambará foram avaliados visualmente aos 7, 14, 21 e 35 dias após a aplicação (DAA) e o capim-braquiária foi avaliado aos 7, 14, 21 e 28 DAA. As quatro espécies foram avaliadas por meio de uma escala percentual de notas, no qual 0% representa ausência total de injúrias e 100% representa a morte da planta (SBCPD, 1995). Ao final de cada experimento (28 DAA para capim-braquiária e 35 DAA para as demais), a parte aérea e o sistema radicular das plantas foram coletados, lavados e posteriormente mantidos em estufa de circulação forçada de ar a 65°C, até atingirem peso constante para determinação da matéria seca (g).

Os resultados obtidos de controle e matéria seca das diferentes plantas estudadas foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias foram comparadas pelo teste "t" de Student ($p > 0,05$). Os parâmetros fisiológicos como área foliar específica (AFE), diferença da temperatura ambiente com a temperatura da folha (Δt) e a condutância estomática (C_s) foram analisados através do intervalo de confiança a um coeficiente de confiança de 95% para as médias ($\hat{\mu}$), para isto utilizou-se a seguinte fórmula:

$$IC(\mu)_{95\%} = \hat{\mu} \pm t \frac{s}{\sqrt{n}}$$

No qual:

$\hat{\mu}$ = média das repetições

t = valor de t tabelado

s = desvio padrão

n = número de amostras

Todas as análises estatísticas foram realizadas com auxílio do programa estatístico AgroEstat (BARBOSA; MALDONADO Jr., 2015).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Capim-colonião

A área foliar específica (*AFE*) das plantas de capim-colonião aumentou significativamente com o incremento da disponibilidade de água para o seu desenvolvimento, tanto no estágio de desenvolvimento de 4-6 folhas quanto no estágio de 1-3 perfilhos (Figura 1).

Plantas submetidas à condição de maior disponibilidade de água (-0,03 MPa) apresentaram diferença significativa das demais condições hídricas em ambos os estádios de desenvolvimento estudados. Pela análise do intervalo de confiança, não houve diferença significativa entre as condições de maiores restrições hídricas (-0,07 e -1,5 MPa), o que evidencia uma correlação negativa da espécie com o déficit hídrico. Em ambas condições hídricas as plantas apresentaram uma menor área foliar, porém com um aumento do acúmulo de matéria seca da folha por unidade de área (Figura 1). Tal fato, pode ter ocorrido devido ao aumento da espessura da folha nestas condições de desenvolvimento, como observado neste estudo, além de elevar as quantidades de componentes presentes na parede celular, como por exemplo a lignina (POOTER; DE JONG, 1999; PACHECO; CAMARGO; SOUZA, 2011).

A área foliar específica está altamente correlacionada com diversos parâmetros fisiológicos e químicos, ou seja, quando encontram-se altos valores de *AFE*, as folhas podem apresentar altas concentrações de componentes citoplasmáticos como proteínas, minerais e ácidos orgânicos, além de altas concentrações de nitrogênio foliar e maior atividade fotossintética pela alta concentração da enzima Rubisco (POOTER; DE JONG, 1999; REICH et al., 2003), o que ora influenciou o acúmulo de massa seca nas plantas (Figura 1).

A relação entre a temperatura foliar e a temperatura do ambiente pode ser usada como um indicador da condição hídrica da planta, pois quando a planta encontra-se em um ambiente com disponibilidade hídrica, através da transpiração, ocorre a refrigeração das folhas, o que funciona como um mecanismo de proteção às elevadas temperaturas (KRASENSKY; JONAK, 2012). No entanto, em ambientes

onde a água é limitada para o desenvolvimento vegetal, há uma diminuição da transpiração, o que acarreta no aumento da temperatura foliar (WANG; GARTUNG, 2010).

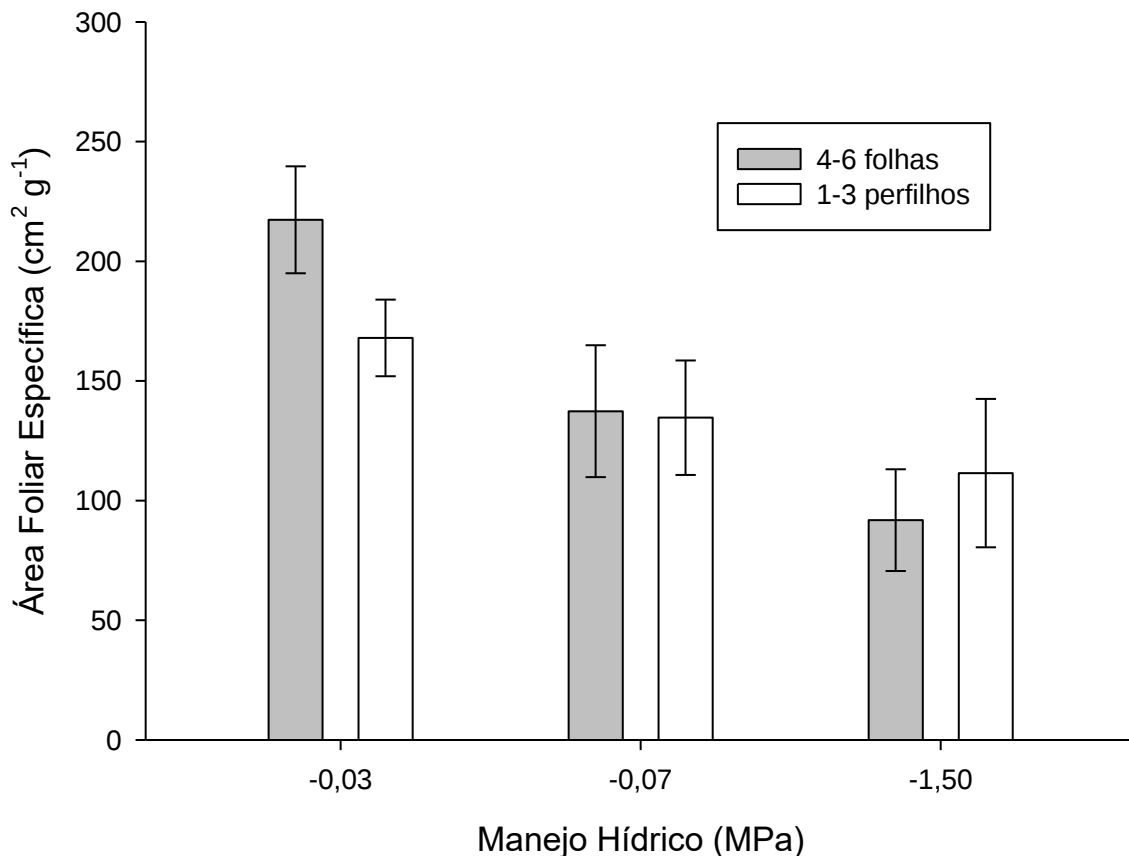


Figura 1. Área Folia Específica (AFE) de capim-colonião nos estádios de 4-6 folhas e 1-3 perfilhos antes do momento da aplicação submetidos a diferentes manejos hídricos do solo. Jaboticabal/SP, 2015.

No presente estudo observa-se um comportamento linear e significativo da diferença de temperatura entre o ambiente e a folha (Δ_t), proporcionado pelos diferentes manejos hídricos em ambos estádios de desenvolvimento (Figura 2). No estágio de desenvolvimento de 4-6 folhas, a Δ_t nas disponibilidades hídricas de -1,5 e -0,07 MPa foram semelhantes, porém diferentes da condição de -0,03 MPa. No estágio de desenvolvimento de 1-3 perfilhos, esta Δ_t não foi afetada pela condição hídrica a qual as plantas foram submetidas. Verifica-se que as plantas no estágio de desenvolvimento inicial apresentaram maior diferença entre os manejos hídricos

adotados ao comparar-se com a diferença observada no estágio mais avançado, 1-3 perfilhos (Figura 2).

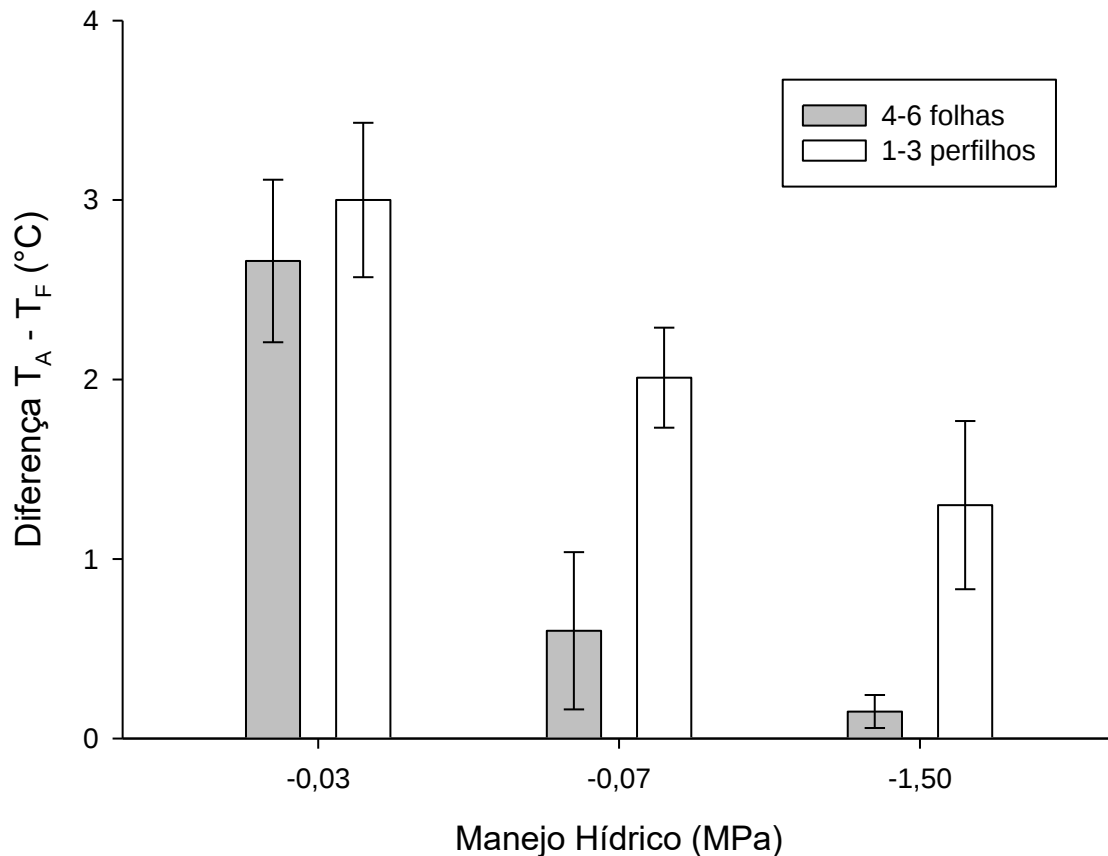


Figura 2. Diferença (Δ_t) entre a temperatura ambiente (T_A) e da folha (T_F) de capim-colonião nos estádios de desenvolvimento de 4-6 folhas e 1-3 perfilhos antes do momento da aplicação submetidos a diferentes manejos hídricos do solo. Jaboticabal/SP, 2015.

As altas temperaturas observadas nas folhas de capim-colonião nos diferentes estádios estudados estão correlacionadas com a menor transpiração e taxa fotossintética do desenvolvimento inicial, principalmente na maior restrição hídrica de água do solo, fato este comprovado pela condutância estomática (C_s) observada neste estudo (Figura 3).

A C_s nas plantas de capim-colonião em ambos estádios de desenvolvimento, submetidas aos manejos hídricos de -1,5 e -0,07 MPa, foram semelhantes conforme

a análise do intervalo de confiança dos dados em cada estágio. Observam-se reduções significativas na ordem de 79% e 83% os manejos de -0,07 e -1,5 MPa, respectivamente, em relação ao manejo de -0,03 MPa no estágio de desenvolvimento de 4-6 folhas. Reduções significativas de 68% e 70% dos manejos de -0,07 e -1,5 MPa, respectivamente, em relação ao manejo de -0,03 MPa no estágio de desenvolvimento de 1-3 perfilhos (Figura 3).

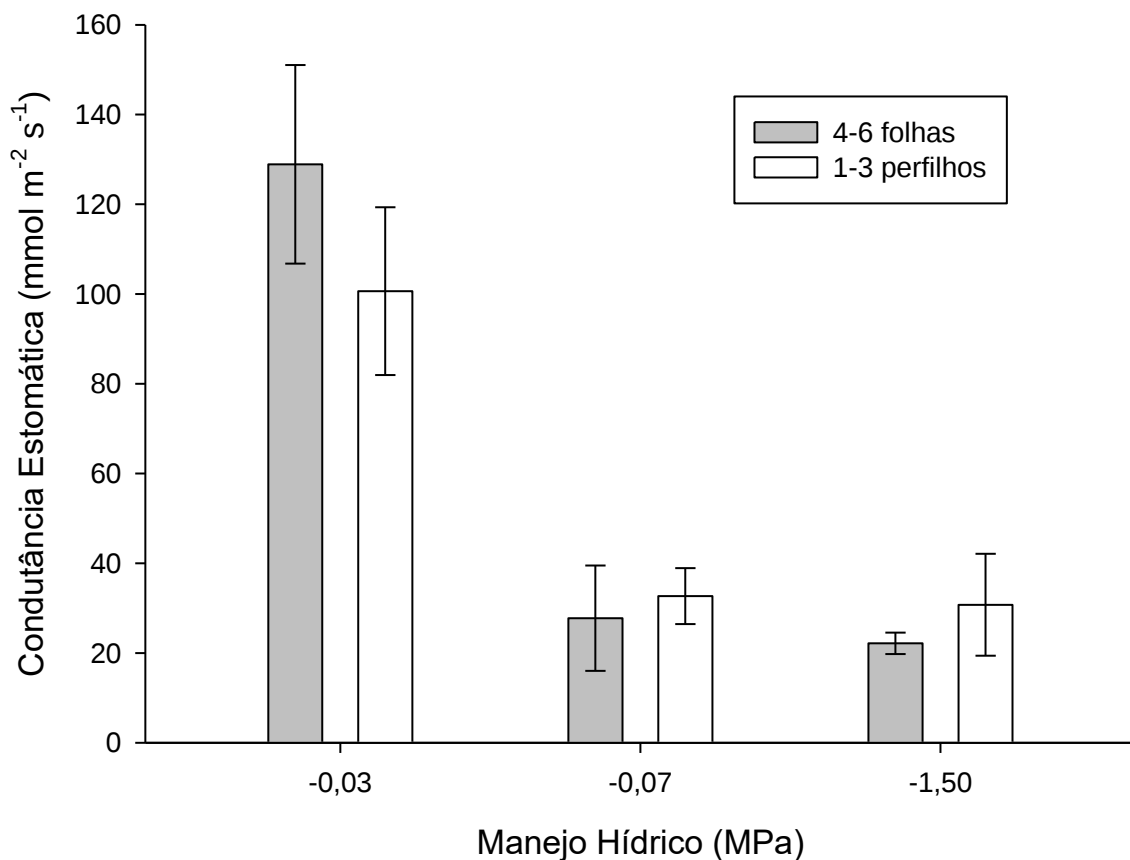


Figura 3. Condutância estomática (C_s) de capim-colonião nos estádios de desenvolvimento de 4-6 folhas e 1-3 perfilhos antes do momento da aplicação submetidos a diferentes manejos hídricos do solo. Jaboticabal/SP, 2015.

A condutância estomática está diretamente relacionada com a transpiração e a taxa de fotossíntese, pois neste estudo a C_s apresentou aumento significativo com a disponibilidade de água, ou seja, o aumento da condutância estomática implica na abertura dos estômatos para a captação de CO_2 atmosférico, o que também ocasiona perdas de água por transpiração. Este fato foi observado quando há disponibilidade

hídrica à planta, o que define uma relação intrínseca da abertura estomática com a questão hídrica (PREMACHANDRA et al., 1992). Quando não há disponibilidade de água para a planta, há uma redução na C_s , diminuindo significativamente a atividade fotossintética devido a menor captação de CO_2 pelos órgãos assimilatórios (SALA; TENHUNEN, 1996).

A condutância estomática das plantas de capim-colonião mais desenvolvidas apresentou menores valores em condição ótima de desenvolvimento (manejo hídrico de -0,03 MPa), em relação ao mesmo manejo no estágio de 4-6 folhas. Isto comprova que há uma diminuição da abertura de estômatos para trocas gasosas, como mecanismo de redução de perda de água pela transpiração (TAIZ et al., 2017). Na Tabela 3 verifica-se a análise de variância das avaliações visuais de controle do capim-colonião submetidos aos diferentes manejos hídricos, e aplicação de diferentes doses de glyphosate nos diferentes estádios de desenvolvimento.

Tabela 3. Análise de variância e valores médio da porcentagem de controle de plantas de capim-colonião após a aplicação de diferentes doses de glyphosate em função do manejo hídrico e dos estágios vegetativo no momento da aplicação, obtidos dos desdobramentos do grau de liberdade das variáveis principais. Jaboticabal/SP, 2015.

Fator de variação	Dias após a aplicação			
	7	14	21	35
Estádio vegetativo (E)	40,54 **	1,31 ^{ns}	5,39 *	13,16 **
Manejo hídrico (M)	5,20 *	6,22 **	7,69 **	3,70 *
Doses glyphosate (D)	59,89 *	153,47 **	916,36 **	2763,09 **
F ExM	2,20 ^{ns}	3,99 *	0,23 ^{ns}	1,20 ^{ns}
F ExD	12,90 **	1,57 ^{ns}	6,74 **	13,16 **
F MxD	4,03 *	5,89 **	7,26 **	3,70 *
F ExMxD	1,12 ^{ns}	1,07 ^{ns}	0,32 ^{ns}	1,20 ^{ns}
CV%	56,7	36,2	14,3	8,1

* significativo ao nível de 5% de probabilidade

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

^{ns} não significativo.

Nota-se que todos os fatores isolados foram significativos, com exceção aos 14 dias após a aplicação (DAA) para os diferentes estádios vegetativos em que não houve diferença significativa para o controle desta espécie. Na análise de fatores duplos, o controle na interação estágio e doses de glyphosate foi significativo apenas aos 7, 21 e 35 DAA, já na interação estágio vegetativo e manejo hídrico foi significativo apenas aos 14 DAA, e na interação do manejo hídrico e das diferentes doses de

glyphosate, em todos os períodos avaliados diferiram significativamente para o controle do capim-colonião. Não houve significância na análise de fator triplo em nenhum período de avaliação (Tabela 3).

Na interação entre Estádio de desenvolvimento e Doses de glyphosate aos 7 DAA, observa-se que quando se aplica glyphosate no desenvolvimento inicial das plantas de capim-colonião (4-6 folhas) as doses de 540 e 270 g ha⁻¹ proporcionam o mesmo controle no período avaliado. Quando a aplicação ocorre no desenvolvimento mais tardio (1-3 perfilhos), a maior dose aplicada proporcionou melhor controle desta espécie (Tabela 4).

Tabela 4. Valores médio da porcentagem de controle de plantas de capim-colonião aos 7 dias após a aplicação de diferentes doses de glyphosate em função estágio de desenvolvimento no momento da aplicação e do manejo hídrico a qual as plantas foram submetidas. Jaboticabal/SP, 2015.

Estádio	Doses			
	0 g ha ⁻¹	270 g ha ⁻¹	540 g ha ⁻¹	F Dose
4 - 6 folhas	0,0 aB	17,75 bA	19,75 bA	9,22 **
1 - 3 perfilhos	0,0 aC	37,25 aB	56,08 aA	63,57 **
F Estádio	-	14,84 **	51,51 **	

Manejo Hídrico (MPa)	Doses			
	0 g ha ⁻¹	270 g ha ⁻¹	540 g ha ⁻¹	F Dose
-0,03	0,0 aB	45,50 aA	39,62 aA	31,86 **
-0,07	0,0 aC	15,37 bB	37,25 aA	18,23 **
-1,5	0,0 aC	21,62 bB	36,87 aA	17,86 **
F Manejo	-	13,15 **	0,12 ^{ns}	

Médias seguidas da mesma letra minúsculas na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste "t" ($p > 0,05$). (LSD_{ExD} = 10,1) (LSD_{MxD} = 12,4)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

^{ns} não significativo.

Na interação Manejo hídrico e Dose de glyphosate aos 7 DAA, plantas que desenvolveram-se sem restrição hídrica (-0,03 MPa), as doses 540 e 270 g ha⁻¹ de glyphosate aplicadas foram semelhantes. Contudo, quando a planta foi submetida a algum déficit hídrico (-0,07 e -1,5 MPa) apenas a maior dose de glyphosate aplicada proporcionou os melhores controles (Tabela 4).

Aos 14 DAA, observa-se na interação do manejo hídrico com as diferentes doses do glyphosate o controle foi reduzido quando houve a aplicação da dose de 270 g ha⁻¹ nos manejos hídricos de -0,07 e -1,5 MPa; já o controle na interação do manejo

hídrico e a aplicação do herbicida nos diferentes estádios vegetativo foi menor em relação ao manejo sem restrição hídrica (-0,03 MPa) quando houve a aplicação do herbicida no estágio de desenvolvimento de 4-6 folhas submetidas a uma restrição hídrica mais severa (-1,5 MPa). Dentro do fator manejo hídrico, o controle foi menor quando a planta desenvolveu-se a uma condição hídrica moderada (-0,07 MPa) no estágio vegetativo de 1-3 perfilhos (Tabela 5). De uma forma geral, quando as plantas são submetidas a períodos de déficit hídricos, diminui sua translocação e com isso, pode diminuir a eficácia dos herbicidas (ADKINS et al., 1998), como ora observado nestes estádios iniciais de desenvolvimento.

Tabela 5. Valores médio da porcentagem de controle de plantas de capim-colonião aos 14 dias após a aplicação de diferentes doses de glyphosate em função do estágio de desenvolvimento no momento da aplicação e do manejo hídrico a qual as plantas foram submetidas. Jaboticabal/SP, 2015.

Doses	Manejo Hídrico (MPa)			F Manejo
	-0,03	-0,07	-1,5	
0 g ha ⁻¹	0,0 bA	0,0 cA	0,0 cA	-
270 g ha ⁻¹	76,87 aA	32,75 bB	43,8 bB	17,76 **
540 g ha ⁻¹	77,75 aA	78,37 aA	73,5 aA	0,24 ^{ns}
F Dose	67,07 **	52,16 **	46,01 **	

Estádio	Manejo Hídrico (MPa)			F Manejo
	-0,03	-0,07	-1,5	
4 - 6 folhas	52,66 aA	45,83 aAB	35,41 aB	3,81 *
1 - 3 perfilhos	50,41 aA	28,25 bB	42,75 aA	6,4 **
F Estádio	0,13 ^{ns}	7,81 **	1,36 ^{ns}	

Médias seguidas da mesma letra minúsculas na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste "t" ($p > 0,05$). (LSD_{ExM} = 12,6) (LSD_{MxD} = 15,4)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

^{ns} não significativo.

