



## Desenvolvimento e produção de capim-convert HD364 submetido ao estresse hídrico

*Development and production of grass-convert HD364 subjected to water stress*

**Edna Maria Bonfim-Silva<sup>\*1</sup>, Matheus de Carvalho Silva<sup>2</sup>, Alessana Franciele Schlichting<sup>2</sup>,  
Rebeca de Andrade Porto<sup>2</sup>, Tonny José Araújo da Silva<sup>1</sup>, Marcio Koetz<sup>1</sup>**

**Resumo** - A inserção de novas cultivares ou híbridos de capim no mercado geram expectativas aos pecuaristas, como novas opções para instalação e manutenção de pastos. Sob essas expectativas está o híbrido capim-convert HD364, que foi recentemente lançado no mercado brasileiro. Assim, objetivou avaliar o desenvolvimento e produção de capim-convert HD364 submetido ao estresse hídrico. O experimento foi realizado em casa de vegetação em delineamento experimental inteiramente casualizado. Foram utilizados vasos com 2,5 dm<sup>3</sup> de solo e seis disponibilidades hídricas: 20, 40, 60, 80, 100 e 120% da capacidade máxima de retenção de água no solo, com quatro repetições. A umidade do solo foi mantida pelo método gravimétrico. Foram avaliados altura de plantas; número de folhas, número de perfilhos e índice SPAD (Soil Plant Analysis Development) e o corte das plantas foram realizados rente ao solo 23 dias após a aplicação dos tratamentos para avaliar a massa seca da parte aérea e massa seca de raízes. Todos os resultados foram submetidos a análises de variância e teste de regressão até 5% de probabilidade por meio do programa SISVAR. As disponibilidades hídricas que proporcionam melhor desenvolvimento e produções da gramínea forrageira situaram-se no intervalo entre 78,2 a 92,49% da capacidade máxima retenção de água do solo. O desenvolvimento e produção do capim-convert HD364 é mais prejudicado pelo estresse hídrico por déficit de água (20% da capacidade máxima retenção de água do solo) que por condições de alagamento.

**Palavras-chave** - Alagamento. Disponibilidade hídrica. Forrageira híbrida.

**Abstract** - The introduction of new cultivars or hybrids of grass generate expectations in the market for farmers, and new options for installation and maintenance of pastures. Under these expectations is grass-convert HD364 the hybrid that was recently released in Brazil. This work aimed to evaluate the development and production of grass-convert HD364 subjected to water stress. The experiment was conducted in a greenhouse experimental design, completely randomized in a 2,5 dm<sup>3</sup> pots with soil water availability and six: 20, 40, 60, 80, 100 and 120% retention with capacity of the soil water four replications. Soil moisture was maintained by the gravimetric method. It was evaluated plant height, number of leaves and SPAD index (Soil Plant Analysis Development) and cutting plants at ground level were performed 23 days after treatment application to evaluate the dry mass of shoot and root dry matter. All results were submitted to analysis of variance and regression test at 5% probability through the program SISVAR. Water availability to provide best development and production of grass stood in the range of 78.2 to 92.49% of the maximum water holding capacity of the soil. The development and production of grass-convert HD364 is most affected by water stress and water deficit (20% of maximum water holding capacity of the soil) than by flooding conditions.

**Key words** - Flooding. Water availability. Forage hybrid.

\*Autor para correspondência

Enviado para publicação em 24/06/2013 e aprovado em 12/03/2014

<sup>1</sup>Docentes do Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Rondonópolis-MT, Brasil, embonfim@hotmail.com, tonnyjasilva@hotmail.com, marciokoetz@yahoo.com.br

<sup>2</sup>Mestres em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Rondonópolis-MT, Mato Grosso, Brasil, matheus\_gbi@hotmail.com, alessanamt@gmail.com, rebeca.demornay@hotmail

## Introdução

No Brasil, as gramíneas possuem grande importância por constituírem a base da alimentação dos animais dos rebanhos leiteiros e de corte (LIMA; DEMINICIS, 2008). A exploração pecuária é uma das maiores atividades econômicas brasileiras, sendo a maioria do rebanho criado em condições de pastejo, em atividade extensiva (IBGE, 2006). Segundo Costa *et al.* (2007), a expansão de áreas de pastagens cultivadas, com espécies do gênero *Brachiaria* no Brasil tem se verificado em proporções, provavelmente jamais iguais por outras forrageiras, em qualquer outro país de clima tropical.

