

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS  
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE GURUPI  
MESTRADO EM PRODUÇÃO VEGETAL**

**COMPETIÇÃO INICIAL ENTRE CULTIVARES DE ARROZ DE TERRAS  
ALTAS TOLERANTES À SECA E *Spermacoce verticillata* SOB CONDIÇÃO DE  
ESTRESSE HÍDRICO.**

**GURUPI-TO  
SETEMBRO/2009**

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS  
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE GURUPI  
MESTRADO EM PRODUÇÃO VEGETAL**

**COMPETIÇÃO INICIAL ENTRE CULTIVARES DE ARROZ DE TERRAS  
ALTAS TOLERANTES À SECA E *Spermacoce verticillata* SOB CONDIÇÃO DE  
ESTRESSE HÍDRICO.**

**Fernando Barnabé Cerqueira  
Eng. Agrônomo**

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Tocantins UFT, Campus Universitário de Gurupi no dia 04 de setembro de 2009, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

**GURUPI-TO  
SETEMBRO/2009**

**Trabalho realizado junto ao laboratório de Irrigação, Universidade Federal do Tocantins, Campus Universitário de Gurupi, sob orientação do Prof. Dr. Eduardo Andrea Lemus Erasmo.**

**Banca examinadora**

**Dr. Eduardo Andrea Lemus Erasmo  
Universidade Federal do Tocantins**

**Dr. Tarcísio Castro Alves de Barros Leal  
Universidade Federal do Tocantins**

**Dr. Aurélio Vaz de Melo  
Universidade Federal do Tocantins**

**Dr<sup>a</sup>. Vanessa David Domingos  
Instituto Federal do Tocantins**

**Esta dissertação foi apresentada em 04 de setembro de 2009, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.**

*Ao criador dos céus e da terra, Deus!*

*Ofereço*

*A Deus, maior de todos, que me deu a vida, e em todos os momentos esteve comigo, no qual foi, e ainda hoje é, e sempre será a maior razão do meu viver, e a minha mamãe Doralina, que tanto amo e que sempre esteve presente na minha vida, a minha querida esposa Aline, a minha linda filha Eduarda e aos meus pais, irmãos e irmã, e ao meu querido orientador Eduardo.*

DEDICO

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pela minha existência, saúde, alegria, esperança e por tudo que tenho conquistado.

A minha querida esposa Aline em especial, pois venceu este desafio junto comigo, não medido esforços para me ajudar em todos os momentos.

Aos meus pais Pedro Osmar P. da Silva e Doralina C. da Silva, Raimundo B. da Silva e Raimunda B. Noletto que sempre estiveram presentes em minha vida, me aconselhando e apoiando durante os momentos mais difíceis de minha vida.

Aos meus irmãos Bruno B., Húeder B. Noletto, Wender B. Noletto e Fernanda B. por existirem e pela força.

Ao meu orientador e amigo Eduardo Erasmo, pelo seu esforço, dedicação, valorização de seus orientados, paciência, conhecimentos adquiridos, pela oportunidade de trabalharmos juntos e pela sua amizade e que Deus te abençoe a cada dia de sua vida.

Ao professor Aurélio, pela amizade, apoio, valorização, conselhos que me estão sendo muito úteis em minha vida.

Aos professores Luciano, Tarcísio, Suzana, Jacinto, Nilmácio e Paulo Hídeo pelas suas amizades, dedicações, apoio, conhecimentos adquiridos e pelos seus conselhos.

A professora Vanessa, por ter tido a honra de ser avaliado por ela, pelos conselhos, pela dedicação e esforços feitos para participar da banca.

Aos amigos Bruno, Diego, Poliana, Jansley, Marciane pela dedicação e esforços realizado para o sucesso desta pesquisa.

A todos que participaram de forma direta e indiretamente, que Deus vos abençoe!