Aos 21 DAA observa-se que a maior dose do glyphosate aplicado, independente do estágio vegetativo que a planta se encontrava no momento da aplicação, proporcionou o melhor controle das plantas de capim-colonião (Tabela 6). Na dose de 270 g ha⁻¹ do herbicida, o controle foi afetado pelo estágio vegetativo, sendo que o controle foi menor quando a pulverização ocorreu no estágio de 4-6 folhas (Tabela 6). No mesmo período, ao analisar o controle dentro da dose de 540 g ha⁻¹, independente do manejo hídrico em que a planta foi submetida, o controle do capim-colonião foi excelente (>99%) e na dose de 270 g ha⁻¹, aos 21 DAA, o manejo de

-0,03 e -1,5 MPa apresentou melhor controle do capim-colonião em relação as plantas quando submetidas a um déficit hídrico intermediário (-0,07 MPa) (Tabela 6).

Tabela 6. Valores médio da porcentagem de controle de plantas de capim-colonião aos 21 dias após a aplicação de diferentes doses de glyphosate em função do estágio de desenvolvimento no momento da aplicação e do manejo hídrico a qual as plantas foram submetidas. Jaboticabal/SP. 2015

Estádio	Doses			
	0 g ha ⁻¹	270 g ha ⁻¹	540 g ha ⁻¹	F Dose
4 - 6 folhas	0,0 aC	70,83 bB	100,0 aA	441,32 **
1 - 3 perfilhos	0,0 aC	85,83 aB	98,91 aA	481,78 **
F Estádio	-	18,77 **	0,10 ^{ns}	

Manejo hídrico (MPa)	Doses			
	0 g ha ⁻¹	270 g ha ⁻¹	540 g ha ⁻¹	F Dose
-0,03	0,0 aC	84,87 aB	99,75 aA	8,21 **
-0,07	0,0 aC	62,12 bB	99,12 aA	50,77 **
-1,5	0,0 aC	88,0 aB	99,5 aA	4,9 *
F Manejo	-	22,19 **	0,01 ^{ns}	

Médias seguidas da mesma letra minúsculas na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste "t" ($p > 0,05$). (LSD_{ExD} = 6,9) (LSD_{MxD} = 8,5)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

^{ns} não significativo.

Tal fato, deve-se, provavelmente ao fato do herbicida estimular uma rápida senescência das folhas mais velhas no manejo de -1,5 MPa, uma vez que, plantas quando submetidas a déficit hídricos severos, um dos mecanismos de defesa é a senescência das folhas mais velhas, no entanto, o manejo de -0,03 MPa, cria uma condição de boa disponibilidade hídrica para a planta, o que permite uma melhor translocação do herbicida (WINGLER; ROITSCH, 2008).

Aos 35 DAA, o controle do capim-colonião pela dose de 270 g ha⁻¹ de glyphosate foi menor quando a aplicação foi realizada no estágio vegetativo de 4-6 folhas (Tabela 7). Em relação aos diferentes manejos hídricos empregados, a maior dose aplicada proporcionou excelente controle do capim-colonião independente do manejo hídrico a qual a planta se desenvolveu, porém quando as plantas desenvolvem-se em solos com umidades de -0,07 e -0,03 MPa, com a aplicação de 270 g ha⁻¹ de glyphosate, o controle foi menor (Tabela 7).

Tabela 7. Valores médio da porcentagem de controle de plantas de capim-colonião aos 35 dias após a aplicação de diferentes doses de glyphosate em função do estágio de desenvolvimento no momento da aplicação e do manejo hídrico a qual as plantas foram submetidas. Jaboticabal/SP, 2015.

Estádio	Doses			
	0 g ha ⁻¹	270 g ha ⁻¹	540 g ha ⁻¹	F Dose
4 - 6 folhas	0,0 aC	84,75 bB	100,0 aA	1305,9 **
1 - 3 perfilhos	0,0 aB	98,0 aA	100,0 aA	1470,3 **
F Estádio	-	39,49 **	-	

Manejo Hídrico (MPa)	Doses			
	0 g ha ⁻¹	270 g ha ⁻¹	540 g ha ⁻¹	F Dose
-0,03	0,0 aC	94,37 aB	100,0 aA	946,8 **
-0,07	0,0 aC	84,37 bB	100,0 aA	868,0 **
-1,5	0,0 aB	95,37 aA	100,0 aA	955,7 **
F Manejo	-	11,1 **	-	

Médias seguidas da mesma letra minúsculas na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste "t" (p > 0,05). (LSD_{ExD} = 4,2) (LSD_{MxD} = 5,2)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

^{ns} não significativo.

Em um estudo com plantas de *Urochloa plantaginea* submetidas a déficit hídrico, e a pulverização dos herbicidas fluazifop-p-butyl e sethoxydim, observou-se que sob um potencial de água no solo de -1,5 MPa, semelhante ao presente neste estudo, a eficiência de controle também foi afetada, independente das doses de herbicidas e estágio fenológico das plantas estudadas (PEREIRA et al., 2010a).

Aos 21 e 35 DAA a aplicação da dose de 540 g ha⁻¹ de glyphosate, independente do manejo hídrico em que as plantas de capim-colonião foram submetidas, não se observou diferença de controle, sendo que a partir dos 21 DAA nota-se um controle total destas plantas.

O fato do controle de plantas daninhas ser menor, como neste caso, evidencia que o nível de estresse ao qual a planta é submetida diminui a capacidade da metabolização das moléculas de herbicidas, o que acarreta em um menor controle (PEREIRA et al., 2012).

Os menores controles registrados nas plantas de capim-colonião foram obtidos em solos com restrições hídricas e que receberam a menor dose de glyphosate, tais resultados podem ser atribuídos a possíveis mecanismos de defesa das plantas, como: maior acúmulo de cutícula na superfície da folha, menor taxa fotossintética e área foliar, o que dificulta a absorção e translocação do herbicida pela planta (TAIZ et

al., 2017). Assim, deve-se ter cuidados com a tecnologia de aplicação de herbicidas para evitar-se a subdose, pois poderão levar a falhas de controle quando associado a déficit hídrico no solo.

O acúmulo de matéria seca na parte aérea e nas raízes das plantas de capim-colonião submetidas a diversos potenciais hídricos do solo e a aplicação de diferentes doses de glyphosate, nos estádios de desenvolvimento de 4-6 folhas e de 1-3 perfilhos, foram significativos em todas as variáveis analisadas, além de suas interações, com exceção no acúmulo de matéria seca na parte aérea na interação do estágio vegetativo com o manejo hídrico e na interação tripla da mesma variável (Tabela 8).

Tabela 8. Valores médio do acúmulo de matéria seca de plantas de capim-colonião após a aplicação de diferentes doses de glyphosate em função do manejo hídrico e dos estágios vegetativo no momento da aplicação, obtidos dos desdobramentos do grau de liberdade das variáveis principais. Jaboticabal/SP, 2015.

Fator de Variação	Matéria Seca	
	Parte Aérea	Raíz
Estádio vegetativo (E)	12,17 **	34,94 **
Manejo hídrico (M)	218,23 **	365,85 **
Doses glyphosate (D)	580,64 **	1475,19 **
ExM	1,16 ^{ns}	19,12 **
ExD	4,68 *	12,17 **
MxD	100,71 **	245,97 **
ExMxD	0,74 ^{ns}	23,25 **
CV%	21,04	16,37

* significativo ao nível de 5% de probabilidade

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

^{ns} não significativo.

O maior acúmulo de matéria seca na parte aérea e na raiz foram com 1-3 perfilhos e 4-6 folhas, respectivamente. No manejo hídrico, tanto para a parte aérea quanto para as raízes, a matéria seca foi maior quando houve maior disponibilidade hídrica (-0,03 MPa) para o desenvolvimento das plantas de capim-colonião. Quanto às diferentes doses do herbicida glyphosate aplicado, independente da dose utilizada, ocorreu redução no acúmulo de matéria seca da parte aérea e das raízes (Tabela 9).

O acúmulo de matéria seca na parte aérea das plantas que foram controladas tanto no estágio de desenvolvimento inicial quanto no tardio foi maior quando não

ocorreu a aplicação do herbicida; já quando ocorreu a aplicação de glyphosate, o maior acúmulo de matéria seca na parte aérea foi quando a pulverização ocorreu no estágio de 1-3 perfilhos (Tabela 9).

Tabela 9. Acúmulo de matéria seca da parte aérea (g) de capim-colonião aos 35 dias após a aplicação de diferentes doses de glyphosate em função do manejo hídrico a qual as plantas foram submetidas e do estágio vegetativo no momento da aplicação. Jaboticabal/SP, 2015.

Estádio	Doses			
	0 g ha ⁻¹	270 g ha ⁻¹	540 g ha ⁻¹	F Dose
4 - 6 folhas	5,35 aA	0,72 bB	0,56 bB	341,7 **
1 - 3 perfilhos	5,27 aA	1,52 aB	1,10 aB	243,62 **
F Estádio	0,15 ^{ns}	14,64 **	6,74 *	
Manejo Hídrico (MPa)	Doses			
	0 g ha ⁻¹	270 g ha ⁻¹	540 g ha ⁻¹	F Dose
-0,03	9,32 aA	1,67 aB	1,36 aB	624,88 **
-0,07	4,36 bA	1,12 bB	0,62 bB	126,76 **
-1,5	2,26 cA	0,56 cB	0,51 bB	126,76 **
F Manejo	403,72 **	9,72 **	6,5 **	

Médias seguidas da mesma letra minúsculas na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste "t" (p > 0,05). (LSD_{ExD} = 0,41) (LSD_{MxD} = 0,51)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

^{ns} não significativo.

Ao desdobrar a interação manejo hídrico e doses de glyphosate, o maior acúmulo da matéria seca da parte aérea foi verificado quando as plantas desenvolveram-se no máximo potencial hídrico do solo (-0,03 MPa), independente da dose pulverizada e também na ausência do herbicida, independente do manejo hídrico (Tabela 9).

Ao analisar o acúmulo da matéria seca das raízes de capim-colonião nota-se que independente do estágio vegetativo da planta no momento da aplicação do glyphosate, o manejo hídrico sem restrição hídrica (-0,03 MPa) proporcionou os maiores acúmulos de matéria seca do sistema radicular e a restrição hídrica mais severa proporcionou uma redução de 60% e 71% nos manejos de -0,07 e -1,5 MPa, respectivamente, no estágio de desenvolvimento de 4-6 folhas; já no estágio de 1-3 perfilhos a redução de matéria seca dos manejos hídrico de -0,07 e -1,5 MPa foram de 40% e 75%, respectivamente, ao comparar com o manejo de -0,03 MPa (Tabela 10).

Tabela 10. Acúmulo de matéria seca da raiz (g) de capim-colonião aos 35 dias após a aplicação de diferentes doses de glyphosate em função do manejo hídrico a qual as plantas foram submetidas e do estágio vegetativo no momento da aplicação. Jaboticabal/SP, 2015.

Estádio	Doses			
	0 g ha ⁻¹	270 g ha ⁻¹	540 g ha ⁻¹	F Dose
4 - 6 folhas	2,91 aA	0,37 aB	0,28 aB	873,55 **
1 - 3 perfilhos	2,39 bA	0,24 bB	0,20 aB	613,8 **
F Estádio	53,41 **	5,54 *	0,33 ^{ns}	

Manejo Hídrico (MPa)	Doses			
	0 g ha ⁻¹	270 g ha ⁻¹	540 g ha ⁻¹	F Dose
-0,03	4,64 aA	0,38 aB	0,45 aB	1551,35 **
-0,07	2,20 bA	0,27 abB	0,17 bB	339,39 **
-1,5	1,12 cA	0,20 bB	0,16 bB	76,39 **
F Manejo	848,79 **	2,15 ^{ns}	6,86 **	

Estádio	Manejo Hídrico (MPa)			F Manejo
	-0,03	-0,07	-1,5	
4 - 6 folhas	2,11 aA	0,85 aB	0,60 aC	253,47 **
1 - 3 perfilhos	1,54 bA	0,91 aB	0,38 bC	131,57 **
F Estádio	62,81 **	0,65 ^{ns}	9,72 **	

Médias seguidas da mesma letra minúsculas na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste "t" ($p > 0,05$). (LSD_{ExD} = 0,14) (LSD_{MxD} = 0,17) (LSD_{ExM} = 0,14)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

^{ns} não significativo.

Na interação entre Estádio de desenvolvimento com a Doses de glyphosate aplicada, independente do estágio vegetativo no qual a planta encontrava-se no momento da aplicação, a ausência do herbicida proporcionou o maior acúmulo de matéria seca do sistema radicular das plantas de capim-colonião, porém ao analisar os estádios vegetativos, observa-se que o maior acúmulo ocorreu quando a aplicação do glyphosate foi no estágio de 4-6 folhas (Tabela 10). O desenvolvimento do sistema radicular do capim-colonião foi maior sem a aplicação do herbicida e, quanto menor a disponibilidade de água para a planta, menor foi o seu desenvolvimento radicular (Tabela 10).

As diferentes condições hídricas, seja devido ao excesso ou déficit, a qual as plantas estão submetidas podem causar impactos negativos no seu crescimento e desenvolvimento. Estudos demonstram evidências de que há comunicação das raízes com a parte aérea por sinais químicos e moleculares que agem diretamente na

dinâmica dos estômatos em condições de déficit hídrico no solo (SHABALA et al., 2016).

O aumento da concentração do ácido abscísico (ABA) nos diferentes tecidos das plantas em resposta ao déficit hídrico, pode influenciar nas respostas às características morfofisiológicas das plantas, como o acúmulo de ABA originário do sistema radicular que é responsável por afetar o desenvolvimento da parte aérea e a manutenção do sistema radicular (TUBEROSA; SANGUINETI; LANDI, 1994; ALI; BANO; FAZAL, 2017), e por sua vez dificultar o controle de espécies de plantas daninhas problemáticas. Ressalta-se que em condições de campo, com restrições hídricas severas, subdoses de glyphosate pode ser ineficaz no controle das plantas de capim-colonião, o que traria prejuízos ao sistema produtivo.

4.2. Capim-colchão

Plantas de capim-colchão que se desenvolveram em solos com diferente disponibilidade hídricas apresentaram aumento significativo da área foliar específica (*AFE*). Este aumento deu-se em plantas nos estádios de desenvolvimento de 4-6 folhas e em estágio de 1-3 perfilhos (Figura 4). As plantas de capim-colchão que foram submetidas a uma condição de maior disponibilidade hídrica no solo (-0,03 MPa) foram as que possuíam a maior *AFE* em relação aos tratamentos com -0,07 e -1,5 MPa, e esse aumento foi observado tanto no estágio de desenvolvimento de 4-6 folhas quanto no estágio de 1-3 perfilhos.

Nota-se que independente do manejo hídrico ao qual as plantas foram submetidas, plantas no estágio de desenvolvimento de 4-6 folhas apresentaram uma maior *AFE* quando comparadas com plantas no estágio de desenvolvimento de 1-3 perfilhos (Figura 4). Isso evidencia que as plantas em estádios iniciais de desenvolvimento apresentam pouco acúmulo de matéria seca em relação a sua área foliar no momento da avaliação.

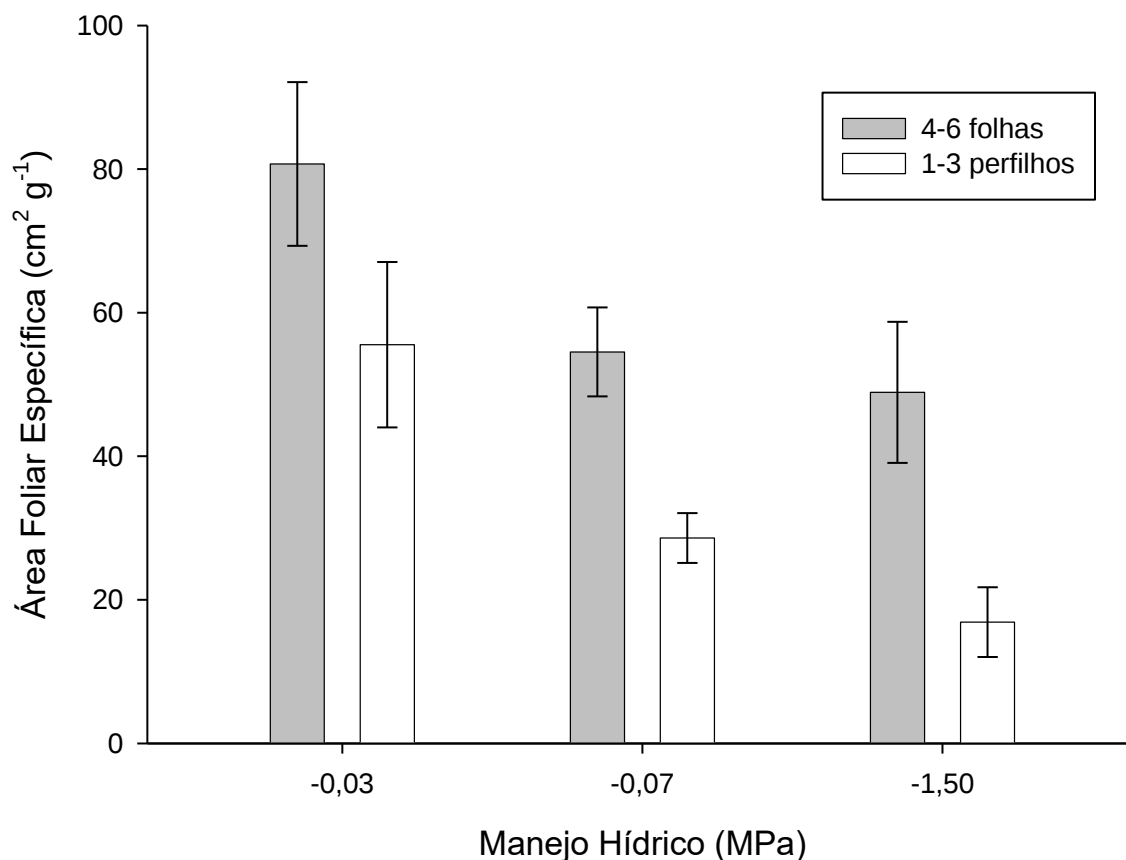


Figura 4. Área Folia Específica (*AFE*) de capim-colchão nos estádios de 4-6 folhas e 1-3 perfilhos antes do momento da aplicação submetidos a diferentes manejos hídricos do solo. Jaboticabal/SP, 2015.

As plantas de capim-colchão no estágio de 4-6 folhas submetidas ao regime hídrico de -0,07 e -1,5 MPa possuem *AFE* semelhantes pelo intervalo de confiança. Neste experimento não houve variação do acúmulo de matéria seca destas plantas, pelos dados coletados houve apenas variação da área foliar.

A área foliar específica está altamente correlacionada com diversos parâmetros fisiológicos e químicos, ou seja, quando encontram-se baixos valores de *AFE*, as folhas podem apresentar altas concentrações de componentes citoplasmáticos (POOTER; DE JONG, 1999; REICH et al., 2003), o que ora influenciou o acúmulo de massa seca nas plantas e manteve os menores valores de *AFE* das plantas nos estádios iniciais em relação as plantas no estágio de 1-3 perfilhos.

Plantas de capim-colchão também apresentaram diferenças significativas nas Δ_t em todos os manejos hídricos a qual as plantas foram submetidas. Nota-se que os maiores valores das Δ_t , tanto nas plantas mais jovens quanto nas mais velhas, foi no potencial hídrico de -0,03 MPa, ou seja, na maior disponibilidade de água para as plantas (Figura 5). Pesquisas correlacionam a temperatura a qual a folha se encontra, com o nível de estresse sofrido até o momento (MATOS; TEXEIRA Jr.; SILVEIRA, 2003)

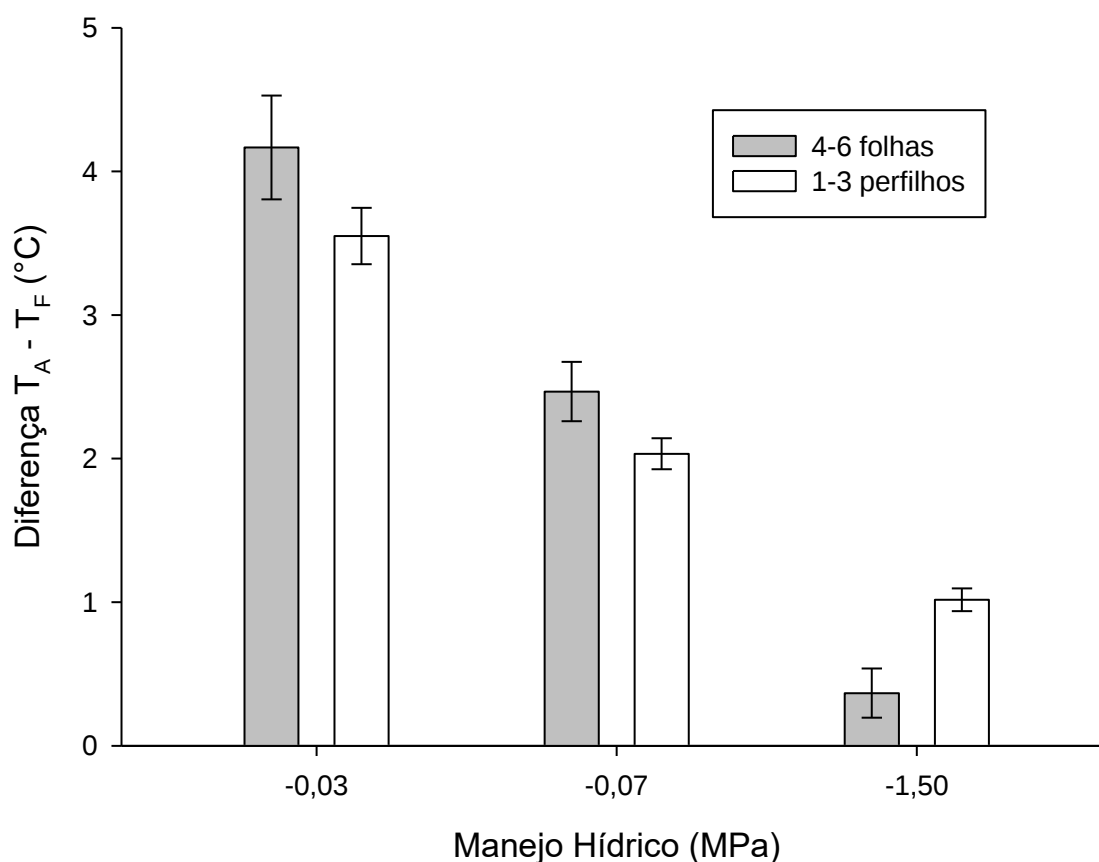


Figura 5. Diferença (Δ_t) entre a temperatura ambiente (T_A) e da folha (T_F) de capim-colchão nos estádios de desenvolvimento de 4-6 folhas e 1-3 perfilhos antes do momento da aplicação submetidos a diferentes manejos hídricos do solo. Jaboticabal/SP, 2015.