Segundo Fagundes *et al.* (2005), o potencial de produção de uma planta forrageira é determinado geneticamente, porém, para que esse potencial seja alcançado, condições adequadas do meio e de manejo devem ser observados. No Brasil, existem regiões com áreas de pastagens que sofrem grandes variações climáticas, incluindo: temperatura, radiação solar e de índice pluviométrico, as quais limitam a produção da forrageira. A irregularidade do regime pluvial constitui-se uma restrição ao desenvolvimento de plantas forrageiras, pois, mesmo dentro de estações chuvosas, áreas de pastagens estão sujeitas a veranicos ou alagamentos temporários. Todavia, poucos são os estudos envolvendo as características que conferem adaptação à seca ou ao alagamento a estas espécies e a seleção de espécies com alta produtividade no período das águas e menos sensível à falta e/ou ao excesso de água no solo seria bastante desejável para a produção de forragem.

O capim-convert HD364 é o segundo híbrido do gênero *Brachiaria* e foi desenvolvido pelo Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), na Colômbia. Para obtenção deste híbrido foi realizado a primeira hibridação com *Brachiaria ruziziensis* (tetraplóide sexual) e *Brachiaria decumbens* cv. Basilinsk (tetraplóide apomítica) também conhecida como capim-braquiária e capim-decumbens, respectivamente. Esse cruzamento produziu uma segunda geração e após alguns serem selecionados foram polinizadas novamente e as progenitoras destes híbridos foram selecionadas, dando origem ao capim-convert HD364. As progênies deste híbrido apresentaram reprodução apomítica e através de marcadores moleculares detectou-se a presença de alelos de *Brachiaria ruziziensis*, *Brachiaria decumbens* cv. Basilinsk e outros acessos de *Brachiaria brizantha*, inclusive a cultivar Marandu. É uma gramínea que se adapta facilmente às condições tropicais e subtropicais e tolera solos com deficiência de drenagem desde que o encharcamento não seja permanente, porém requer solos de média a alta fertilidade e com boa drenagem (ARGEL *et al.*, 2007).

A diminuição do conteúdo de água no solo afeta acentuadamente alguns processos morfofisiológicos. Para Chaves *et al.* (2002) a extensão dos efeitos do déficit hídrico nas espécies vegetais depende da sua intensidade e duração, e da capacidade genética das plantas em responder às mudanças do ambiente. Segundo Taiz e Zeiger (2009), de modo geral, plantas submetidas ao déficit hídrico apresentam decréscimo da produção da área foliar, induzindo o fechamento dos estômatos, da aceleração da senescência e da abscisão das folhas. Quando as plantas são expostas, frequentemente, a esta condição, ocorre conservação da água no solo, como se estivessem economizando para períodos futuro (KRON *et al.*, 2008).

A escolha de uma forrageira para implantação de pasto em ecossistemas inundáveis é uma das maiores preocupações, onde deve levar em consideração por quantos dias a cultivar consegue permanecer em solo alagado sem causar sérios danos às plantas. A capacidade das plantas tolerarem baixos índices de oxigênio varia conforme a espécie, e vai desde aquelas que são capazes de germinar e permanecerem vivas por longo período, a aquela que sobrevive por um curto período de tempo quando suas raízes estão em anoxia (MORAES *et al.*, 2001).

A inserção de novas cultivares ou híbridos de capim no mercado geram expectativas aos pecuaristas, como novas opções para instalação e manutenção de pastos. Assim, objetivou-se avaliar o desenvolvimento e a produção do capim-convert HD364 submetido ao estresse hídrico.

## Material e métodos

O experimento foi conduzido na Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Universitário de Rondonópolis-MT, em casa de vegetação no período de agosto a novembro de 2011. Foram utilizados vasos com capacidade de 2,5 dm<sup>3</sup> de solo. O solo utilizado foi proveniente da camada arável (0-20 cm) de um LATOSSOLO VERMELHO distrófico, de textura média, coletado em área sob vegetação de Cerrado.

A caracterização química e granulométrica do solo foi realizada de acordo com o método da EMBRAPA (1997) e apresentava as seguintes características: pH (CaCl<sub>2</sub>): 4,1; Al, H, Ca e Mg: 1,1; 4,2; 0,3; 0,2 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, respectivamente; P: 2,4 mg dm<sup>-3</sup>; K: 2,8 mg dm<sup>-3</sup>; M.O.: 22,7 g dm<sup>-3</sup>; Areia, Silte e Argila: 549, 84 e 367 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente.

Utilizou-se calcário dolomítico (PRNT de 80,3%) para elevar a saturação por bases para 40%. A umidade do

solo foi mantida a 80% da capacidade máxima de retenção de água no solo por 30 dias no período de incubação do calcário.