## ÍNDICE

	Pág.
<b>RESUMO DA DISSERTAÇÃO</b> .....	12
<b>ABSTRACT</b> .....	13
<b>INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	14
<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	16
<b>Cultura do arroz de terras altas</b> .....	16
<b><i>Spermacoce verticillata</i></b> .....	17
<b>Fisiologia do estresse hídrico em plantas</b> .....	18
<b>Competição entre plantas daninhas e a cultura do arroz</b> .....	20
<b>LITERATURA CITADA</b> .....	22
<b>CAPÍTULO I - EFEITO DA DENSIDADE DE <i>Spermacoce verticillata</i> NO CRESCIMENTO INICIAL DE CULTIVARES DE ARROZ DE TERRAS ALTAS SOB CONDIÇÃO DE ESTRESSE HÍDRICO</b> .....	27
<b>RESUMO</b> .....	29
<b>ABSTRACT</b> .....	30
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	31
<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	33
<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	37
<b>CONCLUSÕES</b> .....	58
<b>LITERATURA CITADA</b> .....	59
<b>ANEXOS</b> .....	63
<b>CAPÍTULO II - CRESCIMENTO INICIAL E COMPETIÇÃO DE CULTIVARES DE ARROZ TOLERANTE À SECA E <i>Spermacoce verticillata</i> SUBMETIDO A DUAS CONDIÇÕES HÍDRICAS</b> .....	66
<b>RESUMO</b> .....	68
<b>ABSTRACT</b> .....	69
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	70
<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	71
<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	76

<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>92</b>
<b>LITERATURA CITADA.....</b>	<b>93</b>

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO I

	Pág.
<b>Figura 1.</b> Médias de temperaturas máxima ( $Temp_{máx}$ ) e mínima ( $Temp_{mín}$ ) em ( $^{\circ}C$ ), umidade relativa do ar máxima ( $UR_{máx}$ ) e mínima ( $UR_{mín}$ ) em (%), a cada 10 dias, coletadas as 9:00 hs (a) e às 15:00 hs (b), durante o período de outubro a dezembro de 2008, em casa de vegetação, no município de Gurupi, Tocantins.....	34
<b>Figura 2.</b> Curva de retenção de água no solo .....	36
<b>Figura 3.</b> Comportamento da velocidade de crescimento do diâmetro de colmo de plantas de arroz (cultivar Jatobá e Catetão) ao longo dos 57 dias após a emergência, crescidas sem e com a convivência de diferentes densidades de <i>Spermacoce Verticillata</i> , sob condição sem estresse hídrico (S/S.H.) e com estresse hídrico (C/S.H.).....	39
<b>Figura 4.</b> Comportamento da velocidade de crescimento da altura de plantas de arroz (cultivar Jatobá e Catetão) ao longo dos 57 dias após a emergência, crescidas sem e com a convivência de diferentes densidades de <i>Spermacoce Verticillata</i> , sob condição sem estresse hídrico (S/S.H.) e com estresse hídrico (C/S.H.).....	42
<b>Figura 5.</b> Comportamento da velocidade de formação de perfilhos de plantas de arroz (cultivar Jatobá e Catetão) ao longo de 57 dias após a emergência, crescidas sem e com a convivência de diferentes densidades de <i>S. verticillata</i> , sob condição sem estresse hídrico (S/S.H.) e com estresse hídrico (C/S.H.) .....	45
<b>Figura 6.</b> Comportamento da velocidade de formação de folhas de perfilhos de plantas de arroz (cultiva Jatobá e Catetão) ao longo de 57 dias após a emergência, crescidas sem e com a convivência de diferentes densidades de <i>S. verticillata</i> , sob condição sem estresse hídrico (S/S.H.) e com estresse hídrico (C/S.H.) .....	48
<b>Figura 7.</b> Comportamento da velocidade de formação de folhas de <i>S. verticillata</i> crescida em diferentes densidades, convivendo com a cultivar Jatobá ou Catetão, sob condição sem estresse hídrico (S/S.H.) e com estresse hídrico (C/S.H.) .....	51
<b>Figura 8.</b> Comportamento da velocidade de formação de ramos de <i>S. verticillata</i> crescida em diferentes densidades, convivendo com a cultivar Jatobá ou Catetão, sob condição sem estresse hídrico (S/S.H.) e com estresse hídrico (C/S.H.) .....	53