Verifica-se no manejo hídrico de -0,03 e -0,07 MPa que em plantas avaliadas no estágio de desenvolvimento de 4-6 folhas, a Δ_t foi maior que as observadas quando houve a avaliação no estágio de 1-3 perfilhos, porém no manejo de -1,5 MPa não foi observado o mesmo comportamento (Figura 5).

Plantas submetidas a alta disponibilidade hídrica no solo transpiram mais, pois há uma maior abertura estomática, assim a temperatura foliar nesta situação é menor (OLIVEIRA; FERNANDES; RODRIGUES, 2005; PEREIRA et al., 2006)

Nos dois estádios de desenvolvimento das plantas de capim-colchão os valores da Cs foram diferentes independente do manejo hídrico. Nota-se que as plantas sem restrição hídrica, em ambos os estádios, foram as que possuem a maior Cs, seguida pelas do manejo de -0,07 MPa subsequentemente do -1,5 MPa (Figura 6).

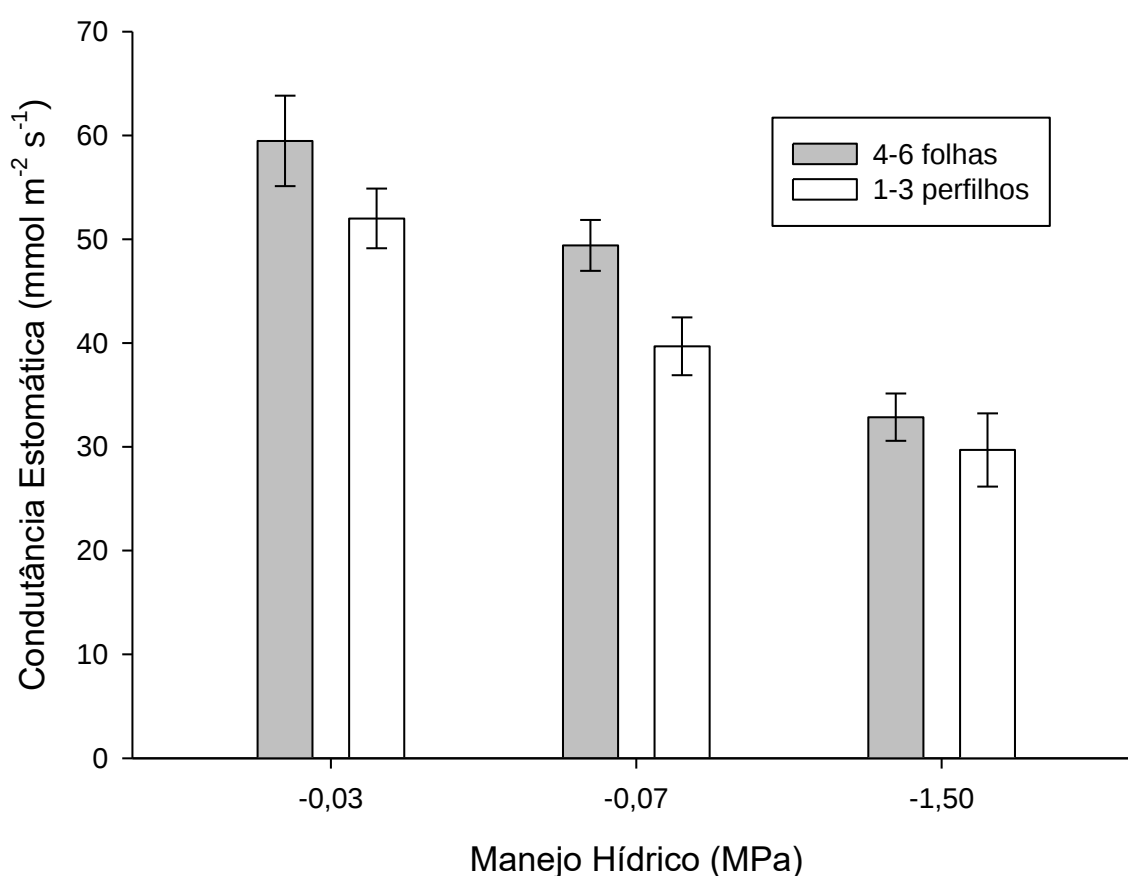


Figura 6. Condutância estomática (Cs) de capim-colchão nos estádios de desenvolvimento de 4-6 folhas e 1-3 perfilhos antes do momento da aplicação submetidos a diferentes manejos hídricos do solo.

Nas condições hídricas de -0,03 e -0,07 MPa, as plantas mais jovens têm os maiores valores de Cs em relação as plantas mais adultas (Figura 6). Isso se deve ao fato da alta capacidade metabólica e transpiratória das plantas nos estádios iniciais de desenvolvimento (TAIZ et al., 2017). Pois, para que ocorra o acesso ao CO₂

atmosférico pelas células fotossintéticas presentes no mesófilo, é necessário que ocorra a abertura dos estômatos, que por consequência ocorre a perda de água do interior da folha para o meio externo, efeito conhecido como transpiração (MACHADO; LAGÔA, 1994).

A partir desta informação, pode-se correlacionar diretamente a condutância estomática com a transpiração, fotossíntese líquida, potencial da água na folha e também com a taxa fotossintética das plantas (LUDLOW, 1980; PEREIRA, 2010b).

O entendimento da condutância estomática dá-se pelo fato de ser um mecanismo fisiológico que plantas superiores possuem para controlar a perda de água do seu interior para o ambiente. A epiderme das folhas normalmente encontra-se revestida por uma camada de cutícula com baixa impermeabilidade, porém com uma grande quantidade de estômatos e sua condutância é influenciada por diversos fatores, como: luz, umidade, temperatura, concentração de CO₂ atmosférico e distribuição hormonal pelo interior da planta (JARVIS; McNAUGHTON, 1986; LIMA, 1993; ALI; BANO; FAZAL, 2017).

A análise de variância das avaliações visuais de controle do capim-colchão submetidos aos diferentes manejos hídricos, e aplicação de diferentes doses de glyphosate nos diferentes estádios de desenvolvimento é apresentada na Tabela 11.

Verifica-se que todos os fatores, isolados ou não, foram significativos aos 7 e 14 DAA, com exceção na interação dupla entre o Estádio de desenvolvimento e o Manejo hídrico e na interação tripla Estádio de desenvolvimento, Manejo hídrico e Doses de glyphosate, ambos aos 14 DAA (Tabela 11). Aos 21 e 35 DAA todos os tratamentos que possuíam as doses de 270 g ha⁻¹ e 540 g ha⁻¹ de glyphosate e suas interações, apresentaram 100% de controle, não sendo possível realizar o teste F.

Tabela 11. Análise de variância e valores médio da porcentagem de controle de plantas de capim-colchão após a aplicação de diferentes doses de glyphosate em função do manejo hídrico e dos estágios vegetativo no momento da aplicação, obtidos dos desdobramentos do grau de liberdade das variáveis principais. Jaboticabal/SP, 2015.

Fator de variação	Dias após a aplicação			
	7	14	21	35
Estádio vegetativo (E)	755,9 **	71,30 **	-	-
Manejo hídrico (M)	45,5 **	4,79 *	-	-
Doses glyphosate (D)	2600,1 **	65051,2 **	-	-
F ExM	5,55 **	1,51 ^{ns}	-	-
F ExD	190,8 **	18,70 **	-	-
F MxD	17,8 **	3,16 *	-	-
F ExMxD	11,2 **	0,76 ^{ns}	-	-
CV%	8,3	1,7	-	-

* significativo ao nível de 5% de probabilidade

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

^{ns} não significativo.

Na interação Estádio de desenvolvimento e Manejo hídrico avaliados aos 7 DAA, nota-se as plantas quando controladas nos estádios iniciais de desenvolvimento (4-6 folhas) foram as mais afetadas quando comparadas as plantas que foram controladas em estágio de desenvolvimento mais tardio (1-3 perfilhos). Os Manejos hídricos aos quais as plantas foram submetidas, verifica-se que a maior disponibilidade de água (-0,03 MPa) proporcionou os maiores controles neste período (Tabela 12).

Ao analisar a interação Estádio de desenvolvimento e Doses de glyphosate, também aos 7 DAA, registra-se uma maior eficiência de controle nas plantas com 4-6 folhas, o que confere uma diferença aproximada entre os estádios de desenvolvimento de 45,5% e 40,0% nas doses de 270 e 540 g ha⁻¹ de glyphosate, respectivamente (Tabela 12). A dose glyphosate que representa 50% (270 g ha⁻¹) da dose recomendada pelo fabricante foi semelhante a dose de 100% da recomendação quando aplicou-se nas plantas mais jovens. Essa eficiência deve-se ao fato da alta taxa metabólica das plantas em estádios de desenvolvimento inicial, no qual se pode comprovar pela alta condutância estomática destas plantas (Figura 6).

Na interação Manejo hídrico com as Doses do herbicida, observa-se uma maior eficiência do glyphosate, independente da dose utilizada, quando aplicou-se nas plantas que se desenvolveram sem restrição hídrica (Tabela 12). Quanto as doses

utilizadas, quando aplicou-se 270 g ha⁻¹ de glyphosate em plantas de capim-colchão que se desenvolveram sob alto déficit hídrico, verifica-se uma redução na porcentagem de controle destas plantas aos 7 DAA, devido a diminuição da translocação do glyphosate.

Tabela 12. Valores médio da porcentagem de controle de plantas de capim-colchão aos 7 dias após a aplicação de diferentes doses de glyphosate em função do estágio de desenvolvimento no momento da aplicação e do manejo hídrico a qual as plantas foram submetidas. Jaboticabal/SP, 2015.

Manejo Hídrico (MPa)	Estádio de desenvolvimento		
	4-6 folhas	1-3 perfilhos	F Estágio
-0,03	56,8 aA	37,8 aB	173,4 **
-0,07	50,2 bA	25,1 cB	304,8 **
-1,5	54,0 aA	29,6 bB	288,8 **
F Manejo	10,6 **	40,5 **	

Doses	Estágio de desenvolvimento		
	4-6 folhas	1-3 perfilhos	F Estágio
0 g ha ⁻¹	0,0 bA	0,0 cA	-
270 g ha ⁻¹	79,5 aA	43,3 bB	633,7 **
540 g ha ⁻¹	81,4 aA	49,1 aB	503,9 **
F Dose	2091,8 **	699,1 **	

Doses	Manejo Hídrico (MPa)			F Manejo
	-0,03	-0,07	-1,5	
0 g ha ⁻¹	0,0 bA	0,0 bA	0,0 cA	-
270 g ha ⁻¹	69,9 aA	57,1 aB	57,3 bB	34,6 **
540 g ha ⁻¹	72,0 aA	55,8 aC	68,1 aB	46,5 **
F Dose	1084,3 **	686,2 **	865,3 **	

Médias seguidas da mesma letra minúsculas na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste "t" (p > 0,05). (LSD_{EXM} = 2,9) (LSD_{EXD} = 2,9) (LSD_{MXD} = 3,5)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

^{ns} não significativo.

Plantas que se desenvolvem em solos com baixa disponibilidade hídrica reduz sua fotossíntese devido ao fechamento estomático e causa uma desidratação dos tecidos que, por sua vez, reduz a difusão do herbicida e consequentemente sua absorção e translocação (KOGAN; BAYER, 1996).

Aos 14 DAA, verifica-se na interação Manejo hídrico com as diferentes doses de glyphosate aplicadas uma menor ação do herbicida quando houve redução de sua dose para 50% da recomendada nos tratamentos sem restrição hídrica (-0,03 MPa).

O controle das plantas de capim-colchão que se desenvolveram nos manejos hídrico de -0,07 e -1,5 MPa foram semelhantes quando houve a aplicação de glyphosate (Tabela 13).

A aplicação de 540 g ha⁻¹ de glyphosate, independente do manejo hídrico a qual as plantas de capim-colchão foram submetidas, proporcionou um controle satisfatório para esta espécie nas condições estudadas. Isto remete ao pressuposto da planta interromper seu ciclo antes mesmo de desenvolver-se reprodutivamente.

Tabela 13. Valores médio da porcentagem de controle de plantas de capim-colchão aos 14 dias após a aplicação de diferentes doses de glyphosate em função do manejo hídrico a qual as plantas foram submetidas. Jaboticabal/SP, 2015

Doses	Manejo Hídrico (MPa)			F Manejo
	-0,03	-0,07	-1,5	
0 g ha ⁻¹	0,0 cA	0,0 bA	0,0 bA	-
270 g ha ⁻¹	96,4 bB	98,9 aA	98,0 aA	10,9 **
540 g ha ⁻¹	98,4 aA	98,8 aA	98,6 aA	0,3 ^{ns}
F Dose	21341,0 **	21968,8 **	21747,7 **	

Médias seguidas da mesma letra minúsculas na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste "t" (p > 0,05). (LSD_{MxD} = 1,1)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

^{ns} não significativo.

Na interação Estádio de desenvolvimento e Doses de glyphosate, nota-se que as plantas de capim-colchão tiveram seu controle reduzido quando controladas mais tardiamente, porém a dose utilizada no estágio de desenvolvimento de 1-3 perfilhos que proporcionou os melhores controles foi a de 540 g ha⁻¹ (Tabela 14).

Tabela 14. Valores médio da porcentagem de controle de plantas de capim-colchão aos 14 dias após a aplicação de diferentes doses de glyphosate em função do estágio de desenvolvimento no momento da aplicação. Jaboticabal/SP, 2015.

Doses	Estádio de desenvolvimento		F Estádio
	4-6 folhas	1-3 perfilhos	
0 g ha ⁻¹	0,0 bA	0,0 cA	-
270 g ha ⁻¹	99,5 aA	95,9 bB	68,1 **
540 g ha ⁻¹	100,0 aA	97,2 aB	40,6 **
F Dose	33610,0 **	31460,0 **	

Médias seguidas da mesma letra minúsculas na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste "t" (p > 0,05). (LSD_{DxE} = 0,9)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade

** significativo ao nível de 1% de probabilidade; ^{ns} não significativo.

Isto, evidencia que o estágio a qual a planta se encontra no momento do controle químico, pode interferir na eficácia do herbicida utilizado, por mais que haja uma maior área foliar, a anatomia, arquitetura e as vezes a dose e a quantidade de gotas interceptadas não são o suficiente para proporcionar um rápido controle da planta (TAYLOR; SHAW, 1993; STOCK; DAVIES, 1994).

Quando as plantas de capim-colchão foram controladas nos estádios iniciais de desenvolvimento, aos 14 DAA estas plantas já encontravam-se 100% controladas, tanto na dose de 270 e 540 g ha⁻¹ (Tabela 14). Isso mostra que a tanto na dose recomendada quanto na sua meia dose, o controle de capim-colchão pode ser eficiente já aos 14 DAA quando houver a aplicação nos estádios de 4-6 folhas. Para o estágio mais tardio (1-3 perfilhos), essa eficiência de controle foi comprovada a partir dos 21 DAA, quando todas as plantas encontravam-se mortas neste período.

A partir da análise de variância dos dados obtidos ao final do período experimental (35 DAA) para matéria seca da parte aérea, nota-se uma interação significativa entre os fatores Manejo hídrico e Doses de glyphosate, o que indica que a matéria seca acumulada pela parte aérea do capim-colchão é influenciada pelos níveis de déficit hídrico e também pela aplicação ou não do herbicida (Tabela 15).

Tabela 15. Análise de variância e valores médio do acúmulo de matéria seca de plantas de capim-colchão após a aplicação de diferentes doses de glyphosate em função do manejo hídrico e dos estágios vegetativo no momento da aplicação obtidos dos desdobramentos do grau de liberdade das variáveis principais. Jaboticabal/SP, 2015.

Fator de variação	Matéria Seca	
	Parte Aérea	Raíz
Estádio vegetativo (E)	3,43 ^{ns}	13,59 **
Manejo hídrico (M)	98,18 **	95,13 **
Doses glyphosate (D)	142,34 **	254,52 **
F ExM	1,08 ^{ns}	5,27 **
F ExD	2,17 ^{ns}	29,97 **
F MxD	37,78 **	86,59 **
F ExMxD	1,8 ^{ns}	4,78 **
CV%	33,42	32,68

* significativo ao nível de 5% de probabilidade

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

^{ns} não significativo.

Registra-se também, pela análise de variância dos dados do mesmo período para a variável matéria seca das raízes, que houve interação significativa entre os fatores Manejo hídrico, Doses de glyphosate e Estádios de desenvolvimento para a espécie em estudo, o que significa que além do nível de déficit hídrico a qual as plantas foram submetidas e a dose do herbicida utilizada para o seu controle, o estágio em que é realizado o controle pode proporcionar diferenças no acúmulo de matéria seca das raízes (Tabela 15).

Com a condição plena de disponibilidade hídrica na qual as plantas do tratamento com ausência de déficit foram submetidas ao longo de todo o período experimental, a matéria seca acumulada na parte aérea do capim-colchão foi superior ao observado nas plantas nos demais níveis de umidade do solo (Tabela 16). Como neste nível de déficit as plantas foram mantidas sob potencial hídrico de -0,03 MPa, o crescimento e o acúmulo de matéria seca foi contínuo até o fim do período experimental. Contudo, com a aplicação de 270 g ha⁻¹ e 540 g ha⁻¹ de glyphosate nestas plantas, a redução do acúmulo de matéria seca foi de 78% e 76%, respectivamente (Tabela 16).

Tabela 16. Acúmulo de matéria seca da parte aérea (g) de capim-colchão aos 35 dias após a aplicação de diferentes doses de glyphosate em função do manejo hídrico a qual as plantas foram submetidas. Jaboticabal/SP, 2015.

Doses	Manejo Hídrico (MPa)			F Manejo
	-0,03	-0,07	-1,5	
0 g ha ⁻¹	0,79 aA	0,34 aB	0,14 aC	163,34 **
270 g ha ⁻¹	0,17 bA	0,09 bB	0,08 abB	3,2 *
540 g ha ⁻¹	0,19 bA	0,07 bB	0,06 bB	7,19 **
F Dose	182,94 **	32,76 **	2,02 ^{ns}	

Médias seguidas da mesma letra minúsculas na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste "t" (p > 0,05). (LSD_{MxD} = 0,07)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

^{ns} não significativo.

Plantas de capim-colchão, quando submetidas a qualquer nível de déficit hídrico tem o acúmulo de matéria seca reduzido, mesmo quando não há a aplicação de herbicidas, essa redução foi de 57% e 82% quando desenvolveram-se em solos com teores de água de -0,07 e -1,5 MPa, respectivamente (Tabela 16).

A limitação hídrica no solo é uma situação comum à produção de muitas culturas agrícolas, o que pode causar um aumento substancial no impacto destes ambientes no crescimento e desenvolvimento destas plantas. Com isso, existe uma divergência entre a conservação da água pela planta e a taxa de assimilação de CO₂ para a produção de carboidratos estruturais ou não. Pois, a medida que aumenta a restrição hídrica, as plantas encontram dificuldades para absorverem água pelo aumento da força de retenção. No entanto, quanto maior for a demanda evaporativa da atmosfera, mais elevada é a necessidade do fluxo de água no sistema solo-planta-atmosfera e, quando as plantas encontram-se em ambientes com baixa disponibilidade hídrica no solo alguns recursos são utilizados pelas próprias plantas para evitar a perda de água, como o fechamento estomático, o que resulta em menor crescimento, desenvolvimento e produtividade (LECOEUR; SINCLAIR, 1996; SANTOS; CARLESSO, 1998; CHAVES; FLEXAS; PINHEIRO, 2009; TAIZ et al., 2017).

Na interação Estádio de desenvolvimento e Doses de glyphosate, observa-se redução da matéria seca do sistema radicular do capim-colchão nos dois estádios de desenvolvimento (Tabela 17).

Quando o controle ocorreu com as plantas mais jovens, as reduções do acúmulo de matéria seca proporcionado pelas doses de 270 g ha⁻¹ e 540 g ha⁻¹ de glyphosate foram de 71% e 75%, respectivamente, enquanto que no estágio mais tardio as reduções para as mesmas doses foram de 92% e 86%, respectivamente (Tabela 17).

Ao analisar apenas o acúmulo de matéria seca das raízes entre os diferentes estádios das plantas em que ocorreram as pulverizações do herbicida, nota-se que quando essa pulverização ocorreu com as plantas no estágio de 4-6 folhas, o acúmulo de matéria seca foi 40% menor que o do estágio de 1-3 perfilhos (Tabela 17). Possivelmente essa redução que ocorreu entre os dois estádios de desenvolvimento, deu-se pelo fato que plantas quando controladas mais jovens ficam menos tempo efetivamente se desenvolvendo, enquanto que plantas controladas mais tardiamente ficam por mais tempo acumulando biomassa (Tabela 17).

Tabela 17. Acúmulo de matéria seca das raízes (g) de capim-colchão aos 35 dias após a aplicação de diferentes doses de glyphosate em função do estágio de desenvolvimento no momento da aplicação e do manejo hídrico a qual as plantas foram submetidas. Jaboticabal/SP, 2015.

Estádio desenvolvimento	Doses			
	0 g ha ⁻¹	270 g ha ⁻¹	540 g ha ⁻¹	F Dose
4-6 folhas	0,39 bA	0,11 aB	0,1 aB	55,47 **
1-3 perfilho	0,65 aA	0,05 aB	0,09 aB	229,01 **
F Estágio	70,46 **	2,98 ^{ns}	0,08 ^{ns}	

Estádio desenvolvimento	Manejo Hídrico (MPa)			
	-0,03	-0,07	-1,5	F Manejo
4-6 folhas	0,37 bA	0,12 bB	0,11 aB	44,01 **
1-3 perfilho	0,44 aA	0,26 aB	0,10 aC	56,39 **
F Estágio	4,66 *	19,44 **	0,03 ^{ns}	

Doses	Manejo Hídrico (MPa)			
	-0,03	-0,07	-1,5	F Manejo
0 g ha ⁻¹	1,01 aA	0,41 aB	0,14 aC	266,94 **
270 g ha ⁻¹	0,07 bA	0,09 bA	0,09 aA	0,12 ^{ns}
540 g ha ⁻¹	0,12 bA	0,06 bA	0,09 aA	1,25 ^{ns}
F Dose	376,25 **	50,01 **	1,43 ^{ns}	

Médias seguidas da mesma letra minúsculas na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste “t” (p > 0,05). (LSD_{ExD} = 0,06) (LSD_{MxE} = 0,06) (LSD_{MxD} = 0,08)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

^{ns} não significativo.

Com a imposição dos níveis de umidade do solo, nota-se que independente do estágio em que a planta foi controlada, o tratamento sem restrição hídrica foi o que promoveu o maior acúmulo de matéria seca de raízes. Esse acúmulo foi maior quando as plantas foram controladas no estágio de 1-3 perfilhos (Tabela 17).

Na interação dos fatores Dose de glyphosate e Manejo hídrico a qual o capim-colchão foi submetido, verifica-se um acúmulo com a diminuição do teor de água disponível para as plantas, sendo que a redução com uma restrição intermediária (-0,07 MPa) foi de aproximadamente 60%, enquanto que para uma restrição mais severa (-1,5 MPa) a redução do acúmulo de matéria seca das raízes foi de 86% (Tabela 17).