A adubação básica de plantio foi baseada em trabalho desenvolvido por Bonfim-Silva *et al.* (2012), sendo utilizado, 150, 100 e 200 mg dm<sup>-3</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O e N, utilizando como fontes o super fosfato simples, cloreto de potássio e uréia, respectivamente. A aplicação de nitrogênio foi parcelada em duas vezes iguais, sendo a primeira adubação aos sete dias após o transplantio e a segunda 14 dias após a primeira.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado sendo cada parcela experimental composta por vasos com 2,5 dm<sup>3</sup> de solo. Os tratamentos foram compostos por seis disponibilidades hídricas: 20, 40, 60, 80, 100 e 120% da capacidade máxima de retenção de água no solo (capacidade de campo), sendo considerada a disponibilidade hídrica de 120% sob condições de solo alagado. Foram utilizadas quatro repetições, totalizando 24 parcelas experimentais. A umidade do solo foi mantida pelo método gravimétrico, que era verificada três vezes ao dia (nos horários de 7:00, 12:00 e 17:00 horas) com o objetivo de repor a perda de água pela evapotranspiração, mantendo dessa forma a umidade do solo em cada tratamento.

As sementes do capim-convert HD364 foram semeadas em bandeja com areia lavada e 10 dias após a emergência foram transplantadas 10 plântulas por vaso. O desbaste foi realizado 15 dias após o transplantio deixando cinco plantas por vaso. Até 30 dias do transplantio a umidade do solo foi mantida a 80% da capacidade máxima de retenção de água no solo para garantir um bom desenvolvimento das plantas na fase de estabelecimento (BONFIM-SILVA *et al.*, 2012) e dos 30 aos 39 dias foram realizados os ajustes das umidades do solo para suas respectivas disponibilidades hídricas. O corte de uniformização foi realizado após a estabilização das umidades do solo nas disponibilidades hídricas de 20; 40; 60; 80; 100 e 120% da capacidade máxima de retenção de água no solo, o que ocorreu aos 39 dias após o transplantio, com altura residual de 5 cm do solo. As parcelas experimentais ficaram sob as condições de diferentes disponibilidades hídricas dos tratamentos por 23 dias após o corte de uniformização. Aos 23 dias de crescimento das plantas após a aplicação dos tratamentos e corte de uniformização, foram realizadas as avaliações na gramínea forrageira por meio da leitura SPAD (Soil Plant Analysis Development, Minolta, Japão) para determinação indireta do teor de clorofila nas folhas diagnósticas (+1 e +2) em todas as plantas, por unidade experimental, obtendo-se assim a média de leitura de 10 folhas por vaso. No mesmo dia da leitura SPAD também foi realizado o corte da parte aérea das plantas rente ao solo para avaliar

o número de folhas, número de perfilhos, massa seca da parte aérea e raízes. Para evitar maiores perdas de raízes, o solo e raízes foram lavados em água corrente sob uma peneira de 2 mm de malha.

Para determinação da massa seca, tanto da parte aérea quanto das raízes, foram identificadas e acondicionadas, separadamente, em sacos de papel e levadas para a estufa 65°C ± 5°C por 72 horas. As pesagens foram realizadas em balança digital de precisão, para avaliação da produção de massa seca. Para as análises estatísticas utilizou-se o programa SISVAR (FERREIRA, 2008), com análises de variância e teste de regressão até 5% de probabilidade.

## Resultados e discussão

As variáveis analisadas no capim-convert HD364 apresentaram diferenças significativas para leitura SPAD, número de folhas (NF), número de perfilhos (NP), relação de massa seca de folhas por massa seca dos colmos (MSF/ MSC), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca das raízes (MSR) em relação as disponibilidades hídricas do solo. No entanto, para a altura de plantas não houve diferenças significativas (Tabela 2).

A leitura SPAD está diretamente relacionada com avaliação do estado nutricional da planta, uma vez que existe correlação positiva entre a leitura SPAD (determinação direta do teor de clorofila) e concentração de nitrogênio nas folhas de gramíneas (LIMA *et al.*, 2007).

As leituras SPADs foram decrescente em relação ao aumento da disponibilidade hídrica (Figura 1), resultado obtido pelo provável efeito de diluição, uma vez que o tratamento com 20% da disponibilidade hídrica obteve a menor massa seca da parte aérea e as maiores leituras SPADs.

O alagamento ocasiona rápida perda do conteúdo de clorofila (ASHRAF; CHISHTI, 1993), danos à membrana, peroxidação de lipídios e aumento da produção de superóxidos e peróxidos de hidrogênio no tecido foliar (YAN *et al.*, 1996).