## CAPÍTULO II

	Pág.
<b>Figura 1.</b> Médias de temperaturas máxima ( $Temp_{m\acute{a}x}$ ) e mínima ( $Temp_{m\acute{i}n}$ ) em ( $^{\circ}C$ ), umidade relativa do ar máxima ( $UR_{m\acute{a}x}$ ) e mínima ( $UR_{m\acute{i}n}$ ) em (%), a cada 10 dias, coletadas as 9:00 hs (a) e às 15:00 hs (b), durante o período de outubro a dezembro de 2008, em casa de vegetação, no município de Gurupi, Tocantins.....	72
<b>Figura 2.</b> Curva de retenção de água no solo .....	74
<b>Figura 3.</b> Comportamento do número de perfilhos (NPERF) por planta de arroz (cultivares Jatobá e Catetão) avaliados aos 57 dias após a emergência, cultivadas em convivência com diferentes densidades (0, 2, 4 e 8 plantas/vaso) de <i>S. verticillata</i> , sob estresse hídrico (S/S.H.) e com estresse hídrico (C/S.H.) .....	77
<b>Figura 4.</b> Comportamento da área foliar total (AFT) das cultivares de arroz (Jatobá e Catetão) avaliados aos 57 dias após a emergência, cultivadas em convivência com diferentes densidades (0, 2, 4 e 8 plantas/vaso) de <i>S. verticillata</i> , sob estresse hídrico (S/S.H.) e com estresse hídrico (C/S.H.) .....	78
<b>Figura 5.</b> Comportamento do acúmulo de matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca de raízes (MSR) e matéria seca total (MST) das cultivares de arroz de terras altas (Jatobá e Catetão) avaliados aos 57 dias após a emergência, cultivadas em convivência com diferentes densidades (0, 2, 4 e 8 plantas/vaso) de <i>S. verticillata</i> , sob estresse hídrico (S/S.H.) e com estresse hídrico (C/S.H.) .....	80
<b>Figura 6.</b> Comportamento da concentração de raízes (CR) e profundidade de raízes (PR) das cultivares de arroz (Jatobá e Catetão) avaliados aos 57 dias após a emergência, cultivadas em convivência com diferentes densidades (0, 2, 4 e 8 plantas/vaso) de <i>S. verticillata</i> , sob estresse hídrico (S/S.H.) e com estresse hídrico (C/S.H.).....	82
<b>Figura 7.</b> Comportamento da área foliar (AF) de <i>S. verticillata</i> , cultivada em diferentes densidades (2, 4 e 8 plantas/vaso), em convivência com as cultivares de arroz (Jatobá e Catetão), avaliadas aos 57 dias após a emergência, sob estresse hídrico (S/S.H.) e com estresse hídrico (C/S.H.).....	83
<b>Figura 8.</b> Comportamento do acúmulo de matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca das raízes (MSR) e matéria seca total (MST) da planta daninha <i>S. verticillata</i> cultivada em diferentes densidades (2, 4 e 8), convivendo com duas	

cultivares de arroz de terras altas (Jatobá e Catetão), avaliados aos 57 dias após a emergência, sob estresse hídrico (S/S.H.) e com estresse hídrico (C/S.H.). .....	85
<b>Figura 9.</b> Comportamento da concentração de raízes (CR) e profundidade de raízes (PR) de <i>S. verticillata</i> cultivada em diferentes densidades (0, 2, 4 e 8 plantas/vaso), em convivência com as cultivares de arroz (Jatobá e Catetão), avaliadas aos 57 dias após a emergência, sob estresse hídrico (S/S.H.) e com estresse hídrico (C/S.H.). .....	86

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO I

	Pág.
<b>Tabela 1.</b> Análise química e física do solo (0,0-0,20m) da área experimental, realizada 20 setembro de 2008.....	34

### CAPÍTULO II

	Pág.
<b>Tabela 1.</b> Análise química e física do solo (0,0-0,20m) da área experimental, realizada 20 setembro de 2008.....	72
<b>Tabela 2.</b> Relação de massa seca de raízes/massa seca parte aérea em gramas de cultivares de arroz Jatobá e Catetão, crescidas com diferentes densidades de <i>S. verticillata</i> em duas condições hídricas, após um período de 57 dias de crescimento. Gurupi-TO, 2009..	91