A aplicação de glyphosate em plantas de capim-colchão, sob restrição hídrica intermediária ou não, reduz o desenvolvimento do sistema radicular desta espécie. Ressalta-se que sob condições de déficit hídrico severo, a aplicação ou não do herbicida, não interferiu nesse acúmulo (Tabela 17).

Pereira (2010b) ao estudar o comportamento do herbicida fluazifop-p-butil em plantas de *Urochloa decumbens* que desenvolveram-se sob diferentes níveis de restrições hídricas, observou que plantas mantidas a um potencial de -1,5 MPa, não diferiram no acúmulo de matéria seca com as diferentes doses testadas do herbicida, como ora encontrado neste estudo.

4.3. Capim-massambará

Para as plantas de capim-massambará a restrição hídrica influenciou a *AFE* apenas no estágio de desenvolvimento de 1-3 perfilhos, pois não se observou diferença pelo intervalo de confiança nos estádios de desenvolvimento de 4-6-folhas em nenhuma condição hídrica aplicada às plantas (Figura 7).

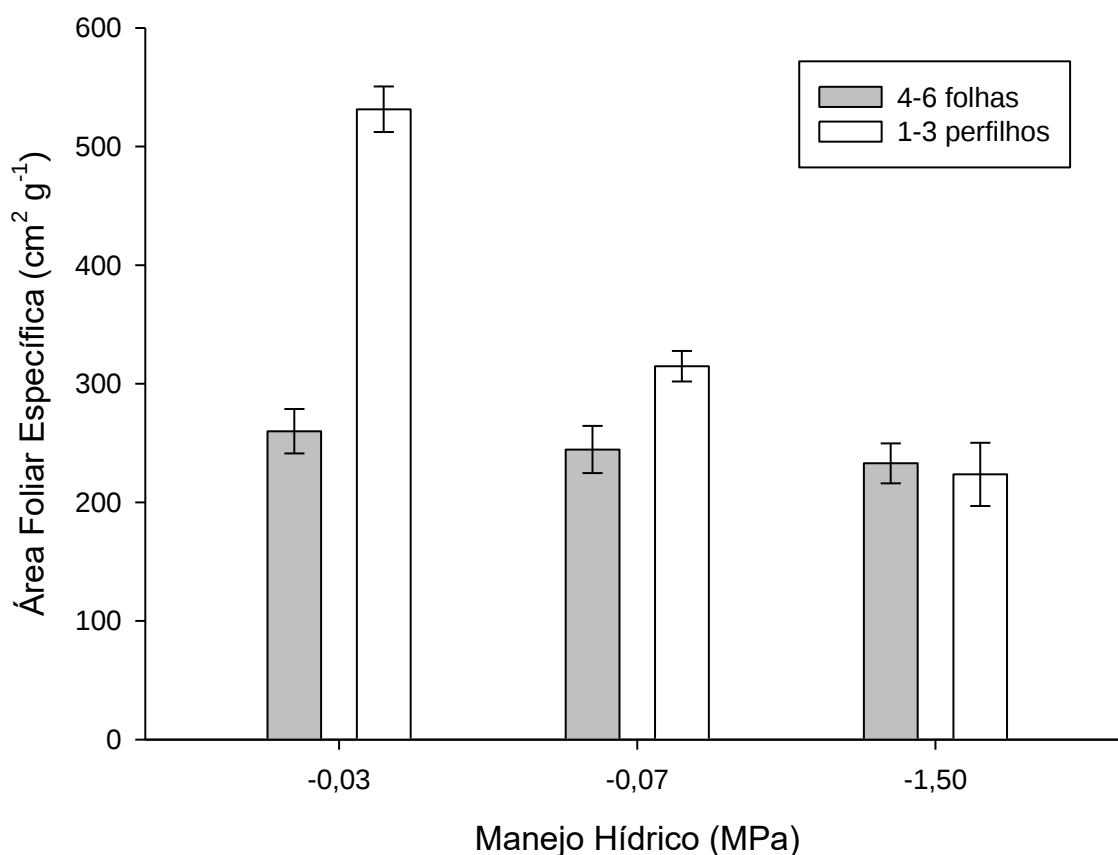


Figura 7. Área Folia Específica (*AFE*) de capim-massambará nos estádios de 4-6 folhas e 1-3 perfilhos antes do momento da aplicação submetidos a diferentes manejos hídricos do solo. Jaboticabal/SP. 2015.

As plantas que estavam sob déficit hídrico podem sofrer ajustes morfológicos ou fisiológicos, o que permitem manter seu metabolismo e ainda promover condições favoráveis ao seu crescimento mesmo sob um déficit contínuo, e ainda uma redução da área foliar caracteriza-se como uma resposta ao déficit hídrico a qual a planta se encontra, isto pode ser observado nas plantas de capim-massambará avaliadas no estágio de 4-6 folhas (BOHNERT; JENSEN, 1996; KIRKHAM, 1988).

A água é um elemento essencial para a manutenção da turgescência celular (SANTOS; CALESSO, 1998). Algumas plantas quando submetidas a uma baixa umidade do solo podem apresentar diminuição na divisão celular, mas não a expansão celular (DALE, 1988). A manutenção do turgor das células é importante para permitir a continuidade dos processos de crescimento e desenvolvimento vegetal, o que possibilita o adiamento da desidratação dos tecidos envolvidos (TOGNON; PETRY; CUQUEL, 2012), como ora observado na *AFE* de plantas no estágio de 4-6 folhas (Figura 7).

Plantas que foram avaliadas no estágio mais tardio (1-3 perfilhos) diferiram em todos os potenciais hídricos a qual foram submetidas, sendo que as plantas que se desenvolveram na condição hídrica de -0,03 MPa possuem uma *AFE* maior que na condição de -0,07 MPa e sucessivamente maior que a de -1,5 MPa (Figura 7). Isto revela que plantas de capim-massambará, quando desenvolvem-se em ambientes com restrições hídricas apresentam uma diminuição significativa das dimensões da lâmina foliar. A queda da expansão celular em plantas submetidas a baixa umidade do solo pode estar relacionada com a diminuição de sua turgescência, o que ocasiona redução da pressão hídrica sobre a parede celular, o que consequentemente ocasionaria a expansão celular (SADRAS; MILROY, 1996)

O manejo hídrico ao qual as plantas de capim-massambará foram submetidas, influenciaram significativamente na temperatura foliar destas, sendo que as plantas com a menor disponibilidade de água, apresentaram as maiores temperaturas, ou seja, a Δ_t é menor (Figura 8).

No manejo com maior restrição de água nos dois estádios de desenvolvimento avaliados foram semelhantes na Δ_t . A redução das médias das Δ_t do manejo de -0,03 MPa para o manejo de -1,5 MPa no estágio de desenvolvimento de 4-6 folhas foi de

48%, enquanto que para o estágio de 1-3 perfilhos foi de 75%. Tal fato, mostra que plantas mais adultas a adaptação ao ambiente com alta disponibilidade hídrica é melhor, ou seja, a temperatura foliar é menor e com isso há uma melhor transpiração que consequentemente possibilita uma melhor taxa fotossintética. No caso de plantas mantidas no manejo hídrico de -1,5 MPa a temperatura foliar foi próxima da temperatura do ambiente, ou seja, mais altas em relação as plantas mantidas no manejo de -0,03 MPa (Figura 8).

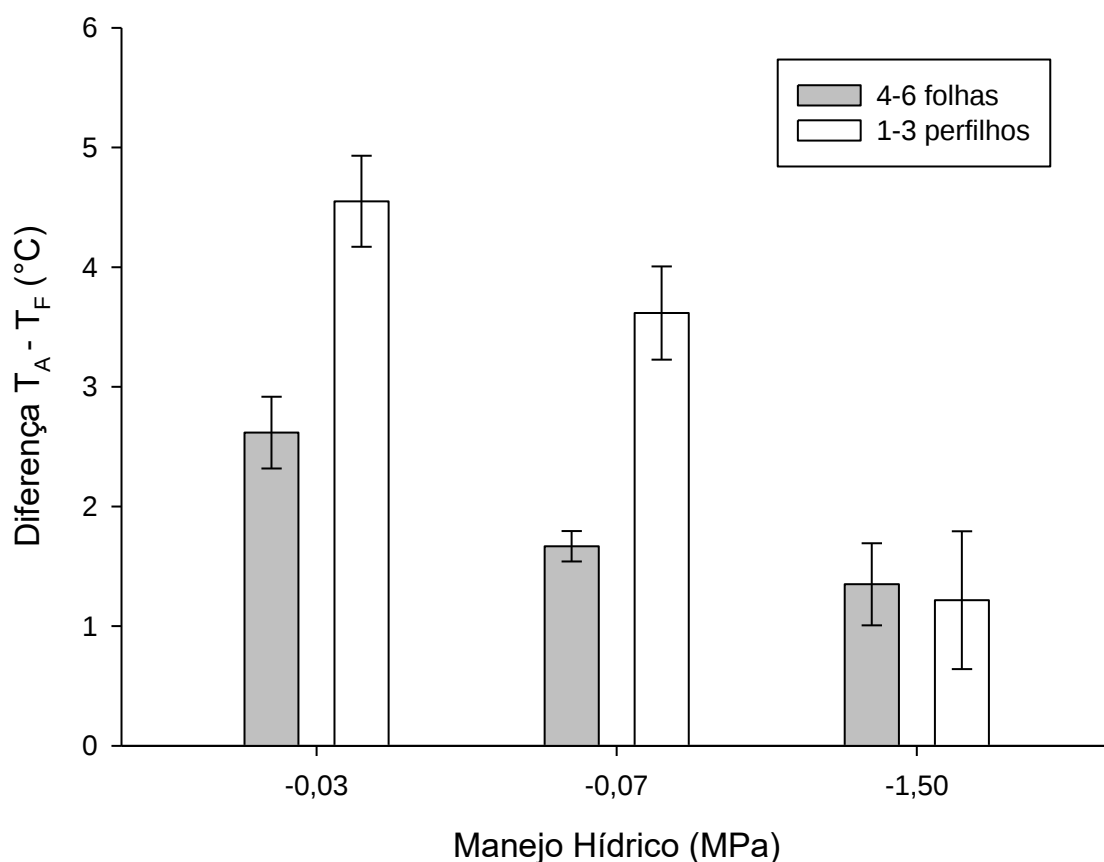


Figura 8. Diferença (Δ_t) entre a temperatura ambiente (T_A) e da folha (T_F) de capim-massambará nos estádios de desenvolvimento de 4-6 folhas e 1-3 perfilhos antes do momento da aplicação submetidos a diferentes manejos hídricos do solo. Jaboticabal/SP. 2015.

Tal aspecto, demonstra a relação existente entre a temperatura foliar e a condição hídrica a qual a planta se encontra. Essa variável está intimamente relacionada com a condutância estomática, pois com o aumento da resistência estomática há uma diminuição da sua condutância, consequentemente diminui a

transpiração, que é o único mecanismo de dissipação de calor da planta, o que resulta na elevação da temperatura da folha (TAIZ et al., 2017).

Em plantas de capim-massambará foi observado o mesmo comportamento da Cs nas diferentes condições hídricas a qual as plantas foram submetidas, tanto para o estágio de 4-6 folhas quanto para o estágio de 1-3 perfilhos. Verifica-se que o manejo no qual não houve restrição hídrica, os valores médios foram maiores e significativos do que os valores nos demais manejos empregados (Figura 9).

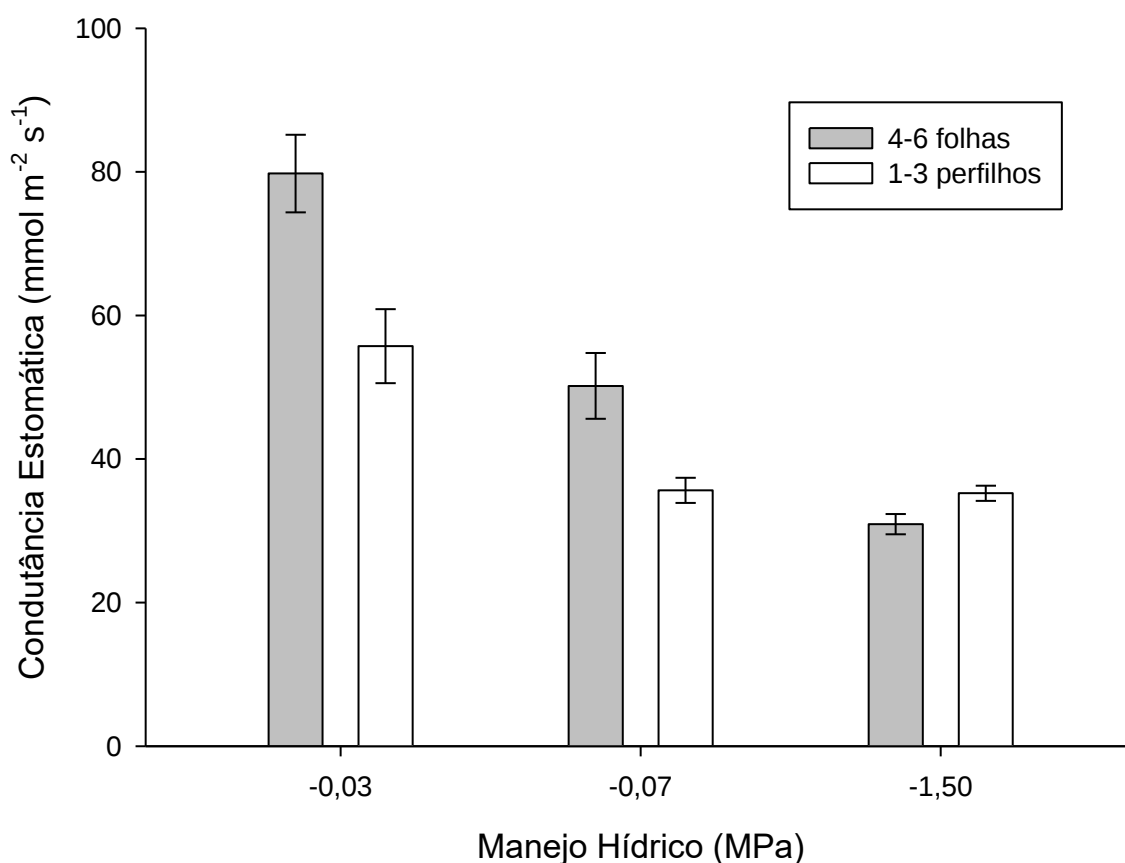


Figura 9. Condutância estomática (Cs) de capim-massambará nos estádios de desenvolvimento de 4-6 folhas e 1-3 perfilhos antes do momento da aplicação submetidos a diferentes manejos hídricos do solo. Jaboticabal, 2015.

No estágio de desenvolvimento de 1-3 perfilhos, os valores da Cs foram semelhantes quando as plantas foram submetidas a todos os manejos hídricos, seja ela moderada (-0,07 MPa) ou mais severa (-1,5 MPa). No entanto, quando as

medições ocorreram em plantas no estágio de desenvolvimento inicial, essa semelhança, entre -0,07 e -1,5 MPa, não foi observada (Figura 9).

Esse fato pode estar relacionado a adaptação da espécie à condição de estresse a qual foi submetida, pois o número e o tamanho dos estômatos pode variar com a condição ambiental durante seu desenvolvimento e crescimento, principalmente em condição de baixa disponibilidade de água para a planta. Neste caso, a planta utiliza destes mecanismos para diminuir a perda de água por evaporação e controla a absorção de CO₂ da atmosfera requerida pela fotossíntese e acúmulo de matéria seca (CASSON; HETHERINGTON, 2010).

Plantas de *Eleusine indica* (L.) Gaertn. e *Urochloa decumbens*, quando submetidas a diferentes condições hídricas, reduziram sua Cs e sua transpiração com o aumento da restrição hídrica, o que acarreta alteração no balanço energético das plantas e na eficiência do uso da água (PEREIRA 2010b; TAIZ et al., 2017).

Na Tabela 18, pode-se observar a análise de variância da porcentagem média de controle do capim-massambará submetidos aos diferentes manejos hídricos, e aplicação de diferentes doses de glyphosate nos diferentes estádios de desenvolvimento.

Tabela 18. Análise de variância e valores médio da porcentagem de controle de plantas de capim-massambará após a aplicação de diferentes doses de glyphosate em função do manejo hídrico e dos estágios vegetativo no momento da aplicação obtidos dos desdobramentos do grau de liberdade das variáveis principais. Jaboticabal/SP, 2015.

Fator de variação	Dias após a aplicação			
	7	14	21	35
Estádio vegetativo (E)	10,80 **	10,88 **	81,93 **	205,44 **
Manejo hídrico (M)	13,31 **	72,19 **	168,56 **	421,8 **
Doses glyphosate (D)	2395,9 **	6705,9 **	14797,6 **	32656,76 **
F ExM	22,77 **	23,66 **	7,56 **	4,59 *
F ExD	9,95 **	2,86 ^{ns}	41,08 **	109,88 **
F MxD	8,85 **	37,13 **	72,8 **	282,24 **
F ExMxD	9,92 **	6,43 **	2,64 *	14,22 **
CV%	10,1	5,54	3,61	2,39

* significativo ao nível de 5% de probabilidade

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

^{ns} não significativo.

Verifica-se em todos os períodos de avaliação os fatores isolados e suas interações, foram significativos, com excessão na interação Estádio de desenvolvimento e Doses aos 14 DAA, o que demonstra que há interação no controle desta espécie entre os três fatores estudados.

Na interação entre Dose de glyphosate e Estádio de desenvolvimento das plantas de capim-massambará, nota-se um melhor controle na maior dose estudada. Em relação a aplicação de 50% da dose recomendada, plantas que foram controladas no estágio de 4-6 folhas, foram mais suscetíveis a essa redução (Tabela 19).

Tabela 19. Valores médio da porcentagem de controle de plantas de capim-massambará aos 7 dias após a aplicação de diferentes doses de glyphosate em função do estágio de desenvolvimento no momento da aplicação e do manejo hídrico a qual as plantas foram submetidas. Jaboticabal/SP, 2015.

Estádio desenvolvimento	Doses			F Dose
	0 g ha ⁻¹	270 g ha ⁻¹	540 g ha ⁻¹	
4-6 folhas	0,0 aC	43,3 aB	79,7 aA	1204,6 **
1-3 perfilho	0,0 aC	34,3 bB	79,4 aA	1201,3 **
F Estádio	-	30,7 **	0,02 ns	

Estádio desenvolvimento	Manejo Hídrico (MPa)			F Manejo
	-0,03	-0,07	-1,5	
4-6 folhas	41,6 aA	39,3 aA	42,2 aA	1,8 ns
1-3 perfilho	42,3 aA	41,3 aA	30,2 bB	34,3 **
F Estádio	0,2 ns	1,6 ns	54,5 **	

Doses	Manejo Hídrico (MPa)			F Manejo
	-0,03	-0,07	-1,5	
0 g ha ⁻¹	0,0 cA	0,0 cA	0,0 cA	-
270 g ha ⁻¹	38,8 bAB	42,5 bA	35,3 bB	6,6 **
540 g ha ⁻¹	87,0 aA	78,4 aB	73,3 aC	24,4 **
F Dose	959,0 **	777,1 **	677,5 **	

Médias seguidas da mesma letra minúsculas na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste "t" ($p > 0,05$). (LSD_{ExD} = 3,2) (LSD_{MxE} = 3,2) (LSD_{MxD} = 3,9)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

ns não significativo.

Ao analisar a interação entre Manejo hídrico e Estádio de desenvolvimento, verifica-se que as plantas que se desenvolveram sob restrição hídrica severa e foram controladas nos estádios mais tardios, tiveram baixa porcentagem de controle em relação as plantas que foram manejadas sem restrição hídrica. Observa-se um maior

controle quando o manejo foi realizado com as plantas de capim-massambará mais jovens (Tabela 19).

O maior controle aos 7 DAA proporcionado nas plantas com controle nos estádios iniciais de desenvolvimento pode estar ligado a uma maior translocação do herbicida por todos os tecidos das plantas, pois em plantas adultas, há uma forte tendência em que ocorra redução da translocação de herbicida (AHMADI; HADERLIE; WICKS, 1980) e diferenciação dos tecidos (DACOSTA; HUANG; RACHMILEVITCH, 2006).

Com relação ao Manejo hídrico a qual as plantas foram submetidas e as diferentes Doses de glyphosate aplicada no capim-massambará, registra-se um melhor controle dessa espécie com a aplicação da dose de 540 g ha⁻¹, independente da condição hídrica do solo durante o desenvolvimento destas plantas. Ao analisar a resposta do manejo da água no solo para o controle destas plantas aos 7 DAA, observa-se que as plantas mantidas sob alta restrição hídrica, apontaram as menores porcentagens de controle, nas duas doses aplicadas (Tabela 19).

Já aos 14 DAA, observa-se que a interação entre Estádio de desenvolvimento e Dose de glyphosate não foram significativas (Tabela 19). Todavia, a interação entre o Manejo hídrico e o Estádio de desenvolvimento no momento do controle, evidencia que em ambos estádios, o controle mais eficiente ocorreu nas plantas que desenvolveram-se em solos sem restrições hídricas (Tabela 20). No entanto, as plantas que foram submetidas a um severo déficit hídrico (-1,5 MPa) e que possuem um melhor controle foram as que foram controladas ainda nos estádios iniciais de desenvolvimento.

Com relação ao controle na interação Manejo hídrico e Dose de glyphosate, verifica-se uma melhor porcentagem de controle nas plantas que receberam a maior dose estudada do herbicida, independente da condição hídrica do solo em que as plantas de capim-massambará desenvolveram-se. Dentro da maior dose utilizada, observa-se que as plantas com maior disponibilidade hídrica foram melhor controladas por este herbicida, atingindo um percentual de 98,3%, enquanto que plantas submetidas a déficit hídrico moderados e severos, essa mesma dose proporcionou controle de 85,9% e 84,8%, respectivamente (Tabela 20).

Tabela 20. Valores médio da porcentagem de controle de plantas de capim-massambará aos 14 dias após a aplicação de diferentes doses de glyphosate em função do estágio de desenvolvimento no momento da aplicação e do manejo hídrico a qual as plantas foram submetidas. Jaboticabal/SP, 2015.

Estádio desenvolvimento	Manejo Hídrico (MPa)			F Manejo
	-0,03	-0,07	-1,5	
4-6 folhas	53,4 aA	48,6 aB	48,0 aB	14,4 **
1-3 perfilho	53,1 aA	50,7 aB	39,8 bC	81,5 **
F Estádio	0,1 ^{ns}	3,8 ^{ns}	54,3 **	

Doses	Manejo Hídrico (MPa)			F Manejo
	-0,03	-0,07	-1,5	
0 g ha⁻¹	0,0 cA	0,0 cA	0,0 cA	-
270 g ha⁻¹	61,5 bA	63,1 bA	47,0 bB	85,6 **
540 g ha⁻¹	98,3 aA	85,9 aB	84,8 aB	60,9 **
F Dose	2674,8 **	2148,6 **	1956,8 **	

Médias seguidas da mesma letra minúsculas na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste "t" ($p > 0,05$). ($LSD_{M \times E} = 2,2$) ($LSD_{M \times D} = 2,7$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

^{ns} não significativo.