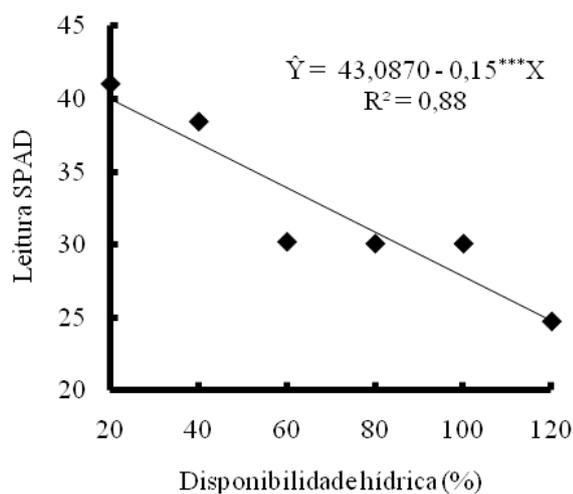
Verificou-se visualmente o amarelecimento e posterior senescência das folhas no tratamento alagado, por isso o valor da leitura SPAD decresceu drasticamente quando comparados aos outros tratamentos. Isso indica que o capim-convert HD364 é sensível ao alagamento, pois a clorose nas folhas é um indicativo da diminuição da atividade metabólica, esta diminuição pode estar associada à anoxia ou hipoxia sofrido pelo sistema radicular do capim.

A senescência prematura induzida pelo alagamento também está associada à redistribuição de nutrientes das

**Tabela 2** - Síntese da ANOVA para as variáveis: Leitura SPAD, altura de plantas (AP), número de folhas (NF), número de perfilhos (NP), relação de massa seca de folhas por massa seca dos colmos (MSF/MSC), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca das raízes (MSR)

FV	GL	Quadrado médio						
		SPAD	AP	NF	NP	MSF/MSC	MSPA	MSR
T	5	148,874***	13,9854 <sup>ns</sup>	1095,600**	169,66***	0,1663***	10,1946**	5450,6582*
Erro	18	6,485	8,9201	213,5833	16,833	0,00910	1,83716	1979,2029
C.V. (%)		7,86	8,85	20,80	16,63	9,78	15,83	62,49

<sup>ns</sup> não significativo, \*\*\*, \*\*, \* significativo a 0,1, 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.



**Figura 1** - Leitura SPAD do capim-convert HD364 em função das disponibilidades hídricas do solo. \*\*\* Significativo a 0,1% de probabilidade pelo teste F.

folhas mais velhas para as mais jovens (TROUGHT; DREW, 1980). A maior senescência de lâminas foliares em situações de alagamento foram verificadas por Mattos *et al.* (2005) que registraram as maiores taxas de senescência em *B. decumbens* e *B. brizantha* cv. Marandu.

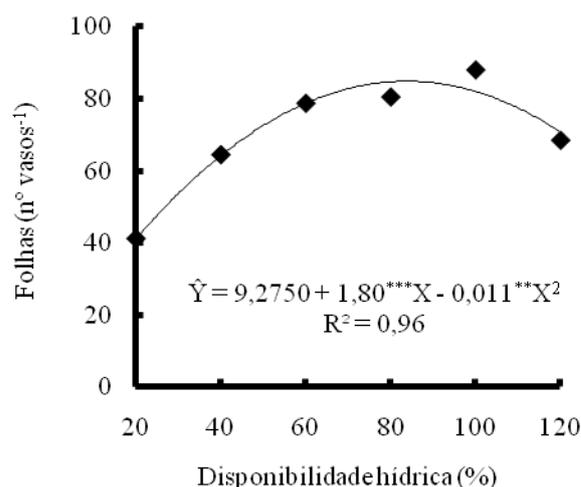
Para a altura de plantas não houve diferença significativa ( $P > 0,05$ ) em função das disponibilidades hídricas, apresentando média de altura de plantas de 33,73 cm. Esse resultado discorda dos observados por Barreto *et al.* (2001) que verificaram redução na altura de planta, quando submetida ao estresse hídrico.

O número de folhas foi superior na disponibilidade hídrica de 83,85% da capacidade máxima de retenção de água no solo, que proporcionou o número máximo de folhas de 84,85 e um incremento de 51,64%, comparando-se com a menor disponibilidade hídrica do intervalo experimental que proporcionou o menor número de folhas (Figura 2), o que demonstra que essa cultura apresenta maior restrição em se desenvolver sob condições de déficit hídrico (20% da disponibilidade hídrica) do que sob condições de alagamento.