## RESUMO DA DISSERTAÇÃO

O surgimento de novas cultivares de plantas adaptadas á seca impõe uma nova dinâmica no processo competitivo que se estabelece com as plantas daninhas. Assim sendo, o presente trabalho objetivou avaliar o crescimento inicial de cultivares de arroz tidas como tolerantes à seca, quanto à sua capacidade competitiva com a planta daninha *S. verticillata*, sob condição de estresse hídrico. O experimento foi instalado em casa de vegetação na Estação Experimental da Universidade Federal do Tocantins, no Campus Universitário de Gurupi – TO, no período de 27 de outubro a 27 de Dezembro de 2008. O solo utilizado foi o Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico (EMBRAPA, 1999), obtido da camada 0,0-0,20 m. O delineamento experimental utilizado foi em blocos inteiramente casualizados com quatro repetições, em esquema fatorial 2 x 2 x 4, sendo duas cultivares de arroz (Jatobá e Catetão), duas condições hídricas (sem e com estresse hídrico) e quatro densidades (0, 2, 4 e 8 plantas/vaso) de *Spermacoce verticillata* . As unidades experimentais constaram de vasos com capacidade de 0,3m<sup>3</sup>, com quatro plantas da cultura e sob quatro diferentes densidades de plantas daninhas por parcela. As características avaliadas em ambas as espécies foram: área foliar, massa seca de folhas, massa seca de raízes, massa seca total concentração e profundidade de raízes, além do número de perfilhos, diâmetro de colmo e altura de plantas especificamente na cultura do arroz. Os resultados obtidos demonstraram que as características mais afetadas pelo estresse hídrico nos cultivares de arroz Jatobá e Catetão foram o número de perfilhos e folhas por perfilhos, sendo que a cultivar Catetão evidenciou maior resistência ao déficit hídrico competindo ou não com a *Spermacoce verticillata*. Os componentes vegetativos mais afetados pelo estresse hídrico foram a área foliar de plantas e massa seca da parte aérea. A cultivar Catetão foi mais resistente ao estresse hídrico do que a cultivar Jatobá. A cultivar Catetão foi mais competitiva do que a cultivar Jatobá, quando em convivência com *S. verticillata*.

## ABSTRACT

The rising of new cultivars adopted to dry have determined a new dynamic in the competitive process which is established on weeds. Thus, this work aimed to evaluate the initial growing of rice cultivars known as tolerant to dry regarding to its competitive capacity with the weeds *S. verticillata*, under water stress conditions. The experiment was carried out under greenhouse conditions at the Estação Experimental da Universidade Federal do Tocantins, no Campus Universitário de Gurupi – TO, from October, 27 to December, 27 2008. The soil used was yellow-red dystrophic Latossol (EMBRAPA, 1999), obtained from the layer 0.0-0.20 m. The experimental design consisted of completely randomized blocs with four replications in a 2 x 2 x 4 factorial scheme, being 2 rice cultivars (Jatobá and Catetão), two water conditions (with and without water stress) and 4 densities (0, 2, 4 and 8 plants/pot) of *Spermacoce verticillata*. The experimental unities consisted of 0,3m<sup>3</sup> pots, with 4 plants of the cultures under four different densities of weeds per block. In both species the following characteristics were evaluated: leaf area, dry mass of leaves, dry mass of roots, total concentration and roots depth, besides the number of tillers, stalk diameter, plant height and number of leaves per tiller specifically in the rice culture. Results showed that the most affected characteristics by water stress in the rice cultivars Jatobá and Catetão were the number of tillers, leaves per tillers, leaf area and dry mass of canopy. The cultivar Catetão showed to be more resistant to water stress than the cultivar Jatobá. The cultivar Catetão was more competitive than the cultivar Jatobá when in competition with *S. verticillata*.

## INTRODUÇÃO GERAL

O crescente aumento da população mundial tem elevado a demanda pela produção mundial de arroz que, por sua vez, não tem conseguido acompanhar o consumo. Segundo Santos & Rabelo (2008), nos últimos 6 anos, a produção mundial aumentou cerca de 1,09% ao ano, enquanto a população cresceu 1,32% e o consumo 1,27%, havendo uma grande preocupação em relação a estabilização da produção mundial. Esta situação impõe a necessidade de buscar novas tecnologias de produção que possibilitem maior produtividade desta cultura de forma sustentável.