Plantas com melhor disponibilidade de água para seu desenvolvimento, possuem melhor absorção e translocação de herbicidas, ou seja, plantas que germinam, desenvolvem e crescem em ambientes com baixa disponibilidade hídrica, adaptam-se para uma melhor economia de água e energia durante seu desenvolvimento, o que acarreta em uma menor translocação do herbicida absorvido (AHMADI; HADERLIE; WICKS, 1980; HARVEY; CROTHERS, 1988).

Quanto ao comportamento do controle do capim-massambará aos 21 DAA na interação Dose de glyphosate e Estádio de desenvolvimento, nota-se um melhor controle da maior dose estudada e na análise do Estádio no momento da aplicação, plantas controladas mais jovens apresentaram as melhores respostas da eficiência do glyphosate para esta espécie (Tabela 21).

Na interação do Estádio de desenvolvimento com o Manejo hídrico do solo para as plantas de capim-massambará, observa-se os melhores resultados de controle desta espécie, quando as plantas desenvolveram-se em um ambiente sem restrição hídrica e quando as mesmas foram controladas ainda jovens. As plantas submetidas a um déficit hídrico severo tiveram seu controle prejudicado, em aproximadamente 8% e 12% quando controladas no estágio de 4-6 folhas e 1-3 perfilhos, respectivamente,

quando comparadas as plantas manejadas a uma condição hídrica de -0,03 MPa (Tabela 21).

Ao analisar a resposta da interação Manejo hídrico e Dose do herbicida no controle de campim-massambará aos 21 DAA, observa-se um melhor efeito do glyphosate nas plantas desenvolvidas em solo sem restrição hídrica e dentro deste manejo, a dose de 540 g ha⁻¹ proporcionou um controle de 100% das plantas nesta condição hídrica, enquanto que a dose reduzida, proporcionou um decréscimo de controle na ordem de 24%, aproximadamente (Tabela 21).

Tabela 21. Valores médio da porcentagem de controle de plantas de capim-massambará aos 21 dias após a aplicação de diferentes doses de glyphosate em função do estágio de desenvolvimento no momento da aplicação e do manejo hídrico a qual as plantas foram submetidas. Jaboticabal/SP, 2015.

Estádio desenvolvimento	Doses			F Dose
	0 g ha ⁻¹	270 g ha ⁻¹	540 g ha ⁻¹	
4-6 folhas	0,0 aC	74,1 aB	96,4 aA	7804,2 **
1-3 perfilho	0,0 aC	64,1 bB	93,8 bA	7034,5 **
F Estágio	-	153,2 **	10,9 **	

Estádio desenvolvimento	Manejo Hídrico (MPa)			F Manejo
	-0,03	-0,07	-1,5	
4-6 folhas	60,4 aA	57,9 aB	52,2 aC	54,8 **
1-3 perfilho	57,1 bA	55,3 bB	45,4 bC	121,3 **
F Estágio	17,0 **	10,2 **	69,80 **	

Doses	Manejo Hídrico (MPa)			F Manejo
	-0,03	-0,07	-1,5	
0 g ha ⁻¹	0,0 cA	0,0 cA	0,0 cA	-
270 g ha ⁻¹	76,3 bA	75,1 bA	55,9 bB	267,9 **
540 g ha ⁻¹	100,0 aA	94,8 aB	90,5 aC	46,3 **
F Dose	5575,5 **	5108,6 **	4259,1 **	

Médias seguidas da mesma letra minúsculas na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste "t" (p > 0,05). (LSD_{ExD} = 1,61) (LSD_{MxE} = 1,61) (LSD_{MxD} = 1,98)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

^{ns} não significativo.

No manejo com restrição hídrica severa, nota-se uma redução de controle de aproximadamente -0,07 MPa, proporcionada pela dose de 540 g ha⁻¹, enquanto que na dose de 270 g ha⁻¹ essa redução foi de 40%, quando comparada com os 76,3% de controle desta dose no manejo sem restrição hídrica (Tabela 21).

Aos 35 DAA, no final do período de avaliação do controle do capim-massambará proporcionado pela interação entre os diferentes manejos hídrico a qual as plantas foram submetidas e aplicação de diferentes doses de glyphosate em dois estádios de desenvolvimento, observa-se na interação dupla entre os efeitos Doses de herbicida e Estádio de desenvolvimento um melhor controle quando houve a aplicação de 540 g ha⁻¹ em plantas com 4-6 folhas. Quando a aplicação desta dose ocorreu com as plantas mais desenvolvidas houve uma redução de 2,7% em relação as plantas mais novas. Com a aplicação de 270 g ha⁻¹ de glyphosate, nas plantas mais novas, essa redução foi de aproximadamente 15% e quando as plantas eram mais velhas no momento da aplicação, essa redução aumentou para 27% (Tabela 22).

Tabela 22. Valores médio da porcentagem de controle de plantas de capim-massambará aos 35 dias após a aplicação de diferentes doses de glyphosate em função do estágio de desenvolvimento no momento da aplicação e do manejo hídrico a qual as plantas foram submetidas. Jaboticabal/SP, 2015.

Estádio desenvolvimento	Doses			F Dose
	0 g ha ⁻¹	270 g ha ⁻¹	540 g ha ⁻¹	
4-6 folhas	0,0 aC	84,6 aB	100,0 aA	17392,0 **
1-3 perfilho	0,0 aC	73,0 bB	97,3 bA	15374,0 **
F Estágio	-	402,5 **	22,7 **	

Estádio desenvolvimento	Manejo Hídrico (MPa)			F Manejo
	-0,03	-0,07	-1,5	
4-6 folhas	66,7 aA	62,4 aB	55,5 aC	190,6 **
1-3 perfilho	61,6 bA	59,0 bB	49,7 bC	235,8 **
F Estágio	77,5 **	35,0 **	102,08 **	

Doses	Manejo Hídrico (MPa)			F Manejo
	-0,03	-0,07	-1,5	
0 g ha ⁻¹	0,0 cA	0,0 cA	0,0 cA	-
270 g ha ⁻¹	92,4 bA	82,1 bB	61,9 bC	963,6 **
540 g ha ⁻¹	100,0 aA	100,0 aA	95,9 aB	22,7 **
F Dose	12394,2 **	11376,0 **	9451,0 **	

Médias seguidas da mesma letra minúsculas na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste "t" (p > 0,05). (LSD_{ExD} = 1,15) (LSD_{MxE} = 1,15) (LSD_{MxD} = 1,41)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

^{ns} não significativo.

O estágio de crescimento da planta no momento em que foi realizada a pulverização, pode afetar a absorção e a translocação de glyphosate, tanto nas plantas daninhas quanto nas culturas de interesse agrícola (McWHORTER; JORDAN;

WILLS, 1980). Neste caso, como observado neste estudo, plantas de capim-massambará quando encontram-se nos estádios iniciais de desenvolvimento, absorvem mais glyphosate que as plantas em estádios mais avançados (CAMACHO; MOSHIER, 1991).

A maior absorção do glyphosate por plantas mais jovens pode estar associada ao fato das folhas conterem cera epicuticular mais hidratadas em sua superfície superior, o que facilita a absorção de herbicidas com característica hidrofílica, como o glyphosate (McWHORTER, 1993).

Na interação Manejo hídrico com o Estádio de desenvolvimento, nota-se uma confirmação da interação anterior de uma maior susceptibilidade de plantas controladas no estágio inicial e que desenvolveram-se sem restrição hídrica. Ainda, dentro desta interação, o controle de plantas submetidas a um severo déficit hídrico, independente do estágio a qual a planta encontrava-se no momento do controle, as plantas apresentaram uma mortalidade média de aproximadamente 52% em ambos estádios (Tabela 22), em relação aos resultados obtidos com 100% da dose.

Ao analisar a interação Manejo hídrico com as Doses utilizadas, registra-se que a aplicação de 540 g ha⁻¹ de glyphosate em plantas submetidas a -0,03 e -0,07 MPa de teores de água do solo, proporcionou a morte das plantas, já para o manejo de -1,5 MPa, o controle reduziu 4,1% em relação aos demais teores. Com a pulverização da dose de 270 g ha⁻¹ do herbicida em plantas de capim-massambará, nota-se uma redução de 7,6%, 17,9% e 35,4% nos manejos hídricos de -0,03; -0,07 e -1,5 MPa, respectivamente (Tabela 22).

A baixa umidade do solo pode reduzir a eficácia do glyphosate em plantas de capim-massambará, pois essa redução pode fortemente ser ocasionada pelo declínio na absorção foliar desta espécie quando desenvolvidas nestas condições, sendo que essa absorção pode reduzir em até 4,5 vezes (RUITER; MEINEN, 1998).

Com base da análise de variância dos dados obtidos ao final do período experimental (35 DAA) para matéria seca da parte aérea, observa-se interação significativa entre os três fatores, Estádio de desenvolvimento, Manejo hídrico e Doses de glyphosate, o que indica que a matéria seca acumulada pela parte aérea do capim-massambará é influenciada pelos níveis de déficit hídrico, momento em que a planta é controlada e também pela aplicação ou não do herbicida (Tabela 23). Verifica-se

também, pela análise de variância dos dados do mesmo período para a variável matéria seca das raízes, que não houve interação significativa entre os fatores Doses de glyphosate e Estádios de desenvolvimento para a espécie em estudo (Tabela 23).

Tabela 23. Análise de variância e valores médio do acúmulo de matéria seca de plantas de capim-massambará após a aplicação de diferentes doses de glyphosate em função do manejo hídrico e dos estágios vegetativo no momento da aplicação obtidos dos desdobramentos do grau de liberdade das variáveis principais. Jaboticabal/SP, 2015.

Fator de variação	Matéria Seca	
	Parte Aérea	Raíz
Estádio vegetativo (E)	116,28 **	75,61 **
Manejo hídrico (M)	239,28 **	135,84 **
Doses glyphosate (D)	99,04 **	161,9 **
F ExM	16,96 **	13,57 **
F ExD	21,94 **	0,09 ^{ns}
F MxD	22,85 **	49,2 **
F ExMxD	20,94 **	1,77 ^{ns}
CV%	23,1	31,61

* significativo ao nível de 5% de probabilidade

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

^{ns} não significativo.

Com a disponibilidade de água para o pleno desenvolvimento das plantas de capim-massambará, nota-se um maior acúmulo de matéria seca da parte aérea em comparação com os níveis intermediários e severos de restrição hídrica. Esse acúmulo é 56% maior no nível intermediário e 81% no nível com maior restrição hídrica, isto ao analisar-se os tratamentos nos quais não houve aplicação de glyphosate (Tabela 24).

Independente do manejo hídrico a qual as plantas de capim-massambará foram submetidas, observa-se uma redução significativa no acúmulo de matéria seca da parte aérea destas plantas com a aplicação do herbicida. Esta diferença é mais notável no manejo hídrico de -0,03 MPa, no qual as reduções foram aproximadamente de 54,5% para ambas as doses (Tabela 24).

Plantas de capim-massambará deixam de assimilar carbono 4,3 dias após a aplicação de 840 g ha⁻¹ de glyphosate (FERRELL; EARL; VENCILL, 2003). Essa redução era esperada, pois esta espécie quando estabelecida em condições

favoráveis ao seu desenvolvimento é muito susceptível ao glyphosate (PAROCHETTI; WILSON; BURT, 1975), como ora encontrada neste estudo.

Tabela 24. Acúmulo de matéria seca da parte aérea (g) de capim-massambará e aos 35 dias após a aplicação de diferentes doses de glyphosate em função do estágio de desenvolvimento no momento da aplicação e do manejo hídrico a qual as plantas foram submetidas. Jaboticabal/SP. 2015.

Doses	Manejo Hídrico (MPa)			
	-0,03	-0,07	-1,5	F _{Manejo}
0 g ha ⁻¹	1,80 aA	0,79 aB	0,34 aC	204,53 **
270 g ha ⁻¹	0,82 bA	0,51 bB	0,19 bC	36,21 **
540 g ha ⁻¹	0,81 bA	0,3 cB	0,15 bB	44,23 **
F _{Dose}	118,07 **	22,46 **	3,71 *	

Estádio desenvolvimento	Manejo Hídrico (MPa)			
	-0,03	-0,07	-1,5	F _{Manejo}
4-6 folhas	0,84 bA	0,33 bB	0,17 aC	67,05 **
1-3 perfilhos	1,45 aA	0,74 aB	0,28 aC	189,19 **
F _{Estádio}	101,7 **	44,94 **	3,57 ns	

Estádio desenvolvimento	Doses			F _{Dose}
	0 g ha ⁻¹	270 g ha ⁻¹	540 g ha ⁻¹	
4-6 folhas	0,95 aA	0,21 bB	0,18 bB	105,01 **
1-3 perfilhos	1,00 aA	0,80 aB	0,67 aC	15,97 **
F _{Estádio}	0,79 ns	93,03 **	66,35 **	

Médias seguidas da mesma letra minúsculas na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste "t" (p > 0,05). (LSD_{MxD} = 0,14) (LSD_{MxE} = 0,12) (LSD_{ExD} = 0,12)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

ns não significativo.

Para a interação Manejo hídrico e Estádio de desenvolvimento, nota-se maior acúmulo de matéria seca nas plantas que ficaram mais tempo se desenvolvendo (1-3 perfilhos), ou seja, plantas que demoraram para receber a pulverização. Esta relação foi possível observar nos níveis com maiores teores de água e nos níveis com teores intermediários, pois nos níveis com alta restrição hídrica, se a aplicação ocorrer nas plantas ainda jovens, ou quando as mesmas forem mais velhas, não há diferença significativa no acúmulo de matéria seca da parte aérea (Tabela 24).

Na análise da interação significativa das Doses de glyphosate e Estádio de desenvolvimento, nota-se que ao aplicar 540 g ha⁻¹ de glyphosate, há uma maior redução do acúmulo de matéria seca da parte aérea em comparação as demais doses testadas. Ainda dentro desta interação, assim como na outra interação no qual

envolvia o fator estágio de desenvolvimento, o maior acúmulo, deu-se nos tratamentos quando as plantas foram controladas mais tardiamente (Tabela 24).

Com a disponibilidade hídrica para o desenvolvimento de plantas de capim-massambará, verifica-se um maior acúmulo de matéria seca do sistema radicular desta espécie em comparação aos tratamentos com alguma restrição hídrica. Observa-se nesta interação de Doses de glyphosate com o Manejo hídrico, que a maior dose estudada proporcionou os menores acúmulos de matéria seca nos manejos hídricos de -0,03 e -1,5 MPa (Tabela 25).

Tabela 25. Acúmulo de matéria seca das raízes (g) de capim-massambará aos 35 dias após a aplicação de diferentes doses de glyphosate em função do estágio de desenvolvimento no momento da aplicação e do manejo hídrico a qual as plantas foram submetidas. Jaboticabal/SP, 2015.

Doses	Manejo Hídrico (MPa)			
	-0,03	-0,07	-1,5	F Manejo
0 g ha ⁻¹	4,9 aA	1,71 aB	0,92 aC	212,89 **
270 g ha ⁻¹	1,36 bA	0,4 bB	0,71 aAB	3,53 *
540 g ha ⁻¹	0,94 cA	0,37 bB	0,26 bB	17,52 **
F Dose	226,77 **	27,98 **	5,97 **	

Estádio desenvolvimento	Manejo Hídrico (MPa)			
	-0,03	-0,07	-1,5	F Manejo
4-6 folhas	1,63 bA	0,6 bB	0,37 bB	32,37 **
1-3 perfilhos	3,17 aA	1,05 aB	0,89 aB	117,04 **
F Estádio	85,83 **	7,01 *	9,91 **	

Médias seguidas da mesma letra minúsculas na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste "t" (p > 0,05). (LSD_{MxD} = 0,41) (LSD_{MxE} = 0,33)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

^{ns} não significativo.

A similaridade do acúmulo de matéria seca registrado no déficit hídrico mais severo quando ocorreu ou não a aplicação de 270 g ha⁻¹ de glyphosate, deve-se ao fato de plantas sob alta condição estressante, tende a direcionar toda sua assimilação líquida para favorecer a formação de novas raízes (ACCIARESI; GUIAMET, 2010)

Observa-se que as plantas que foram controladas mais jovens, apresentaram menor acúmulo de matéria seca de raízes do que plantas que foram controladas mais tardiamente. Essa maior diferença foi notada quando as plantas foram submetidas ao tratamento sem restrição hídrica no solo (Tabela 25).

Plantas de capim-massambará oriundas de regiões com baixa disponibilidade de água no solo, apresentam maior habilidade competitiva durante seu desenvolvimento em ambientes com solos mais secos do que aquelas plantas oriundas de regiões mais úmidas, o que demonstra um subdesenvolvimento destas plantas em ambientes com um déficit hídrico mais severo (LEGUIZAMÓN et al., 2011).

4.4. Capim-braquiária

O manejo hídrico influenciou a área foliar específica (*AFE*) do capim-braquiária tanto no estágio de desenvolvimento de 4-6 folhas quanto no estágio de 1-3 perfilhos (Figura 10).

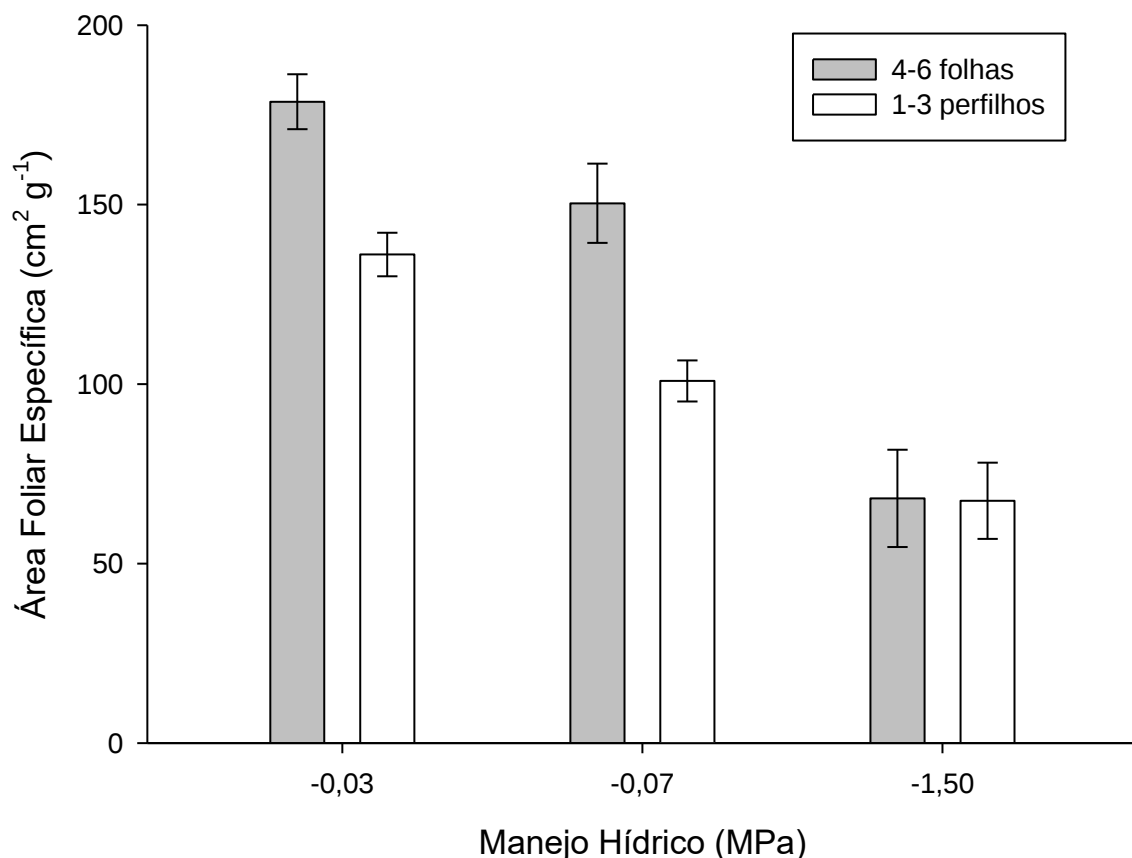


Figura 10. Área Folia Específica (*AFE*) de capim-braquiária nos estádios de 4-6 folhas e 1-3 perfilhos antes do momento da aplicação submetidos a diferentes manejos hídricos do solo. Jaboticabal/SP, 2015.

O estresse hídrico, seja este caracterizado pelo alagamento ou pelo déficit, pode causar diminuições na *AFE* de espécies do gênero *Urochloa* P.Beauv. (PEREIRA, 2010b; DIAS-FILHO; CARVALHO, 2000).

As comunidades vegetais podem responder às mudanças ambientais com a alteração da composição de espécies e também de indivíduos, dentro da própria espécie e ainda alguns ajustes na sua morfofisiologia como por exemplo a área foliar específica desses indivíduos (DWYER; HOBBS; MAYFIELD, 2014). No caso de plantas sob déficit hídrico, há uma diminuição da expansão das folhas e com isso o índice de área foliar é afetado, isto se deve ao fato de haver uma menor perda de água pela planta (McCREE; FERNANDEZ, 1989; FAVER et al., 1996), como observado neste estudo.

A *AFE* de plantas de capim-braquiária diminuiu significativamente com o aumento da restrição hídrica do solo nos dois estádios de desenvolvimento avaliados (Figura 10). Em média, essa diminuição foi de 16% para o déficit intermediário e de 61% para o déficit mais severo no estágio de desenvolvimento inicial, já para o estágio de desenvolvimento de 1-3 perfilhos, a redução da *AFE* das plantas submetidas ao déficit intermediário foi de 26% e nas plantas submetidas a uma restrição hídrica mais severa a redução foi de 50% (Figura 10). Essas reduções são em relação as plantas que não foram submetidas a nenhum déficit hídrico e comparadas pelo mesmo estágio de desenvolvimento.

A redução da *AFE* deu-se principalmente pela diminuição área foliar registrada pelas plantas com o aumento da restrição hídrica, e a redução da matéria seca destas folhas foram proporcionais a diminuição da área foliar, ou seja, a variação da *AFE* ocorreu devido a diminuição conjunta dos dois parâmetros utilizados na razão área foliar/matéria seca.

A maior diminuição observada nos estádios iniciais de desenvolvimento neste estudo também foi relatada por Munamava e Riddoch (2001) quando testaram a reposta de variedades de *Sorghum bicolor* (L.) Moench submetidos a diferentes níveis de déficit hídricos.

No presente estudo observa-se uma diferença significativa da diferença entre a temperatura ambiente e a temperatura da folha (Δt), proporcionado por diferentes

níveis de restrições hídricas do solo em ambos estádios de desenvolvimento em plantas de capim-braquiária (Figura 11).