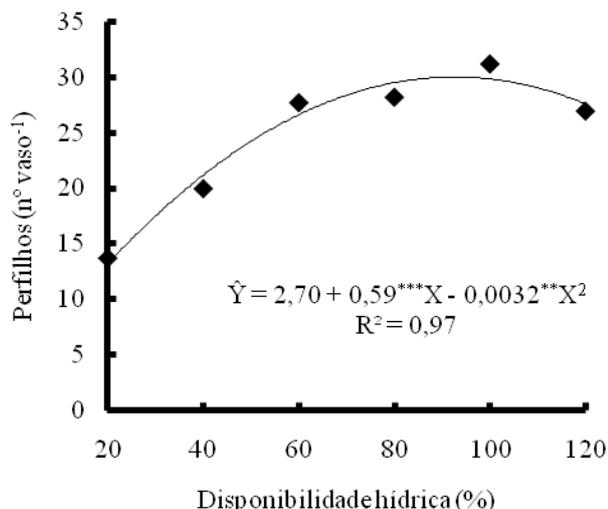
Bonfim-Silva *et al.* (2011) na avaliação de gramíneas submetidas a três níveis de disponibilidades hídricas, verificaram que o milho, o sorgo e o milheto apresentaram menor número de folhas quando submetido as disponibilidades hídricas de 30% da capacidade máxima de retenção de água no solo e em condições de alagamento. Silva *et al.* (2011) verificaram o aumento do número de folhas de cana-de-açúcar conforme a irrigação iria suprindo a demanda hídrica da planta.

Para o número de perfilhos houve ajuste ao modelo quadrático de regressão (Figura 3), sendo a disponibilidade hídrica que proporcionou o maior número de perfilhos foi de 92,49% da capacidade máxima retenção de água no solo, com incremento de 55,90% quando comparado com o tratamento de menor disponibilidade hídrica no intervalo experimental.

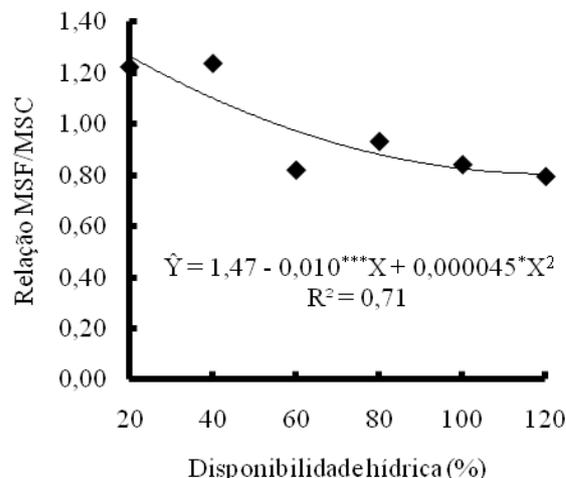
No experimento realizado por Haddade *et al.* (2002), foram observadas reduções no número de perfilhos para a espécie *B. decumbens*, nos tratamentos sob alagamento.



**Figura 2** - Número de folhas do capim-convert HD364 em função das disponibilidades hídricas do solo. \*\*\*, \*\* Significativos a 0,1 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.



**Figura 3** - Número de perfílios do capim-convert HD364 em função das disponibilidades hídricas do solo. \*\*\*, \*\* Significativos a 0,1 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.



**Figura 4** – Relação da massa seca das folhas pela massa seca dos colmos do capim-convert HD364 em função das disponibilidades hídricas do solo. \*\*\*, \* Significativos a 0,1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Costa (2004) ao estudar o comportamento do capim-angola (*Brachiaria mutica*) e do capim-canarana (*Echinochloa polystachya*) sob alagamento do solo, constatou que as duas espécies sofreram reduções no número de perfílios quando comparadas as plantas cultivadas em condições de capacidade de campo (100% da máxima capacidade de retenção de água no solo).

É importante que se faça fracionamento da produção de matéria seca, para que se determine o quanto é pertencente a fração lâmina foliar e a fração colmo, sendo a primeira a porção vegetal mais rica em proteína bruta e mais fácil digestibilidade em comparação com a última (PACCIULO, 2002). Assim, o alongamento do colmo resulta no estreitamento da relação folha/colmo, característica estrutural que compromete o consumo de forragem pelo animal (GOMIDE *et al.*, 2003).

Na relação de massa seca das folhas (MSF) por massa seca dos colmos (MSC) houve ajuste a modelo quadrático de regressão, sendo a disponibilidade hídrica de 111% que proporcionou a mínima relação MSF/MSC de 0,91 (Figura 4). Isso pode ser explicado pela menor participação da fração folha e aumento da fração colmo com o incremento das disponibilidades hídricas. O limite crítico dessa relação é considerado igual a 1,00 e esse nível crítico considera a quantidade e a qualidade da forragem produzida (PINTO *et al.*, 1994).