No Brasil, ultimamente a nova tendência é a seleção de novas cultivares de arroz terras altas consideradas tolerantes à seca, visto a mudanças climática e irregularidade das chuvas. A Embrapa Arroz e Feijão, têm buscado alternativas através de seu programa de melhoramento, com o objetivo de conhecer e selecionar genótipos de arroz mais produtivos, com boas características agronômicas e de resistência ou tolerância a estresse bióticos e abióticos (FONSECA et al., 2007).

A grande maioria das cultivares recomendadas para o cultivo na região dos cerrados lançadas no período de 1986-1993, possuem o tipo de planta tradicional de sequeiro (porte alto, perfilhamento baixo, folhas longas e decumbentes), tendo uma maior resistência à seca do que as cultivares do tipo moderno. No entanto, desde 1996 vem sendo lançadas novas cultivares do tipo moderno (porte e perfilhamento intermediário, folhas eretas), sendo mais adaptadas para cultivo nas regiões que apresentam uma boa distribuição pluvial, ou com o auxílio de uma irrigação suplementar (PINHEIRO et al. 2000).

Quanto ao crescimento e desenvolvimento, a cultura do arroz de terras altas, é variável dependendo do tipo de planta (Tradicional ou moderna). As cultivares tradicionais, apesar de mais tolerantes a seca do que as modernas, não se beneficiam de boas condições hídricas e de fertilidade do solo, pois um crescimento ótimo implica em mau aproveitamento da luz e do nitrogênio, devido ao acamamento. Já as novas cultivares permitem adoções de práticas de manejo que conduzam a altas produtividades (PINHEIRO, 2002).

Terra (2008), avaliando as características morfológicas de tolerância à seca em uma coleção nuclear de acessos de arroz de terras altas nas condições do estado do Tocantins, classificou as cultivares Jatobá e Catetão entre os dez melhores

genótipos, devido apresentarem baixos índices de suscetibilidade à seca (ISS), o que lhe confere maior produtividade em situação de estresse hídrico.

Embora a tolerância à seca seja uma característica considerada bastante importante para o cultivo do arroz de terras altas, Balbinot Jr. (2003), relata que nos últimos anos várias pesquisas relacionadas à habilidade competitiva de cultivares com plantas daninhas vêm ganhando grande importância, pois a obtenção de genótipos competitivos tem permitido reduzir os custos de produção e os impactos ambientais. A habilidade competitiva de uma espécie está relacionada à utilização eficiente dos recursos do meio no qual a planta se encontra (RIZZARDI et al., 2001).

No Brasil, foram verificadas perdas de produção ocasionadas por plantas daninhas, variando de 57% a (AZEVEDO & COSTA, 1998) a 96% (ALCANTARA & CARVALHO, 1985). Estas reduções ocorrem devido às plantas daninhas apresentarem maior habilidade competitiva sobre as culturas, sendo importante ressaltar que o arroz de terras altas é uma planta  $C_3$  que apresenta baixo ponto de compensação luminoso e baixa eficiência de uso de água, em comparação com plantas  $C_4$ , a grande maioria das plantas daninhas (BOUHACHE & BAYER, 1993).

Apesar de ser pouco estudada, a planta daninha *S. verticillata* está presente com frequência em muitas regiões de cerrado do país, local de maior concentração de plantios de arroz de terras altas. Segundo Kissmann & Groth (1995) a *S. verticillata*, é considerada uma planta bastante rústica, cresce em solos úmidos, ácidos e alcalinos, com diferentes texturas, em regiões onde a precipitação anual varia de 750 a 3000.

Desta maneira, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a capacidade competitiva de duas cultivares de arroz de terras altas (Jatobá e Catetão) consideradas tolerantes a seca, em convivência com diferentes densidades da planta daninha *S. verticillata*, sob condição sem e com estresse hídrico.

## REVISÃO DE LITERATURA

### Cultura do arroz de terras altas

O arroz (*Oryza sativa* L), é considerado o produto de maior importância econômica em muitos países em desenvolvimento, apresenta ampla adaptabilidade às diferentes condições de solo e clima, sendo a espécie de maior potencial de aumento de produção (SANTOS & RABELO, 2008).