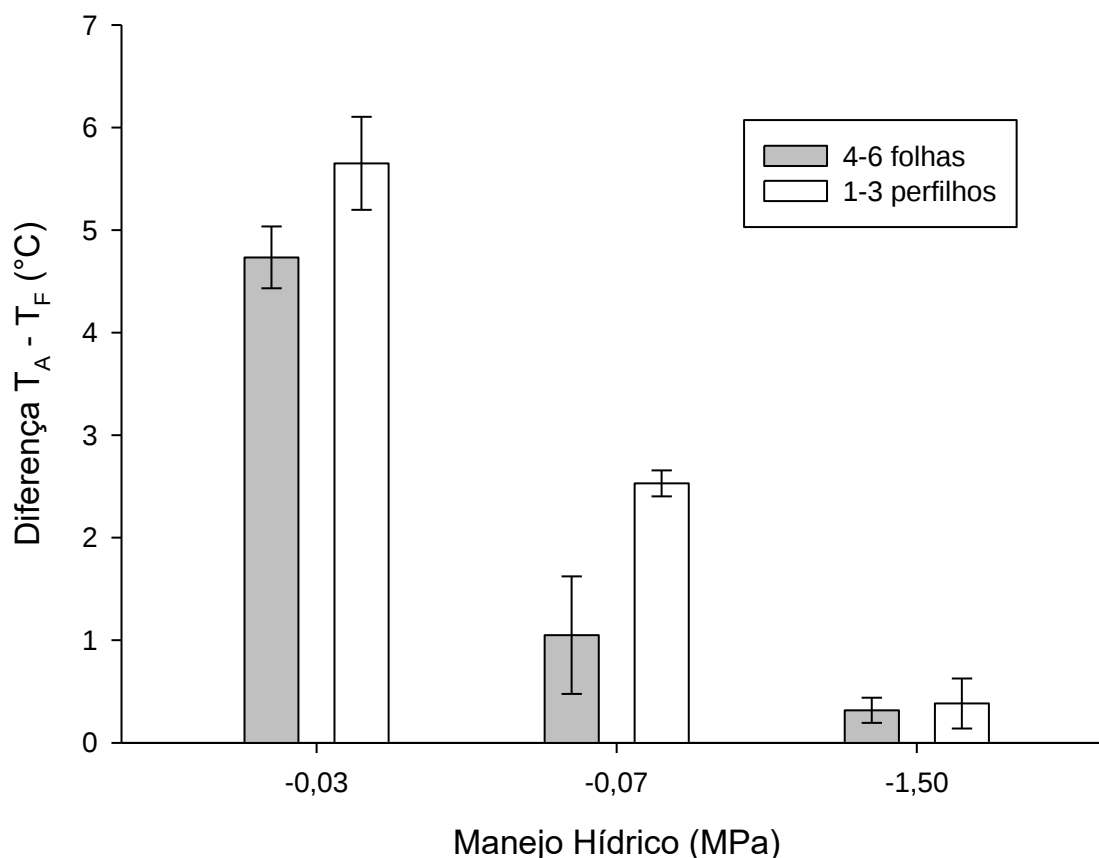


Figura 11. Diferença (Δ_t) entre a temperatura ambiente (T_A) e da folha (T_F) de capim-braquiária nos estádios de desenvolvimento de 4-6 folhas e 1-3 perfilhos antes do momento da aplicação submetidos a diferentes manejos hídricos do solo. Jaboticabal/SP, 2015.

A temperatura das folhas de capim-braquiária de plantas mais jovens submetidas a qualquer restrição hídrica (-0,07 ou -1,5 MPa) são mais próximas a temperatura ambiente do que as folhas de plantas com 1-3 perfilhos (Figura 11).

A redução da Δ_t das plantas com 4-6 folhas é de 77% quando submetidas a um déficit hídrico intermediário e de 93% quando essa restrição hídrica é mais severa. Quando as plantas estão na fase de perfilhamento, a redução da Δ_t em relação as plantas que não foram submetidas ao déficit hídrico são de 55% e de 93% para os manejos de -0,07 e -1,5 MPa, respectivamente (Figura 11).

A temperatura foliar correlaciona-se com o nível de estresse que a planta está (MATOS; TEIXEIRA Jr.; SILVEIRA, 2003). A transpiração e a taxa fotossintética estão diretamente correlacionadas à condutância estomática, e é inversamente proporcional a temperatura foliar, pois com maiores transpirações há menores temperaturas das folhas, pois o inverso, ou seja, quando há o aumento da resistência estomática, ocorre uma menor dissipação de calor pelo vegetal, o que resulta em aumento da temperatura foliar (TAIZ et al., 2017).

Em plantas de *Urochloa decumbens* em estágio de 2-3 perfilhos, a redução da Δ_t de plantas mantidas em um manejo hídrico de -0,03 MPa em relação as plantas mantidas a déficit hídrico mais severo (manejo hídrico de -1,5 MPa) foi de 44% (PEREIRA, 2010b).

A restrição hídrica imposta em plantas de capim-braquiária, também reduziu significativamente a condutância estomática (C_s) desta espécie, tanto no estágio de desenvolvimento de 4-6 folhas quanto no estágio de 1-3 perfilhos (Figura 12).

O funcionamento dos estômatos é um comportamento fisiológico de qualquer organismo vegetal superior. Quando aberto, permitem a assimilação de CO_2 e ao se fecharem, conservam a água absorvida e mantem seus tecidos hidratados, com isso, a condutância estomática influencia diretamente o potencial de água das plantas pela regulação da demanda evaporativa das folhas, dessa forma, o potencial de água das folhas, também influencia a C_s durante as diferentes condições hídricas a qual as plantas ainda se encontram em desenvolvimento. (BARLOW, 1983; TENHUNEN; PEARCY; LARANCE, 1987).

As reduções da C_s das plantas de capim-braquiária submetidas a diferentes déficits hídricos foram significativas em ambos estádios de desenvolvimento estudados (Figura 12). Ao analisar o estágio de desenvolvimento de 4-6 folhas e como base para relação o manejo hídrico que não houve restrição de água para as plantas (-0,03 MPa), o manejo de -0,07 MPa reduziu a C_s em 36%, já para o manejo de -1,5 MPa a redução da C_s foi de 62%. Já no estágio de desenvolvimento mais tardio (1-3 perfilhos) a redução da C_s para os manejos de -0,07 e -1,5 MPa foram de 46% e 82%, respectivamente.

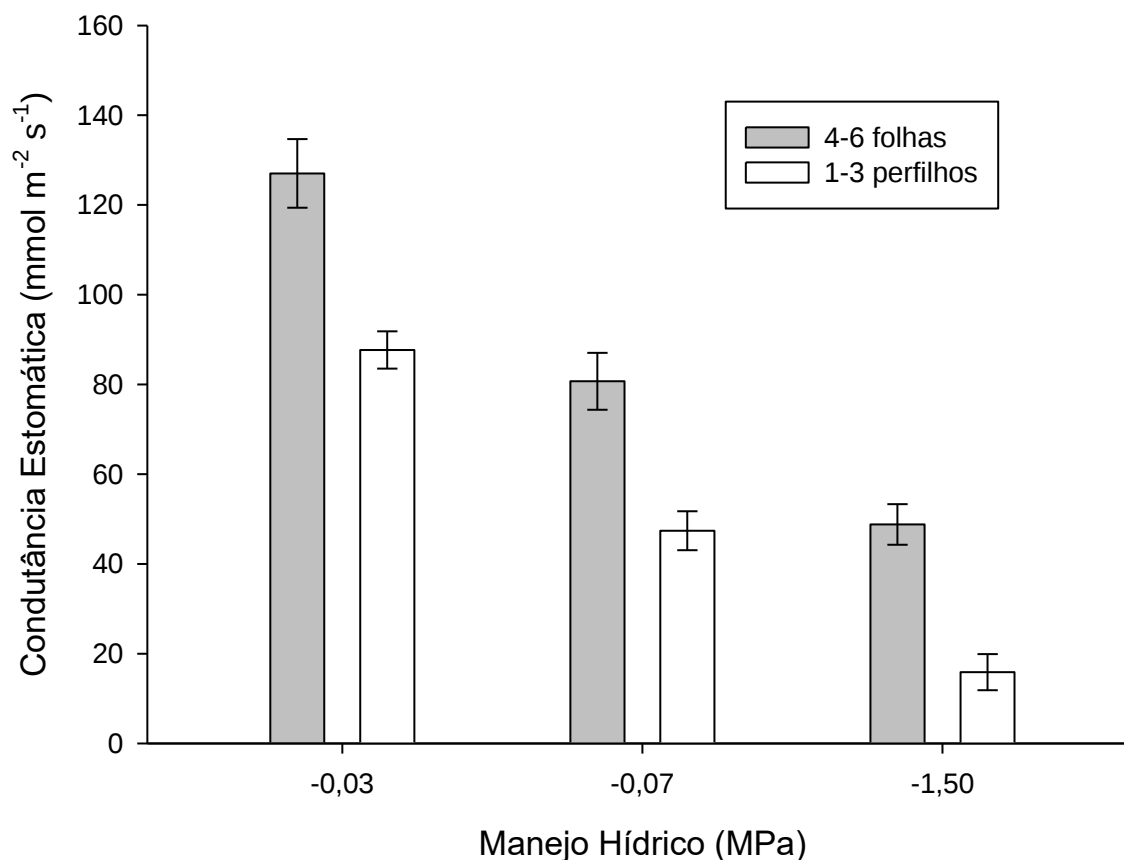


Figura 12. Condutância estomática (C_s) de capim-braquiária nos estádios de desenvolvimento de 4-6 folhas e 1-3 perfilhos antes do momento da aplicação submetidos a diferentes manejos hídricos do solo. Jaboticabal/SP, 2015.

Plantas de *Urochloa brizantha* mantidas por longos períodos de seca, reduziram sua C_s em aproximadamente 80% (GUENNI; BARUCH; MARÍN, 2004), pois com a limitação da disponibilidade de água para a planta, há uma redução da sua condutância estomática, o que resulta na diminuição das trocas gasosas e, assim acarreta na diminuição da fotossíntese e por consequência um menor desenvolvimento e acúmulo de matéria seca (PEREIRA, 2010b).

Observa-se na Tabela 26 a análise de variância da porcentagem média de controle do capim-braquiária submetidos a diferentes níveis de umidade do solo e a aplicação de diferentes doses de glyphosate nos diferentes estádios de desenvolvimento.

Verifica-se em todos os períodos de avaliação que os fatores isolados e suas interações foram significativos, o que demonstra que há interação no controle desta espécie entre os três fatores estudados (Tabela 26).

Tabela 26. Análise de variância e valores médio da porcentagem de controle de plantas de capim-braquiária após a aplicação de diferentes doses de glyphosate em função do manejo hídrico e dos estágios vegetativo no momento da aplicação obtidos dos desdobramentos do grau de liberdade das variáveis principais. Jaboticabal/SP, 2015.

Fator de variação	Dias após a aplicação			
	7	14	21	28
Estádio vegetativo (E)	699,07 **	224,38 **	75,52 **	55,48 **
Manejo hídrico (M)	87,96 **	171,76 **	174,83 **	72,18 **
Doses glyphosate (D)	870,20 **	2174,93 **	3925,45 **	5797,46 **
F ExM	62,28 **	14,41 **	36,32 **	20,86 **
F ExD	264,52 **	63,16 **	39,71 **	14,17 **
F MxD	38,65 **	74,48 **	44,73 **	69,19 **
F ExMxD	37,43 **	29,34 **	10,81 **	5,44 **
CV%	16,8	11,0	7,3	6,0

* significativo ao nível de 5% de probabilidade;

** significativo ao nível de 1% de probabilidade;

^{ns} não significativo.

O controle de capim-braquiária aos 7 dias após a aplicação (DAA) no estágio de 4-6 folhas foi melhor quando a dose utilizada foi de 540 g ha⁻¹, já com a redução de 50% dessa dose, o controle também reduziu significativamente. O mesmo comportamento foi observado quando a aplicação de glyphosate ocorreu nas plantas com 1-3 perfilhos. Entre os Estádios estudados, o melhor controle foi observado quando as plantas receberam a pulverização do glyphosate ainda nos estádios iniciais de desenvolvimento (Tabela 27).

Ainda, no mesmo período, pela análise do desdobramento do efeito do Estádio e o Manejo hídrico ao qual as plantas foram submetidas, nota-se uma melhor eficiência de controle nos primeiros dias de avaliação quando as plantas foram controladas nos Estádios de 4-6 folhas. No Estádio mais tardio, não houve diferença no controle causado pelo Manejo hídrico a qual o capim-braquiária foi submetido (Tabela 27).

A porcentagem de controle de capim-braquiária aos 7 DAA nos diferentes níveis de déficit hídrico e com a aplicação das diferentes doses de glyphosate, mostrou

uma melhor eficiência do glyphosate, independente da dose, quando houve a pulverização do mesmo nas plantas que se desenvolveram sem restrição hídrica no solo. O controle proporcionado pelo glyphosate em plantas submetidas a um déficit hídrico mais severo foi afetado nos primeiros dias (Tabela 27).

Tabela 27. Valores médio da porcentagem de controle de plantas de capim-braquiária aos 7 dias após a aplicação de diferentes doses de glyphosate em função do estágio de desenvolvimento no momento da aplicação e do manejo hídrico a qual as plantas foram submetidas. Jaboticabal/SP, 2015.

Estádio desenvolvimento	Doses			F Dose
	0 g ha⁻¹	270 g ha⁻¹	540 g ha⁻¹	
4-6 folhas	0,0 aC	29,3 aB	64,1 aA	1045,8 **
1-3 perfilho	0,0 aC	10,4 bB	18,7 bA	88,9 **
F Estádio	-	180,2 **	1047,91 **	

Estádio desenvolvimento	Manejo Hídrico (MPa)			F Manejo
	-0,03	-0,07	-1,5	
4-6 folhas	44,4 aA	28,2 aB	20,8 aC	148,9 **
1-3 perfilho	10,7 bA	10,0 bA	8,4 bA	1,4 ns
F Estádio	578,7 **	167,7 **	77,3 **	

Doses	Manejo Hídrico (MPa)			F Manejo
	-0,03	-0,07	-1,5	
0 g ha⁻¹	0,0 cA	0,0 cA	0,0 cA	-
270 g ha⁻¹	25,0 bA	19,4 bB	15,1 bC	16,6 **
540 g ha⁻¹	57,6 aA	37,9 aB	28,6 aC	148,6 **
F Dose	565,6 **	243,0 **	138,9 **	

Médias seguidas da mesma letra minúsculas na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste "t" ($p > 0,05$). (LSD_{ExD} = 2,8) (LSD_{MxE} = 2,8) (LSD_{MxD} = 3,4)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

ns não significativo.

Aos 14 DAA, pode-se observar um avanço do controle pelas variáveis estudadas em relação a primeira avaliação visual. Nota-se um ótimo controle destas plantas com a aplicação da maior dose de glyphosate testada nas plantas no Estádio de 4-6 folhas e, também nas plantas deste mesmo estágio que foram mantidas sem restrição hídrica no solo (Tabela 28).

O déficit hídrico afeta a eficiência de controle do herbicida glyphosate em plantas de capim-braquiária, pois nota-se uma redução da porcentagem de controle quando plantas desta espécie foram submetidas a essas condições ambientais. O

agravamento deste controle ocorre quando o manejo químico desta planta daninha é mais tardio (Tabela 28).

Tabela 28. Valores médio da porcentagem de controle de plantas de capim-braquiária aos 14 dias após a aplicação de diferentes doses de glyphosate em função do estágio de desenvolvimento no momento da aplicação e do manejo hídrico a qual as plantas foram submetidas. Jaboticabal/SP, 2015.

Estádio desenvolvimento	Doses			F Dose
	0 g ha⁻¹	270 g ha⁻¹	540 g ha⁻¹	
4-6 folhas	0,0 aC	40,1 aB	85,2 aA	1477,9 **
1-3 perfilho	0,0 aC	23,9 bB	60,7 bA	760,2 **
F Estádio	-	106,4 **	244,31 **	

Estádio desenvolvimento	Manejo Hídrico (MPa)			F Manejo
	-0,03	-0,07	-1,5	
4-6 folhas	51,3 aA	43,3 aB	30,7 aC	87,8 **
1-3 perfilho	40,8 bA	22,9 bB	20,8 bB	98,4 **
F Estádio	44,2 **	169,7 **	39,4 **	

Doses	Manejo Hídrico (MPa)			F Manejo
	-0,03	-0,07	-1,5	
0 g ha⁻¹	0,0 cA	0,0 cA	0,0 cA	-
270 g ha⁻¹	40,6 bA	30,0 bB	25,4 bC	33,2 **
540 g ha⁻¹	97,5 aA	69,4 aB	51,9 aC	287,5 **
F Dose	1301,7 **	657,0 **	365,2 **	

Médias seguidas da mesma letra minúsculas na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste "t" ($p > 0,05$). ($LSD_{ExD} = 3,1$) ($LSD_{MxE} = 3,1$) ($LSD_{MxD} = 3,8$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

^{ns} não significativo.

Durante a deposição da cera epicuticular, as condições ambientais e a idade da planta determinam a proporção relativa e a composição desta cera. Plantas submetidas a ambientes com restrições hídricas podem apresentar uma maior deposição de cera na superfície foliar. Este efeito pode estar relacionado com a diminuição da hidratação cuticular, ou seja, sob condições de seca, as cutículas são modificadas e aumentam a resistência a absorção para herbicidas hidrofílicos (SAVAGE; JORDAN, 1980; SHEPHERD; GRIFFITHS, 2006; FERNÁNDEZ; EICHERT, 2009).

Aos 21 DAA, nota-se um controle excelente proporcionado pela dose de 540 g ha⁻¹ de glyphosate nas plantas controladas no estágio inicial de desenvolvimento, já para as plantas controladas mais tardiamente com a mesma dose, o controle

apresentou uma redução de aproximadamente 18%. Com a aplicação de 50% da dose recomendada, nas plantas mais jovens o controle reduziu em até 42% e nas plantas controladas com 1-3 perfilhos, a redução foi de 35%. Essas reduções de controle podem acarretar em uma recuperação do desenvolvimento e crescimento e, conseqüentemente o capim-braquiária completaria seu ciclo (Tabela 29).

Tabela 29. Valores médio da porcentagem de controle de plantas de capim-braquiária aos 21 dias após a aplicação de diferentes doses de glyphosate em função do estágio de desenvolvimento no momento da aplicação e do manejo hídrico a qual as plantas foram submetidas. Jaboticabal/SP, 2015.

Estádio desenvolvimento	Doses			F Dose
	0 g ha ⁻¹	270 g ha ⁻¹	540 g ha ⁻¹	
4-6 folhas	0,0 aC	54,4 aB	94,0 aA	2344,0 **
1-3 perfilho	0,0 aC	50,3 bB	77,3 bA	1621,2 **
F Estádio	-	8,8 **	146,16 **	

Estádio desenvolvimento	Manejo Hídrico (MPa)			F Manejo
	-0,03	-0,07	-1,5	
4-6 folhas	53,3 aA	52,9 aA	42,2 aB	42,2 **
1-3 perfilho	56,0 aA	40,8 bB	30,8 bC	169,0 **
F Estádio	3,7 ns	76,8 **	67,6 **	

Doses	Manejo Hídrico (MPa)			F Manejo
	-0,03	-0,07	-1,5	
0 g ha ⁻¹	0,0 cA	0,0 cA	0,0 cA	-
270 g ha ⁻¹	64,0 bA	54,6 bB	38,5 bC	116,7 **
540 g ha ⁻¹	100,0 aA	86,0 aB	71,0 aC	147,6 **
F Dose	1799,8 **	1328,8 **	886,3 **	

Médias seguidas da mesma letra minúsculas na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste "t" (p > 0,05). (LSD_{EXD} = 2,7) (LSD_{MXE} = 2,7) (LSD_{MXD} = 3,4)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

ns não significativo.

O Manejo hídrico adotado afetou o controle nos diferentes Estádios de desenvolvimento do capim-braquiária, pois em plantas controladas mais novas, os manejos hídricos de -0,03 e -0,07 MPa foram semelhantes, porém o déficit mais severo reduziu a porcentagem de controle em no mínimo 20%, já em plantas com aplicação no estágio de 1-3 perfilhos e manejo de -0,07 MPa, o controle foi inferior às plantas sem restrição hídrica, e conseqüentemente, o manejo de água no solo de -1,5 MPa foi o que mais afetou o controle do capim-braquiária neste estágio (Tabela 29).

Na análise da interação Dose de glyphosate e Manejo hídrico, observa-se que nas doses testadas, o melhor controle ocorreu quando as plantas se desenvolveram em solos sem restrição hídrica, porém o melhor controle foi quando houve a aplicação de 540 g ha⁻¹ de glyphosate, ou seja, as plantas morreram com este tratamento. Com a aplicação de 270 g ha⁻¹ de glyphosate em plantas submetidas ao manejo de -0,03 MPa, o controle máximo foi de 64%, ou seja, houve uma redução no controle de 36% em relação a dose maior (Tabela 29).

Aos 28 DAA, final do período de avaliação, nota-se o mesmo comportamento das diferentes doses de glyphosate no controle do capim-braquiária, tanto no estágio de 4-6 folhas quanto no estágio de 1-3 perfilhos. Observa-se que o uso da maior dose não proporcionou 100% de controle devido ao fato da menor eficiência nos Manejos hídricos de -0,07 e -1,5 MPa, tanto no Estádio de 4-6 folhas quanto no estágio de 1-3 perfilhos (Tabela 30).

Tabela 30. Valores médio da porcentagem de controle de plantas de capim-braquiária aos 28 dias após a aplicação de diferentes doses de glyphosate em função do estágio de desenvolvimento no momento da aplicação e do manejo hídrico a qual as plantas foram submetidas. Jaboticabal/SP, 2015.

Estádio desenvolvimento	Doses			F Dose
	0 g ha ⁻¹	270 g ha ⁻¹	540 g ha ⁻¹	
4-6 folhas	0,0 aC	61,6 aB	96,8 aA	3184,6 **
1-3 perfilho	0,0 aC	54,3 bB	88,2 bA	2627,0 **
F Estádio	-	34,9 **	48,91 **	
Estádio desenvolvimento	Manejo Hídrico (MPa)			F Manejo
	-0,03	-0,07	-1,5	
4-6 folhas	49,1 aB	59,0 aA	50,3 aB	39,0 **
1-3 perfilho	50,0 aA	52,3 bA	40,3 bB	54,0 **
F Estádio	0,6 ^{ns}	30,3 **	66,4 **	
Doses	Manejo Hídrico (MPa)			F Manejo
	-0,03	-0,07	-1,5	
0 g ha ⁻¹	0,0 cA	0,0 cA	0,0 cA	-
270 g ha ⁻¹	48,6 bC	72,5 bA	52,8 bB	144,2 **
540 g ha ⁻¹	100,0 aA	94,4 aB	83,0 aC	66,4 **
F Dose	2213,7 **	2160,2 **	1562,0 **	

Médias seguidas da mesma letra minúsculas na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste "t" (p > 0,05). (LSD_{ExD} = 2,4) (LSD_{MxE} = 2,4) (LSD_{MxD} = 3,0)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

^{ns} não significativo.

Dos Manejos hídricos testados nos dois estádios de desenvolvimento, o tratamento que não houve restrição hídrica, não houve diferença de controle entre os estádios, já quando houve restrição hídrica, seja ela mais severa ou não, plantas controladas em estádios de desenvolvimento iniciais, foram melhor controladas. Apenas o manejo hídrico de -0,07 MPa foi semelhante ao manejo que não houve restrição hídrica (Tabela 30).