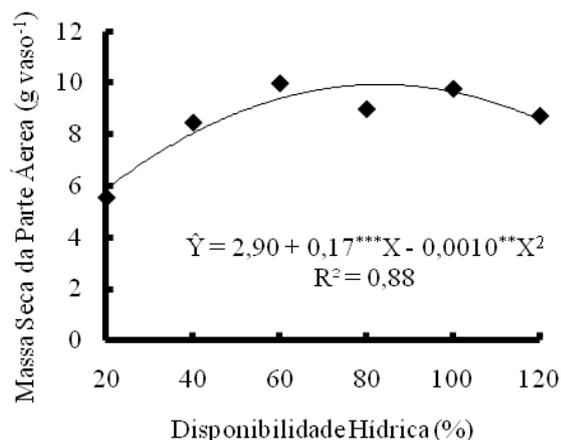
Em estudo realizado por Mattos *et al.* (2005) avaliando o crescimento de espécies do gênero *Brachiaria* sob alagamento em casa de vegetação, verificaram que a

relação folha/colmo foi comprometida pelo alagamento, denotando menor alocação de biomassa para fração de lâminas foliares verdes com o aumento da severidade do estresse.

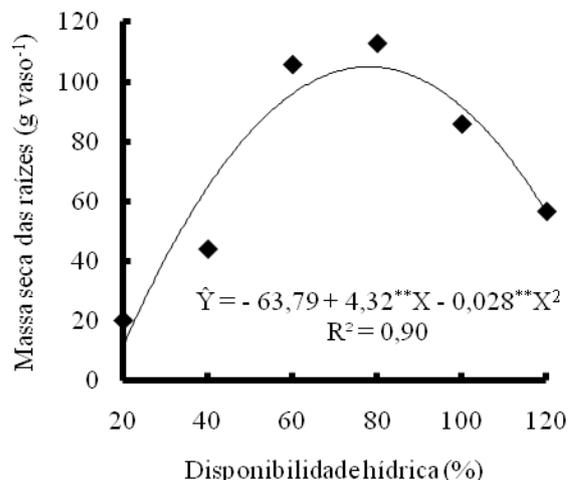
Independente da natureza do estresse (déficit hídrico ou alagamento), a produção de massa seca da parte aérea diferiu em relação ao ponto de máxima produção do capim-convert HD364, que ocorreu com a disponibilidade hídrica de 83,29% da máxima retenção de água no solo (Figura 5). As perdas de massa seca da parte aérea sob condições de déficits hídricos (20%) e alagamento (120%) em relação ao ponto de máxima produção do capim-convert HD364 (83,29%), corresponderam a valores de 69,04 e 15,93%, respectivamente. Essa é uma evidência do efeito negativo do déficit hídrico (5,87g vaso<sup>-1</sup> com 20% da máxima retenção de água) ao alagamento (8,56g vaso<sup>-1</sup>), sobre a produção de massa seca dessa gramínea forrageira.

Apesar de Argel *et al.* (2007) afirmarem que a *Brachiaria* híbrida CIAT 36087 cv. Mulato II (atual capim-convert HD364) tolera períodos prolongados de seca, as perdas em produtividade no presente estudo foram maiores com déficit hídrico comparado ao alagamento. Os mesmos autores informam que apesar de não tolerar encharcamento permanente do solo, a cv. Mulato II adapta-se melhor que a cv. Marandu e cv. Mulato nas zonas com drenagem deficiente ou imperfeita.

Costa (2004) comparou o comportamento do capim-angola (*Brachiaria mutica*) e capim-canarana



**Figura 5** - Massa seca da parte aérea do capim-convert HD364 em função das disponibilidades hídricas do solo. \*\*\*, \*\* Significativos a 0,1 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.



**Figura 6** - Massa seca das raízes do capim-convert HD364 em função das disponibilidades hídricas do solo. \*\* Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

verdadeira (*Echinochloa polystachya*), sob alagamento do solo. Embora esses capins sejam considerados tolerantes a esse estresse, constatou-se que, em ambas espécies, plantas alagadas sofreram reduções nas produções de massa seca de lâmina foliar e total e, na relação folha/colmo, quando comparadas a plantas cultivadas sob capacidade de campo. Mesmo em capins considerados tolerantes ao alagamento do solo, esse estresse pode causar diminuição no vigor e na capacidade produtiva da planta. Caetano e Dias-Filho (2008), estudando diferentes espécies de gramíneas, concluíram que a *Brachiaria brizantha* cv. Marandu foi mais sensível, ao alagamento, ao longo do tempo do que as outras gramíneas estudadas, pois teve uma redução mais significativa na produção de massa de folhas.

As disponibilidades hídricas, na qual o capim-convert HD364 foi submetido, influenciaram na produção de massa seca de raiz. O tratamento que proporcionou a máxima produção de massa seca das raízes (104,98g vaso<sup>-1</sup>) foi com 78,12% da capacidade máxima retenção de água no solo (Figura 6).