No caso das plantas mais jovens, o tratamento com potencial hídrico de -0,07 MPa foi superior ao de -0,03 MPa; isto pode estar relacionado ao estímulo ocasionado pelo déficit hídrico na produção do ácido abscísico (ABA), que associado ao herbicida presente na planta, pode proporcionar um aumento do sintoma visual (SIVAKUMAR; SHAW, 1978; WULLSCHLEGER; OOSTERHUIS, 1992; KIBA et al, 2011).

O controle de capim-braquiária por doses de 270 g ha⁻¹ no manejo sem restrição hídrica no solo, reduziu nesta avaliação, sendo que isto ocorreu pelo fato das plantas deste tratamento apresentarem rebrotas. Contudo, o controle nos manejos hídrico de -0,07 e -1,5 MPa não provocou a morte do capim-braquiária (Tabela 30).

A análise de variância dos dados obtidos ao final do período experimental (28 DAA) para matéria seca da parte aérea e das raízes, observa-se interação significativa dos três fatores isolados, com exceção para o Estádio de desenvolvimento para as raízes. A interação desses fatores não afetou as variáveis analisadas (Tabela 31).

Tabela 31. Análise de variância e valores médio do acúmulo de matéria seca de plantas de capim-braquiária após a aplicação de diferentes doses de glyphosate em função do manejo hídrico e dos estágios vegetativo no momento da aplicação obtidos dos desdobramentos do grau de liberdade. Jaboticabal/SP, 2015.

Fator de variação	Matéria Seca	
	Parte Aérea	Raíz
Estádio vegetativo (E)	5,74 *	2,43 ^{ns}
Manejo hídrico (M)	11,66 **	12,89 **
Doses glyphosate (D)	15,67 **	31,84 **
F ExM	0,26 ^{ns}	0,98 ^{ns}
F ExD	1,19 ^{ns}	2,39 ^{ns}
F MxD	0,3 ^{ns}	1,49 ^{ns}
F ExMxD	0,69 ^{ns}	0,73 ^{ns}
CV%	50,2	53,1

* significativo ao nível de 5% de probabilidade;

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

^{ns} não significativo.

O acúmulo de matéria seca da parte aérea foi maior nas plantas que foram controladas mais tardiamente, o que significa que as plantas controladas quando estavam mais jovens paralisaram seu crescimento e desenvolvimento, enquanto que as plantas que foram controladas com 1-3 perfilhos, continuaram seu desenvolvimento menos afetadas. Para o acúmulo de matéria seca das raízes, ambos os estádios foram semelhantes, o que se pode observar que as raízes das plantas controladas no estádio de 4-6 folhas continuaram acumulando matéria seca, igualando ao acúmulo das plantas controladas mais tardiamente (Tabela 32).

Tabela 32. Acúmulo de matéria seca da parte aérea e das raízes (g) de capim-braquiária aos 28 dias após a aplicação de diferentes doses de glyphosate em função do estádio de desenvolvimento no momento da aplicação e do manejo hídrico a qual as plantas foram submetidas. Jaboticabal/SP, 2015.

Matéria Seca (g)		
Estádio Desenvolvimento		
	Parte Aérea	Raíz
4-6 folhas	0,29 b	0,23 a
1-3 perfilhos	0,39 a	0,28 a
LSD 5%	0,08	0,06
Manejo Hídrico (MPa)		
	Parte Aérea	Raíz
-0,03	0,46 a	0,33 a
-0,07	0,34 b	0,28 a
-1,5	0,22 c	0,14 b
LSD 5%	0,10	0,07
Doses de glyphosate		
	Parte Aérea	Raíz
0 g ha⁻¹	0,49 a	0,43 a
270 g ha⁻¹	0,30 b	0,19 b
540 g ha⁻¹	0,23 b	0,14 b
LSD 5%	0,10	0,07

Médias seguidas da mesma letra minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste "t" ($p > 0,05$).

* significativo ao nível de 5% de probabilidade

** significativo ao nível de 1% de probabilidade;

^{ns} não significativo.

Para o Manejo hídrico, verificou-se um maior acúmulo de matéria seca da parte aérea nas plantas que não foram submetidas a déficit hídrico (Tabela 32). Estes resultados corroboram os de Pereira et al. (2012) que estudaram *Urochloa decumbens*, e também os resultados de Mattos, Gomide e Martinez Y Huaman (2005)

que estudaram *U. brizantha*, *U. decumbens*, *U. humidicola* e *U. mutica*, onde observaram que plantas que desenvolveram sob déficit hídrico reduziu o crescimento e a produção de matéria seca das plantas.

Para o sistema radicular, o acúmulo de matéria seca foi afetado apenas nas plantas de capim-braquiária que foram submetidas ao déficit hídrico mais severo. Isto caracteriza que plantas de capim-braquiária submetidas a um nível de umidade do solo de -0,07 MPa continua a desenvolver o seu sistema radicular. Plantas submetidas a qualquer déficit hídrico tende a particionar seus recursos para o sistema radicular para um melhor desenvolvimento (BRUNNER et al., 2015).

O comportamento do acúmulo de matéria seca das plantas de capim-braquiária, tanto da parte aérea quanto das raízes, diminuiu à medida que aumentou as doses de glyphosate. Entre as doses aplicadas, independente e ser 100% da dose recomendada ou apenas 50%, ganho de matéria seca foi semelhante, porém menor do as do tratamento que não houve aplicação do herbicida (Tabela 32).

A redução do acúmulo de matéria seca da parte aérea com a aplicação de glyphosate foi em média 46%, enquanto que a redução do sistema radicular foi de aproximadamente 61%. Sing, Sing e Gautam (2013) observaram reduções de até 67% da matéria seca de plantas daninhas controlada por herbicidas e Pereira et al. (2010a) verificaram que a aplicação de herbicidas em plantas de *Urochloa plantaginea*, reduziu a matéria seca da parte aérea em até 60%. Costa et al., (2013) também observou reduções de matéria seca de *U. ruziziensis* com o aumento de doses de glyphosate.

5. CONCLUSÕES

Com o aumento da restrição hídrica, houve diminuição dos componentes morfofisiológicos da planta de capim-colonião, capim-colchão, capim-massambará e capim-braquiária como área foliar específica, condutância estomática, e a diferença entre a temperatura ambiente e foliar.

Para as plantas de capim-colonião o controle foi mais eficiente quando ocorreu a aplicação de 540 g ha⁻¹ de glyphosate no estágio vegetativo de 1-3 perfilhos no manejo hídrico de -0,03 MPa.

Plantas de capim-colchão foram totalmente controladas a partir dos 21 DAA, independente do manejo ao qual a planta foi submetida e a dose utilizada para seu controle.

O controle do capim-massambará foi mais eficiente com a aplicação de 540 g ha⁻¹ de glyphosate no estágio vegetativo de 4-6 folhas, no manejo hídrico de -0,03 e -0,07 MPa.

O controle do capim-braquiária foi eficiente com a utilização de 540 g ha⁻¹ de glyphosate no estágio de 4-6 folhas e 1-3 perfilhos com manejo hídrico de -0,03 MPa, e também em plantas submetidas a um potencial hídrico do solo de -0,07 MPa e controladas no estágio de 4-6 folhas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBOTT, L. B.; STERLING, T. M. Recovery of African rue seedlings from water stress: Implications for recruitment and invasion. In: 7TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON THE ECOLOGY AND MANAGEMENT OF ALIEN PLANT INVASION, 2003, Fort Lauderdale, **Proceedings ...** 2003. p. 3.

ACCIARESI, H. A.; GUIAMET, J. J. Below- and above-ground growth and biomass allocation in maize and *Sorghum halepense* in response to soil water competition. **Weed Research** v. 50, n. 5, p. 481–492, 2010. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-3180.2010.00794.x>>.

ADKINS, S.W.; TANPIPAT, S.; SWARBRICK, J. T.; BOERSMA, M. Influence of environmental factors on glyphosate efficacy when applied to *Avena fatua* or *Urochloa panicoides*. **Weed Research**, Chichester, v. 38, n. 2, p. 129-138. 1998. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-3180.1998.00083.x>>.

AHMADI, M., HADERLIE, L.; WICKS, G. Effect of growth stage and water stress on barnyard grass (*Echinochloa crus-galli*) control and on glyphosate absorption and translocation. **Weed Science**, Champaign, v. 28, n. 3, p. 277-282, 1980. Disponível em: <<https://doi.org/10.1017/S0043174500055284>>.

ALI, F.; BANO, A.; FAZAL, A. Recent methods of drought stress tolerance in plants. **Plant Growth Regulation**, Dordrecht, v. 82, n. 3, p. 363-375, 2017. Disponível em: < <https://doi.org/10.1007/s10725-017-0267-2>>.

ALMEIDA, F.S. **Controle de plantas daninhas em plantio direto**. Londrina: IAPAR, 1991. 34p. (Circular, 67).

BAKER, H. G. Characteristics and mode of origin of weeds. In BAKER, H. G.; STEBBINS, G. L. (Ed.). **The genetics of colonizing species**. New York: Academic Press, 1965. p. 147–172.

BARBOSA, J. C., MALDONADO Jr, W. **Experimentação agrônômica & AgroEstat**. Jaboticabal: Gráfica Multipress, 2015. 396p.

BARLOW, E. W. R. Water relations of the mature leaf. In: DALE, J. E. MILTHORPE, F. L. (Eds.). **The growth and functioning of leaves**. Cambridge: University Press, 1983. p. 315-345.

BENEDETTI, J. G. R.; PEREIRA, L.; ALVES, P. L. C. A.; YAMAUTI, M. S. Período anterior a interferência de plantas daninhas em soja transgênica. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 10, n. 4, p. 289-295, 2009.

BOHNERT, H. J.; JENSEN, R. G. Strategies for engineering water-stress tolerance in plants. **Trends in Biotechnology**, Oxford, v. 14, n. 3, p. 89-97, 1996. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/0167-7799\(96\)80929-2](https://doi.org/10.1016/0167-7799(96)80929-2)>.

BOONSUK, B; CHANTORANOTHAI, P.; HODKINSON, T. R. A taxonomic revision of the genus *Digitaria* (Panicoideae: Poaceae) in mainland Southeast Asia. *Phytotaxa*, Auckland, v. 246, n. 4, p. 248-280, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.11646/phytotaxa.246.4.2>>.

BRAY, E. A. Plant responses to water deficit. **Trends in Plant Science**, Amsterdam, v. 2, n. 2, p. 48-54, 1997. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/S1360-1385\(97\)82562-9](https://doi.org/10.1016/S1360-1385(97)82562-9)>.

BRIGHENTI, A. M.; SOBRINHO, F. S.; ROCHA, W. S. D.; MARTINS, C. E.; DEMARTINI, D.; COSTA, T. R. Suscetibilidade diferencial de espécies de braquiária ao herbicida glifosato. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 10, p. 1241-1246, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2011001000018>>.

BRUNNER, I.; HERZOG, C.; DAWES, M.A.; AREND, M.; SPERISEN, C. How tree roots respond to drought. **Frontiers in Plant Science**, Lausanne, v. 6, n. 547, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00547>>.

CAMACHO, R. F.; MOSHIER, L. J. Absorption, translocation and activity of CGA-136872, DPX-V9360, and glyphosate in rizhome johnsongrass (*Sorghum halepense*). **Weed Science**, Lawrence, v. 39, n. 3, p. 354-357, 1991. Disponível em: <<https://doi.org/10.1017/S0043174500073057>>.

CAMBRAIA, J. Aspectos bioquímicos, celulares e fisiológicos dos estresses nutricionais em plantas. In: NOGUEIRA, R. J. M. C. et al. (Eds.). **Estresses ambientais: danos e benefícios em plantas**. Recife: UFRPE, 2005. cap. 2 , p. 95-104.

CANTO-DOROW, T. S.; LONGHI-WAGNER, H. M. Novidades taxonômicas em *Digitaria* Haller (Poaceae) e novas citações para o gênero no Brasil. **Insula**, Florianópolis, v. 30, p. 21-34, 2001.

CASSON, S.A.; HETHERINGTON A.M. Environmental regulation of stomatal development. **Current Opinion in Plant Biology**. Oxford, v. 13, n. 1, p. 90-95, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.pbi.2009.08.005>>.

CAVALHEIRO, E. M.; BARRETO, I. L. As espécies indígenas ou espontâneas do gênero *Digitaria*, Heister ex Haller (Gramíneae) ocorrentes no Rio Grande do Sul. **An. Técnico Inst. Pesq. Zoot.** “Francisco Osório”, v. 8, p. 171- 315, 1981.

CECCON, G.; MATOSO, A.O.; NETO NETO, A.L.; PALOMBO, L. Uso de herbicidas no consórcio de milho safrinha com *Brachiaria ruziziensis*. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 28, n. 2, p. 359-364, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582010000200015>>.

CERNA, L.; VALDEZ, V. Influencia de las poblaciones de las malezas *Sorghum halepense* y *Bidens pilosa* sobre el redimiento de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.)" Pirata 2. **Revista Interamericana de Ciências Agrícolas**, Turrialba, v. 37, n. 4, p. 303-309, 1987.

CHACHALIS, D.; REDDY, K.; ELMORE, C. D. Characterization of leaf surface, wax composition, and control of red vine and trumpet creeper with glyphosate. **Weed Science**, Champaign, v. 49, n. 2, p. 156–163, 2001. Disponível em: <[https://doi.org/10.1614/0043-1745\(2001\)049\[0156:COLSWC\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1614/0043-1745(2001)049[0156:COLSWC]2.0.CO;2)>.

CHASE, R. L.; APPLEBY, A. P. Effects of humidity and moisture stress on glyphosate control of *Cyperus rotundus* L.. **Weed Research**, Oxford, v. 19, n. 4, p. 241-246, 1979. Disponível em: < <https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.1979.tb01533.x> >.

CHAVES, M. M.; FLEXAS, J.; PINHEIRO, C. Photosynthesis under drought and salt stress: regulation mechanisms from whole plant to cell. **Annals of Botany**, Oxford, v. 103, n. 4, p. 551–560, 2009. Disponível em: < <https://doi.org/10.1093/aob/mcn125> >.

COELHO, M; BIANCO, S; CARVALHO, L. B. Interferência de plantas daninhas na cultura da cenoura (*Daucus carota*). **Planta Daninha**, Viçosa, v. 27, n. spe, p. 913-920, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582009000500004>>.

COSTA, N. V.; PERES, E. J. L.; RITTER, L.; SILVA, P. V.; FEY, E. Avaliação do glyphosate e paraquat no manejo da *Brachiaria ruziziensis*. **Revista Brasileira de Herbicida**, Londrina, v. 12, n. 1, p. 31-38, 2013. Disponível em: < <https://doi.org/10.7824/rbh.v12i1.179> >.

COSTA, N. V.; ANDRADE, D. C.; DOURADO, R. F.; PAVAN, G. C.; COSTA, A. C. P. R. Dessecação de *Brachiaria ruziziensis* com paraquat antes da semeadura da soja. **Revista Brasileira de Herbicida**, Londrina, v. 13, n. 3, p. 235-244, 2014. Disponível em: < <https://doi.org/10.7824/rbh.v13i3.277> >.

CZARNOTA, M.; PAUL, R. N.; DAYAN, F. C.; NIMBAL, C. I.; WESTON, L. A. Mode of action, localization of production, chemical nature, and activity of sorgoleone: A potent PSII inhibitor in *Sorghum* spp. root exudates. **Weed Technology**, Champaign, v. 15, n. 4, p. 813-825, 2001. Disponível em: <[https://doi.org/10.1614/0890-037X\(2001\)015\[0813:MOALOP\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1614/0890-037X(2001)015[0813:MOALOP]2.0.CO;2)>.

DACOSTA, M.; HUANG, B.; RACHMILEVITCH, S. Physiological and biochemical indicators for stress tolerance. In: HUANG, B. (Ed.). **Plant-environment interactions**. 3. ed. Boca Raton: CRC Press, 2006. p. 321-355.

DALE, J. E. The control of leaf expansion. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v. 39, p. 267-295, 1988. Disponível em: <<https://doi.org/10.1146/annurev.pp.39.060188.001411>>.

DALL'AGNOL, M.; SCHIFINO-WITTMANN, M. T. Apomixia, genética e melhoramento de plantas. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 11, n. 2, p. 127-133, 2005.

DANIELE, P. G.; DE STEFANO, C.; PRENESTI, E.; SAMMARTANO, S. Copper (II) complexes of N-(phosphonomethyl) glycine in aqueous solution: a thermodynamic and spectrophotometric study. **Talanta**, London, v. 45, n. 2, p. 425-431, 1997. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/S0039-9140\(97\)00156-2](https://doi.org/10.1016/S0039-9140(97)00156-2)>.

DIAS-FILHO, M. B.; CARVALHO, C. J. R. Physiological and morphological responses of *Brachiaria* spp. to flooding. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 10, p. 1959-1966, 2000. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2000001000006>>.

DIAS, N. M. P.; REGITANO, J. B.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; TORNISIELO, V. L. Absorção e translocação do herbicida diuron por espécies suscetível e tolerante de capim-colchão (*Digitaria* spp.). **Planta Daninha**, Viçosa, v. 21, n. 2, p. 293-300, 2003. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582003000200015>>.

DIAS, N. M.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; TORNISIELO, V. L. Identificação taxonômica de espécies de capim-colchão infestantes da cultura da cana-de-açúcar no estado de São Paulo e eficácia de herbicidas no controle de *Digitaria nuda*. **Bragantia**, Campinas, v. 64, n. 3, p. 389-396, 2005. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052005000300008>>.

DILL, G. M. Glyphosate-resistant crops: history, status and future. **Pest Management Science**. Chichester, v. 61, n. 3, p. 219-224, 2005. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1002/ps.1008>>.

DURIGAN J. C. Efeito de adjuvantes na calda e do estágio de desenvolvimento das plantas, no controle do capim-colonião (*Panicum maximum*) com glyphosate. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 10, n. 1-2, p. 39-44, 1992. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83581992000100003>>.

DURIGAN, J. C. **Efeito de adjuvantes na aplicação e eficácia dos herbicidas**. Jaboticabal: FUNEP, 1993. 42 p.

DWYER, J.M.; HOBBS, J.R.; MAYFIELD, M.M. Specific leaf area responses to environmental gradients through space and time. **Ecology**, Washington, v. 95, n. 2, p. 399-410, 2014. Disponível em: <<https://dx.doi.org/10.1890/13-0412.1>>.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2013. 353p.

FAVER, K. L.; GERIK T. J.; THAXTON, P. M.; EL-ZIK, K. M. Late season water stress in cotton: II. Leaf gas exchange and assimilation capacity. **Crop Science**, Madison, v. 36, n. 4, p. 922-928, 1996. Disponível em: <<https://dx.doi.org/10.2135/cropsci1996.0011183X003600040018x>>.

FERNÁNDEZ, V.; EICHERT, T. Uptake of hydrophilic solutes through plant leaves: current state of knowledge and perspectives of foliar fertilization. **Critical Reviews in Plant Science**, New York, v. 28, n. 1-2, p. 36-68, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1080/07352680902743069>>.

FERRELL, J. A.; EARL, H. J.; VENCILL, W. K. The effect of selected herbicides on CO₂ assimilation, chlorophyll fluorescence, and stomatal conductance in johnsongrass (*Sorghum halepense* L). **Weed science**, Cambridge, v. 51, n. 1, p. 28-31, 2003. Disponível em: <[https://doi.org/10.1614/0043-1745\(2003\)051\[0028:TEOSHO\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1614/0043-1745(2003)051[0028:TEOSHO]2.0.CO;2)>.

FERREIRA, E. A.; PROCÓPIO, S. O.; SILVA, E. A. M.; SILVA, A. A.; RUFINO, R. J. N. Estudos anatômicos de espécies de plantas daninhas. IV – *Amaranthus deflexus*, *Amaranthus spinosus*, *Alternanthera tenella* e *Euphorbia heterophylla*. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 21, n. 2, p. 263-271, 2003. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582003000200012>>.

FEY, R.; SCHULZ, D.G.; DRANSKI, J.A.L.; DUARTE Jr., J.B.; MALAVASI, M.M.; MALAVASI, U.C. Identificação e interferência de plantas daninhas em pinhão-mansão. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 9, p. 955-961, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662013000900007>>.

GRIME, J. P. **Plant strategies, vegetation processes, and ecosystem properties**. New York: John Wiley & Sons, 2006. 456p.

GHERSA, C. M.; SATORRE, E. H.; VAN ESSO, M. L.; PATARO, A.; ELIZAGARAY, R. The use thermal calendar models to improve the herbicide applications in *Sorghum halepense* (L) Pers. **Weed Research**, Chichester, v. 30, n. 3, p. 153-160, 1990. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-3180.1990.tb01699.x>>.

GHOSHEH, H. Z., D. L. HOLSHOUSER, AND J. M. CHANDLER. Influence of density on johnsongrass (*Sorghum halepense*) interference in field corn (*Zea mays*). **Weed Science**, Cambridge, v. 44, n. 4, p. 879-883, 1996.

GIMENES, M. J.; DAL POGETTO, M. H. F. A.; PRADO, E. P.; CHRISTOVAM, R. S.; COSTA, S. I. A.; SOUZA, E. F. C. Interferência de *Brachiaria ruziziensis* sobre plantas daninhas em sistema de consórcio com milho. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 3, p. 931-938, 2011. Disponível em: <10.5433/1679-0359.2011v32n3p931>.

GOMES Jr., F. G.; CHRISTOFFOLETI P. J. Biologia e manejo de plantas daninhas em áreas de plantio direto. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 789-98, 2008. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582008000400010>>.

GONÇALVES, C. G.; SILVA Jr., A. C.; PEREIRA, M. R. R.; GASPARINO, E. C.; MARTINS, D. Morphological modifications in soybean in response to soil water management. **Plant Growth Regulation**, Dordrecht, v. 83, n. 1, p. 105-117, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s10725-017-0287-y>>.

GUENNI, O.; BARUCH, Z.; MARÍN, D. Responses to drought of five *Brachiaria* species. II. Water relations and leaf gas exchange. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 258, n. 1, p. 249-260, 2004. Disponível em: <<https://doi.org/10.1023/B:PLSO.0000016555.53797.58>>.

HARRINGTON, T. B.; MILLER, J. H. Effects of application rate, timing, and formulation of glyphosate and triclopyr on control of chinese privet (*Ligustrum sinense*). **Weed Technology**, Champaign, v. 19, n. 1, p. 47-54, 2005. Disponível em: <<https://doi.org/10.1614/WT-03-220R2>>.

HARVEY, B. M. R.; CROTHERS, S. H. Effects of water stress on uptake and efficacy of glyphosate. **Annals of Applied Biology**, Warwick, v. 113, n. 1, p. 61-68, 1988. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.1988.tb03282.x>>.

HESS, F. D.; FALK, R. H. Herbicide deposition on leaf surfaces. **Weed Science**, Lawrence, v. 38, n. 3, p. 280-288, 1990.