O capim-convert HD364 quando submetido ao alagamento e em 100% da máxima retenção de água no solo, apresentou mudanças morfológicas no sistema radicular com ocorrência de raízes adventícias (Figura 7), que promoveram o aumento da superfície de contato entre as raízes e o meio ambiente, podendo ter proporcionando maior absorção de oxigênio pelas plantas. Essa é uma resposta comum em plantas tolerantes ao alagamento (LIAO; LIN, 2001).

O excesso de água no solo causa redução imediata na troca de gases entre a planta e o ambiente. A anoxia ou hipoxia sofrida pelo sistema radicular em plantas

inundadas provoca queda imediata na respiração das raízes, tanto em plantas tolerantes como nas intolerantes (LIAO; LIN, 2001). As novas raízes formadas durante o período de alagamento localizaram-se próximas à superfície da água dos vasos, apresentando-se brancas, sem pelos absorventes, finas e esponjosas. De acordo com Andrade *et al.* (1999) o alagamento pode provocar a morte de muitas raízes, mesmo com o aparecimento das raízes adventícias.

Dias-Filho (2002) encontrou resultado semelhante do presente estudo, onde observou-se que a produção de raízes foi uma das características mais afetadas pelo alagamento do solo. Caetano e Dias Filho (2008) também verificaram que a produção de raízes reduziu com o alagamento do solo na cv. Marandu.

Em estudos realizados com *Brachiaria brizantha* e *Paspalum fasciculatum*, Ramos *et al.* (2010) constataram



**Figura 7** - Ocorrência de raízes adventícias na superfície do solo nos tratamentos 100% (A) e 120% (B) da capacidade máxima de retenção de água no solo.

que a biomassa de raízes das plantas alagadas foram significativamente menor quando comparada com as plantas não alagadas.

## Conclusões

As disponibilidades hídricas que proporcionam melhor desenvolvimento e produções da gramínea forrageira situaram-se no intervalo entre 78,2 a 92,49% da capacidade máxima retenção de água do solo;

O desenvolvimento e produção do capim-convert HD364 é mais prejudicado pelo estresse hídrico por déficit de água (20% da capacidade máxima retenção de água do solo) do que por condições de alagamento.

## Literatura científica citada

- ANDRADE, A. C. S. RAMOS, F. N.; SOUZA, A. F.; LOUREIRO, M. B.; BASTOS, R. Flooding effects in seedlings of *Cyathoxylum myrianthum* Cham. and *Genipa Americana* L.: responses of two neotropical lowland tree species. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 22, p. 281-285, 1999.
- ARGEL, P. J.; MILES, J. W.; GUIOT, J. D.; CUADRADO, H.; LASCANO, C. E. Cultivar Mulato II (*Brachiaria* híbrida CIAT 36087): Gramínea de alta qualidade e produção forrageira, resistente às cigarrinhas e adaptada a solos tropicais ácidos. **Boletim**. Cali: CIAT, 2007. 22p.
- ASHRAF, M.; CHISHTI, S. N. Waterlogging tolerance of some accessions of lentil (*Lens culinaris* Medic.). **Tropical Agriculture**, v. 70, n. 1, p.60-67, 1993.
- BARRETO, G. P.; LIRA, M. A.; SANTOS, M. V. F.; DUBEUX JÚNIOR, J. C. B. A. Avaliação de clones de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) e de um híbrido com o milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) submetidos a estresse hídrico. 1. Parâmetros morfológicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 1, p. 1-6, 2001.
- BONFIM-SILVA, E. M.; SILVA, T. J. A. da, CABRAL, C. E. A.; KROT, B. E.; REZENDE, D. Desenvolvimento inicial de gramíneas submetidas ao estresse hídrico. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 2, p. 180-186, 2011.
- BONFIM-SILVA, E. M.; SANTOS, C. C.; FARIAS, L. N.; VILARINHO, M. K. C.; GUIMARÃES, S. L.; SILVA, T. J. A. Características morfológicas e produtivas do capim-marandu adubado com fosfato natural reativo em solo de cerrado. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 6, n. 2, p. 166-171, 2012.
- CAETANO, L. P. S.; DIAS-FILHO, M. B. Responses of six *Brachiaria* spp. accessions to root roze flooding. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n.5, p.795-801, 2008.
- CHAVES, M. M. PEREIRA, J. S.; MAROCO, J.; RODRIGUES, M. L.; RICARDO, C. P. P.; OSÓRIO, M. L.; CARVALHO, I.; FARIA, T.; PINHEIRO, C. How plants cope with stress in the field: photosynthesis and growth. **Annals of Botany**, v. 89, p. 907-916, 2002.
- COSTA, K. A. P.; OLIVEIRA, I. P.; FAQUIN, V.; NEVES, B. P.; RODRIGUES, C.; SAMPAIO, F. M. T. Intervalo de corte na produção de massa seca e composição químico-bromatológica da *Brachiaria brizantha* cv. MG-5. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 4, p. 1197-1202, 2007.
- COSTA, M. N. X. da. **Desempenho de duas gramíneas forrageiras tropicais tolerantes ao estresse hídrico por alagamento em dois solos glei húmicos**. 89p. 2004. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.
- DIAS-FILHO, M. B. Tolerance to flooding in five *Brachiaria brizantha* accessions. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, p.439-447, 2002.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p. (Embrapa-CNPq. Documentos, 1)
- FAGUNDES, J. L.; FONSECA, D. M.; GOMIDE, J. A. G.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; VITOR, C. M. T.; MORAIS, R. V.; MISTURA, C.; REIS G. C.; MARTUSCELLO, J. A. Acúmulo de forragem em pastos de *Brachiaria decumbes* adubados com nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 4, p.397-403, 2005.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, v. 6, p. 36-41, 2008.
- GOMIDE, C. A. M.; GOMIDE, J. A.; ALEXANDRINO, E. Índices morfogênicos e de crescimento durante o estabelecimento e a rebrotação do capim-mombaça (*Panicum maximum* Jacq.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 4, p. 795-803, 2003.
- HADDADE, I. R.; OBEID, J. A.; FONSECA, D. M.; PEREIRA, O. G.; SILVA, M. A. P. e. Crescimento de espécies forrageiras tropicais submetidas a diferentes períodos de alagamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 5, p.1924-1930, 2002.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Anuário Estatístico do Brasil/SIDRA**. Rio de Janeiro, 2006.
- KRON, A. P.; SOUZA, G. M.; RIBEIRO, R. V. Water deficiency at different developmental stages of *Glycine max* can improve drought tolerance. **Bragantia**, v. 67, p. 43-49, 2008.
- LIAO, C. T.; LIN, C. H. Physiological adaptation of crop plants to flooding stress. **Proceedings of the National Science Council**, v. 25, p. 148-157, 2001.
- LIMA, E. do V.; SILVA, T. R. B. da; SORATTO, R. P.; CRUSCIOL, C. A. C. Relação da leitura do clorofilômetro com o N total na folha de painço (*Panicum miliaceum* L.) em função da adubação nitrogenada de cobertura. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 6, n. 2, p. 149-158, 2007.
- LIMA, E. S.; DEMINICIS, B. B. Produção e composição química de cultivares de capim-elefante. **PUBVET**, v. 2, n. 14, 2008.
- MATTOS, J. L. S.; GOMILDE, J. A.; HUAMAN, C. A. M. Crescimento de espécies do gênero de *Brachiaria* sob alagamento em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 3, p. 765-773, 2005.

MORAES, M. G. de; ALVES, J. D.; OLIVEIRA, L. E. M. de. Efeitos da anaerobiose induzida por alagamento em plântulas de seis espécies herbáceas. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 25, n. 4, p. 941-951, 2001.

PACCIULO, D. S. C. Características anatômicas relacionadas ao valor nutritivo de gramíneas forrageiras. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 2, p.357-364, 2002.

PINTO, J. C., GOMIDE, J. A., MAESTRI, M. Produção de matéria seca e relação folha/caule de gramíneas forrageiras tropicais cultivadas em vaso, com duas doses de nitrogênio. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 23, n. 3, p.313-326, 1994.

RAMOS, T. de J. N.; CARVALHO, C. J. R. de; SOUZA, C. M. de A.; VASCONCELOS, S. S. Alterações morfológicas e crescimento de duas espécies gramíneas sob alagamento. **Revista Ciências Agrárias**, n. 53, v. 1, p.5-11, 2010.

SILVA, R. C. da; SILVA, M. de A.; GAVA, G. J. de C.; JERÓNIMO, E. M.; KÖLLN, O. T.; CRUZ, J. C. S. Produtividade de três cultivares de cana-de-açúcar sob manejos de sequeiro e irrigado por gotejamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 15, n. 3, p. 250-255, 2011.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4.ed. Porto Alegre: E.Atmed, 2009. 819 p.

TROUGHT, M. C. T.; DREW, M. C. The development of waterlogging damage in wheat seedlings (*Triticum aestivum* L.): II - Accumulation and redistribution of nutrients by the shoot. **Plant and Soil**, v. 56, n. 2, p. 187-199, 1980.

YAN, B.; DAÍ, Q.; LIU, X.; HUANG, S.; WANG, Z. Flooding-induced membrane damage, lipid oxidation and activated oxygen generation in corn leaves. **Plant and Soil**, v. 179, n. 2, p. 261-268, 1996.