HETHERINGTON, P.; REYNOLDS, T.L.; MARSHALL, G.; KIRKWOOD, R.C. The absorption, translocation and distribution of the herbicide glyphosate in maize expressing the CP-4 transgene. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 50, n. 339, p. 1567-1576, 1999. Disponível em: <<https://doi.org/10.1093/jxb/50.339.1567>>.

HINZ, J. R.; OWEN, M. D. K. Effect of drought stress on velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) and bentazon efficacy. **Weed Science**, Lawrence, v. 42, n. 1, p. 76-81, 1994.

HOAGLAND, R. E.; DUKE, S. O. Biochemical Effects of Glyphosate [N-(Phosphonomethyl) glycine]. **ACS Symposium Series**, v. 181, p. 175-205, 1982. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1021/bk-1982-0181.ch010>>.

HOLM, L. G. **The world's worst weeds. Distribution and biology**. Malabar: Krieger Publishing Company, 1991. 609p.

HU, Y.; SCHMIDHALTER U. Drought and salinity: A comparison of their effects on mineral nutrition of plants. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**. Weinheim, v. 168, n. 4, p. 541-49, 2005. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1002/jpln.200420516>>.

JANK, L.; VALLE, C. B.; RESENDE, R. Breeding tropical forages. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v. 11, n. spe, p. 27-34, 2011. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S1984-70332011000500005> >.

JARVIS, P. G.; McNAUGHTON, K. G. Stomatal control of transpirations: scaling up from leaf to region. **Advances Ecological Research**, London, v. 15, p. 1-49, 1986. Disponível em: < [https://doi.org/10.1016/S0065-2504\(08\)60119-1](https://doi.org/10.1016/S0065-2504(08)60119-1)>.

KALIANNAN, P.; ALI, M. M. N.; SEETHALAKSHMI, T.; VENUVANALINGAM. P. Electronic structure and conformation of glyphosate: an ab initio MO study. **Journal of Molecular Structure: THEOCHEM**, v. 618, n. 1-2, p. 117-125, 2002. Disponível em: < [https://doi.org/10.1016/S0166-1280\(02\)00467-0](https://doi.org/10.1016/S0166-1280(02)00467-0) >.

KIBA, T.; KUDO, T.; KOJIMA, M.; SAKAKIBARA, H. Hormonal control of nitrogen acquisition: roles of auxin, abscisic acid, and cytokinin. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 62, n. 4, p. 1399–1409, 2011. Disponível em: < <https://doi.org/10.1093/jxb/erq410>>.

KIRKHAM, M. B. Hydraulic resistance of two sorghums varying in drought resistance. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 105, n. 1, p. 19-24, 1988.

KISSMANN, K. G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. 2. Ed. São Paulo: Basf, 1997. t, 1.

KLAR, A. E. Evapotranspiração. In: _____. (Ed.). **A água no sistema solo-planta-atmosfera**. 2. ed. São Paulo: Nobel, 1984. 408 p

KOGAN, M.; BAYER, D. E. Herbicide uptake as influenced by plant water stress. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, Maryland Heights, v. 56, n. 3, p. 174–182, 1996. Disponível em: < <https://doi.org/10.1006/pest.1996.0071> >.

KRASENSKY, J.; JONAK, C. Drought, salt, and temperature stress-induced metabolic rearrangements and regulatory networks. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 63, n. 4, p. 1593-1608, 2012. Disponível em: < <https://doi.org/10.1093/jxb/err460>>.

KUVA, M.A.; GRAVENA, R.; PITELLI, R.A.; CHRISTOFFOLETI, P.J.; ALVES, P.L.C.A. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar. III – Capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) e Capim-colonião (*Panicum maximum*). **Planta Daninha**. Viçosa, v. 21, n. 1, p. 37-44, 2003. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582003000100005> >.

LECOEUR, J.; SINCLAIR, R. T. Field pea transpiration and leaf growth in response to soil water deficits. **Crop Science**, Madison, n. 36, p. 331-335, 1996. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.2135/cropsci1996.0011183X003600020020x>>.

LEGUIZAMÓN, E. S. Seed survival and patterns of seedling emergence in *Sorghum halepense* (L.) Pers. **Weed Research**, Oxford, v. 26, n. 6, p. 397-404, 1986. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-3180.1986.tb00723.x>>.

LEGUIZAMÓN, E. S., YANNICCARI, M. E., GUIAMET, J. J.; ACCIARESI, H. A. Growth, gas exchange and competitive ability of *Sorghum halepense* populations under different soil water availability. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v. 91, n. 6, p. 1011-1025, 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.4141/cjps10202>>.

LIMA, W. P. **Impacto ambiental do eucalipto**. 2. ed. São Paulo: EdUSP, 1993. 301p.

LORENZI, H. **Plantas Daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas**. 4. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008. 640p.

LUDLOW, M. M. Adaptative significance of stomatal responses to water stress. In: TURNER, N. C.; KRAMER, P. J. (Eds.). **Adaptation of plants to water and high temperature stress**. New York: John-Wiley, 1980. p. 123-138.

MACHADO, E. C.; LAGÔA, A. M. M. A. Trocas gasosas e condutância estomática em três espécies de gramíneas. **Bragantia**, Campinas, v. 53, n. 2, p. 141-149, 1994. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87051994000200003>>.

MACHADO, R. A.; COSTA, A. G. F.; ALVES, P. L. C. A.; KAWAGUCHI, I. T. Efeito do estresse hídrico sobre a eficiência do halosulfuron no controle de tiririca. **Planta Daninha**, Botucatu, v. 18, n. 2, p.265-275, 2000. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582000000200008> >.

MACHADO, A. F. L.; FERREIRA, L.R.; FERREIRA, F. A.; FIALHO, C. M. T.; TUFFI SANTOS, L. D.; MACHADO, M. S. Análise de crescimento de *Digitaria insularis*. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 24, n. 4, p. 641-647, 2006. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582006000400004> >.

MANTOANI, M.C.; ANDRADE, G. R.; CAVALHEIRO, A. L.; TOREZAN, J. M. D. Efeitos da invasão por *Panicum maximum* Jacq. e do seu controle manual sobre a regeneração de plantas lenhosas no sub-bosque de um reflorestamento. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, Londrina, v. 33, n. 1, p. 97-110, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5433/1679-0367.2012v33n1p97>>.

MARINIS, G. Ecologia das plantas daninhas. In: **Texto básico de controle químico de plantas daninhas**, 4. ed., Piracicaba: ESALQ, 1972. p.1-74.

MATOS, N. N.; TEXEIRA JUNIOR, A. C.; SILVEIRA, J. A. G. Influência do porta-enxerto no comportamento fisiológico de mudas de cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) submetidas a estresses. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 27-31, 2003. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452003000100009>>.

MATTOS, J. L. S.; GOMIDE, J. A.; MARTINEZ Y HUAMAN, C. A. Crescimento de espécies do gênero *Brachiaria*, sob déficit hídrico, em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 3, p. 746-754, 2005. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982005000300005>>.

McALLISTER R. S.; HADERLIE L. C. Seasonal variations in Canada thistle (*Cirsium arvense*) root bud growth and root carbohydrate reserves. **Weed Science**, Lawrence, v. 33, n. 1, p. 44-49, 1985. Disponível em: < <https://doi.org/10.1017/S0043174500083909> >.

McCREE, K. J.; FERNÁNDEZ, C. J. Simulation model for studying physiological water stress responses of whole plants. **Crop Science**, Madison, v. 29, n. 2, p. 353-360, 1989. Disponível em: <<https://doi.org/10.2135/cropsci1989.0011183X002900020025x>>.

McWHORTER, C. G.; JORDAN, R. N.; WILLS, G. D. Translocation of ¹⁴C-glyphosate in soybean (*Glycine max*) and johnsongrass (*Sorghum halepense*). **Weed Science**, Lawrence, v. 28, n. 1, p. 113-118, 1980. Disponível em: <<https://doi.org/10.1017/S0043174500027892>>.

McWHORTER, C. G. Epicuticular wax on Johnsongrass (*Sorghum halepense*) leaves. **Weed Science**, Lawrence, v. 41, n. 3, p. 475-482, 1993. Disponível em: <<https://doi.org/10.1017/S0043174500052218>>.

MONQUEIRO, P. A.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; OSUNA, M. D.; DE PRADO, R. A. Absorção, translocação e metabolismo do glyphosate por plantas tolerantes e suscetíveis a este herbicida. **Planta Daninha**. Viçosa, v. 22, n. 3, p. 445-451, 2004. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582004000300015>>.

MOOSAVI-NIA, H.; DORE, J. Factors affecting glyphosate activity in *Imperata Cylindrica* (L) Beau and *Cyperus rotundus* L. I. Effects of soil moisture. **Weed Research**, Oxford, v. 19, n. 2, p. 137-143, 1979. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.1979.tb01586.x>>.

MULLER, B.; PANTIN, F.; GÉNARD, M.; TURC, O.; FREIXES, S.; PIQUES, M.; GIBON, Y. Water deficits uncouple growth from photosynthesis, increase C content, and modify the relationships between C and growth in sink organs. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 62, n. 6, p. 1715-1729, 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.1093/jxb/erq438>>.

MUNAMAVA, M.; RIDDOCH, I. Responses of three sorghum [*Sorghum bicolor* (L.), Moench] varieties to soil moisture stress at different developmental stages. **South African Journal Plant Soil**, Grahamstown, v. 18, n. 2, p. 75-79, 2001. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/02571862.2001.10634407>>.

NEPOMUCENO, M.; ALVES, P. L. C. A.; DIAS, T. C. S.; PAVANI, M. C. M. D. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da soja nos sistemas de semeadura direta e convencional. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 25, n. 1, p. 43-50, 2007. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582007000100005>>.

NOBEL, P. S. **Introduction to biophysical plant physiology**. San Francisco: W.H. Freeman, 1974. 488 p.

NOBREGA JR, J. E.; RIET-CORREA, F.; MEDEIROS, R. M. T.; DANTAS, A. F. M. Intoxicação por *Sorghum halepense* (Poaceae) em bovinos no semi-árido. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 26, n. 4, p. 201-204, 2006. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-736X2006000400003>>.

OLIVEIRA, A. D.; FERNANDES, E. J.; RODRIGUES, T. J. D. Condutância estomática como indicador de estresse hídrico em Feijão. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 86-95, 2005. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69162005000100010>>.

OLIVEIRA Jr., R. S. Introdução ao controle químico. In: OLIVEIRA Jr., R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. **Biologia e Manejo de Plantas daninhas**. Curitiba: Omnipax, 2011. p.125-140.

PACHECO, A. C.; CAMARGO, P. R.; SOUZA, C. G. M. Deficiência hídrica e aplicação de ABA nas trocas gasosas e no acúmulo de flavonoides em calêndula (*Calendula officinalis* L.) **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 33, n. 2, p. 275-281, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v33i2.6390>>.

PAIVA, A. S.; FERNANDES, E. J.; RODRIGUES, T. J.; TURCO, J. E. Condutância estomática em folhas de feijoeiro submetido a diferentes regimes de irrigação. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.25, n.1, p.161-169, 2005. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69162005000100018>>.

PAROCHETTI, J. V.; WILSON, H. P.; BURT, G. W. Activity of glyphosate on johnsongrass. **Weed Science**, Lawrence, v. 23, n. 5, p. 395–400, 1975. Disponível em: <<https://doi.org/10.1017/S0043174500062743>>.

PATTERSON, D. T. Effects of environmental stress on weed/crop interactions. **Weed Science**, Champaign, v. 43, n. 3, p. 483-490, 1995. Disponível em: <<https://doi.org/10.1017/S0043174500081510>>.

PEREIRA, M.R.R., KLAR, A.E., SILVA, M.R., SOUZA, R.A.; FONSECA, N.R. Comportamento fisiológico e morfológico de *Eucalyptus urograndis* submetidos à diferentes níveis de água no solo. **Irriga**, Botucatu, v. 11, n. 4, p. 518-531, 2006.

PEREIRA, M. R. R.; MARTINS, D.; SILVA, J. I. C.; RODRIGUES, A. C. P.; KLAR, A. E. Efeito de herbicidas sobre plantas de *Brachiaria plantaginea* submetidas a estresse hídrico. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 28, n. spe, p. 1047-1058, 2010a. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582010000500013>>.

PEREIRA, M. R. R. **Potenciais hídricos no solo sobre a eficácia de herbicidas em plantas daninhas monocotiledôneas**. 2010b. 175 f. Tese (Doutorado em Agronomia – Irrigação e Drenagem) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2010b.

PEREIRA, M. R. R.; KLAR, A. E.; MARTINS, D.; SOUZA, G. S. F.; VILLALBA, J. Effect of water stress on herbicide efficiency applied to *Urochloa decumbens*. **Ciencia Investigación Agraria**, Santiago, v. 39, n. 1, p. 211-220, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-16202012000100018>>.

PITELLI, R. A. Interferência das plantas daninhas nas culturas agrícolas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 11, n. 29, p. 16-27, 1985.

PITELLI, R. A. Competição e controle de plantas daninhas em áreas agrícolas. **IPEF**, Piracicaba, v. 4, n. 12, p. 25-35, 1987.

POOTER, H.; DE JONG, R. A comparison of specific leaf area, chemical composition and leaf construction costs of field plants from 15 habitats differing in productivity. **New Phytologist**, Chichester, v. 143, n. 1, p. 163–176, 1999. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1046/j.1469-8137.1999.00428.x>>.

PREMACHANDRA, G. S.; SANEOKA, H.; FUJITA, K.; OGATA, S. Osmotic adjustment and stomatal response to water deficits in maize. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 43, n. 11, p. 1451-1456, 1992. Disponível em: <<https://doi.org/10.1093/jxb/43.11.1451>>.

PUTNAM, A. R. Weed allelopathy. In: DUKE, S. O. (Ed.). **Weed Physiology**. Boca Raton: CRC Press, 1985. p.131-155.

REICH P. B.; WRIGHT, I. J.; CAVENDER-BARES, J.; CRAINE, J. M.; OLEKSYN, J.; WESTOBY, M.; WALTERS, M. B. The evolution of plant functional variation: Traits, spectra, and strategies. **International Journal of Plant Sciences**, Chicago, v. 164, n. S3, p. 143-164, 2003.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas**. Londrina: IAPAR, 2011. 697 p.

RUITER, H.; MAINEN, E. Influence of water stress and surfactant on the efficacy, absorption, and translocation of glyphosate. **Weed Science**, Lawrence, v. 46, n. 3, p. 289-296, 1998.

SADRAS, V. O.; MILROY, S. P. Soil-water thresholds for the responses of leaf expansion and gas exchange: A review. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 47, n. 2-3, p. 253-266, 1996. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/0378-4290\(96\)00014-7](https://doi.org/10.1016/0378-4290(96)00014-7)>.

SALA, A.; TENHUNEN, J. D. Simulations of canopy net photosynthesis and transpiration in *Quercus ilex* L. under the influence of seasonal drought. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 78, n.3-4, p. 203-222, 1996. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/0168-1923\(95\)02250-3](https://doi.org/10.1016/0168-1923(95)02250-3)>.

SANTOS, R.F.; CARLESSO, R. Déficit hídrico e os processos morfológicos e fisiológicos das plantas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 2, n. 3, p. 287-294, 1998. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v2n3p287-294>>.

SAVAGE, K.; JORDAN, T. Persistence of three dinitroaniline herbicides on the soil surface. **Weed Science**, Lawrence, v. 28, n. 1, p. 105-110. 1980. Disponível em: <<https://doi.org/10.1017/S0043174500027879>>.

SAVIDAN, Y. Apomixis: genetics and breending. In: JANICK, J.; SAVIDAN, Y. (Ed.). **Plant Breeding Reviews**, New York: John Wiley & Sons, Inc. v. 18, 2000. p. 13-86.

SHABALA, S.; WHITE, R. G.; DJORDJEVIC, M. A.; RUAN, Y. L.; MATHESIOUS, U. Root-to-shoot signalling: integration of diverse molecules, pathways and functions. **Functional Plant Biology**, Clayton, v. 43, n. 2, p. 87-104, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1071/FP15252>>.

SHEPHERD, T.; GRIFFITHS, D.W. The effects os stress on plant cuticular waxes. **New Phytologist**, Chichester, v. 171, n. 3, p. 469-499, 2006. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2006.01826.x>>.

SILVA, S. A. F. Contribuição ao estudo do "Capim Colonião" (*Panicum maximum* Jacq. var. maximum). **Vellozia**, Rio de Janeiro, v. 6, p. 3-8, 1968.

SILVA, S. A. F. Contribuição ao estudo do "Capim Colonião" (*Panicum maximum* Jacq. var. maximum) II - Considerações sobre sua dispersão e seu controle. **Vellozia**, Rio de Janeiro, v. 7, p. 3-21, 1969.

SILVA, C.; SILVA A. F.; VALE, W. G.; GALON, L.; PETTER, F. A.; MAY, A. KARAM, D. Interferência de plantas daninhas na cultura do sorgo sacarino, **Bragantia**, Campinas, v. 73, n. 4, p.438-445, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/1678-4499.0119>>.

SILVA Jr., A. C.; MARTINS, C. C.; MARTINS, D. Effects of sugarcane straw on grass weeds emergence under field conditions. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 32, n. 4, p. 863-872, 2016. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.14393/BJ-v32n4a2016-32782> >.

SIMON, B.K.; JACOBS, S.W.L. Megathyrsus, a new generic name for Panicum subgenus Megathyrsus. **Austrobaileya**. Brisbane, v. 6, n. 3, p. 571-574, 2003.

SING, R.K.; SING, S.R.K.; GAUTAM, U.S. Weed control efficiency of herbicides in irrigated wheat (*Triticum aestivum*). **Indian Research Journal of Extension Education**. New Delhi, v. 13, n. 1, p. 126-128, 2013.

SIVAKUMAR, M.V.K.; SHAW, R.H. Relative evaluation of water estress indicators for soybeans. **Agronomy Journal**, Madison, v. 70, n. 4, p. 619-623, 1978. Disponível em: <<https://dx.doi.org/10.2134/agronj1978.00021962007000040022x>>.

SKERMAN, P.J.; RIVEIROS, F. **Tropical grasses**. Rome: FAO, 1990. 832p.

SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS. **Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas**. Londrina: SBPCPD, 1995. 42p.

STOCK, D.; DAVIES, L. E. Foliar penetration of agrochemicals: Limitations imposed by formulation type and some interactions with adjuvants. In: HOLLOWAY, P. J.; REES, R. T.; STOCK, D. **Interactions between adjuvants, agrochemicals and target organisms**. Berlin: Springer, 1994. p.27-52.

TAIZ, L.; ZEIGER, E; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858p.

TAYLOR, W. A.; SHAW, G. B. The effect of drop speed, size and surfactant on the deposition of spray on barley and radish or mustard. **Pest Management Science**, v. 14, n. 6, p. 659-665, 1993. Disponível em: <<https://doi.org/10.1002/ps.2780140614>>.

TAYLORSON R.B.; McWHORTER C.G. Seed dormancy and germination in ecotypes of johnson grass. **Weed Science**, Lawrence, v. 17, n. 3, p. 359-361, 1969. Disponível em: <<https://doi.org/10.1017/S0043174500054230>>.

TENHUNEN, J. D.; PEARCY, R. W.; LARANCE, O. L. Diurnal variation in leaf conductance and gas exchange in natural environments. In: ZEIGER, E.; FARQUHAR, G.; COWAN, I. (Eds.). **Stomatal function**. Stanford: Stanford University Press, 1987. p. 323-351.

TOGNON, G. B.; PETRY, C.; CUQUEL, F. L. Resposta de Ipomoea cairica (L.) Sweet à deficiência hídrica. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 36, n. 3, p. 318-324, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542012000300007>>.

TUBEROSA, R.; SANGUINETI, M. C.; LANDI, P. Absciscic acid concentration in leaf and xylem sap, leaf water potential, and stomatal conductance in maize. **Crop Science**, Madison, v. 34, n. 6, p. 1557-1563, 1994. Disponível em: <<https://doi.org/10.2135/cropsci1994.0011183X003400060026x>>.

UREMIS, I.; UYGUR, F. N. Seed viability of some weed species after 7 years of burial in the Cukurova region of Turkey. **Asian Journal of Plant Sciences**, Faisalabad, v. 4, n. 1, p. 1-5, 2005. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3923/ajps.2005.1.5>>.

VELDKAMP, J. F. A revision of *Digitaria* Haller (Gramineae) in Malasia. **Blumea - Biodiversity, Evolution and Biogeography of Plants**, v. 21, n. 1, p. 1-80, 1973.

XOCONOSTLE-CAZARES, B.; RAMIREZ-ORTEGA, F. A.; FLORES-ELENES, L.; RUIZ-MEDRANO, R. Drought tolerance in crop plants. **American Journal of Plant Physiology**, New York, v. 5, n. 5, p. 241-256, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3923/ajpp.2010.241.256>>.

WANG, W.; VINOCUR, B.; ALTMAN, A. Plant responses to drought, salinity and extreme temperatures: towards genetic engineering for stress tolerance. **Planta**, Berlin, v. 218, n. 1, p. 1-14, 2003. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s00425-003-1105-5>>.

WANG, D.; GARTUNG, J. Infrared canopy temperature of early-ripening peach trees under postharvest deficit irrigation. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 97, n. 11, p. 1787-1794, 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.agwat.2010.06.014>>.

WARWICK, S. I.; BLACK, L. D. The biology of Canadian weeds. 61. *Sorghum halepense* (L.) PERS. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v. 63, n. 4, p. 997-1014, 1983. Disponível em: <<https://doi.org/10.4141/cjps83-125>>.

WINGLER, A.; ROITSCH, T. Metabolic regulation of leaf senescence: interactions of sugar signalling with biotic and abiotic stress responses. **Plant Biology**, Chichester, v. 10, n. suppl 1, p. 50-62, 2008. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/j.1438-8677.2008.00086.x>>.

WULLSCHLEGER, S. D.; OOSTERHUIS, D. M. Canopy leaf area development and age-class dynamics in cotton. **Crop Science**, Madison, v. 32, n. 2, p. 451-456, 1992. Disponível em: <<https://doi.org/10.2135/cropsci1992.0011183X003200020033x>>.

ZANATTA, J. F. PROCÓPIO, S. O.; MANICA, R.; PAULETTO, E. A.; CARGNELUTTI FILHO, A.; VARGAS, L.; SGANZERLA, D. C.; ROSENTHAL, M. D'. A.; PINTO, J. J. O. Teores de água no solo e eficácia do herbicida fomesafen no controle de *Amaranthus hybridus*. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 26, n. 1, p. 143-155, 2008. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582008000100015>>.

ZHOU, X.; LI, L.; XIANG, J.; GAO, G.; XU, F.; LIU, A.; ZHANG, X.; PENG, Y.; CHEN, X.; WAN, X. OsGL1-3 is involved in cuticular wax biosynthesis and tolerance to water deficit in rice, **PLoS One**, California, v. 10, n. 1, p. e116676, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0116676>>.

ZISKA L. H. The impact of elevated CO₂ on yield loss from a C3 and C4 weed in field-grown soybean. **Global Change Biology**. Oxford, v. 6, p. 899–905, 2000. Disponível em: <<https://doi.org/10.1046/j.1365-2486.2000.00364.x>>.