No entanto, ter conhecimento das fases de desenvolvimento da cultura do arroz de terras altas em relação a períodos de escassez ou falta de água para o manejo adequado da irrigação da cultura, torna-se uma ferramenta de fundamental importância para seleção de cultivares tolerantes à seca.

Geralmente, a cultura do arroz completa o ciclo entre três e seis meses, considerando o período desde a germinação até o amadurecimento (YOSHIDA, 1981), sendo dividida em três fases de desenvolvimento distintas, a vegetativa, a reprodutiva e a de maturação (VERGARA, 1970).

A fase vegetativa estende-se da germinação da semente até a iniciação do primórdio floral. Logo após, inicia-se a fase reprodutiva, que se dá desde a iniciação do primórdio floral ao florescimento. E por fim, a fase de maturação que se estende do florescimento a maturação completa (GUIMARÃES et al., 2002).

Quanto a sua duração, a fase vegetativa varia de 45 a 55 dias e é compreendida pelos estádios V0 (germinação e emergência) V1 (início do desenvolvimento da plântula), V2 (início do perfilhamento), V3 (perfilhamento pleno) e o V4 (elongação do colmo). A duração de cada estágio de desenvolvimento é variável e é dependente variedade utilizada. O estágio de V2 ocorre entre 11 e 19 dias, o V3 de 26 a 35 dias, e o V4 de 35 a 45 dias após o plantio. Ao final da fase vegetativa, inicia-se a fase reprodutiva que dura de 30 a 35 dias, sendo R1 o estágio de diferenciação floral que ocorre de 45 a 55 dias após o plantio.

O crescimento e desenvolvimento da cultura do arroz de terras altas variam com o tipo de planta (tradicional ou moderna). As cultivares tradicionais, apesar de mais tolerantes a seca do que as modernas, não se beneficiam de boas condições hídricas e de fertilidade do solo, pois um crescimento ótimo implica em mau aproveitamento da luz e do nitrogênio, devido ao acamamento. Já as novas

cultivares, permitem a adoção de práticas de manejo que conduzam a altas produtividades (PINHEIRO, 2002).

Durante todo o ciclo, a cultura do arroz de terras altas necessita de 600 a 700 mm de água (STONE & MOREIRA, 2005), exibindo variações quanto à sua exigência pelo recurso água nas diferentes fases fenológicas. Segundo Ferraz (1987), consome a máxima quantidade de água aproximadamente uma semana antes da floração. Durante todo o ciclo consome 30% na fase vegetativa, 55% na fase reprodutiva e 15% na fase de maturação.

### *Spermacoce verticillata*

O gênero *Spermacoce* L. apresenta mais de 150 espécies com distribuição pantropical, muitas ocorrendo em regiões tropicais subtropicais do continente americano. Dentre as várias espécies de plantas daninhas desse gênero, a *Spermacoce verticillata*, é considerada uma planta nativa das Américas, ocorrendo desde o sul dos Estados Unidos até a parte meridional da América do Sul. No Brasil, tem ampla distribuição, sendo a espécie de *Spermacoce* mais frequente na Região Sul (KISSMANN & GROTH, 1995).

A planta daninha *S. verticillata*, é conhecida por alguns nomes vulgares como Poaia-Botão, Vassourinha-Botão, Poaia-Rosário e Poaia-Preta. Pertence a família Rubiaceae, sendo uma planta perene, reproduzida por semente. Considerada uma planta bastante rústica (KISSMANN & GROTH, 1995), cresce em solos úmidos, ácidos e alcalinos, com diferentes texturas, em regiões onde a precipitação anual varia de 750 a 3000 mm (JONES, 1975).

Planta semi-protada ou ereta, com 30-80 cm de altura, muito ramificada e por isso de aparência cespitosa, caule cilíndrico na parte basal e muito ramificado, raízes pivotantes longa, folhas dispostas na forma verticilada, medindo de 10 a 30 cm, com a presença de inflorescências (KISSMANN & GROTH, 1995).

Quanto à sua reprodução, o florescimento ocorre no período de fevereiro a agosto, sendo as flores polinizadas por várias espécies de abelhas (INSTITUTO DE BIOCÊNCIA, 2002).

Compete com culturas cultivadas e plantações no Brasil e na África (HOLM et al., 1997). De acordo com o Ministério da Ciência e Tecnologia (2002),

esta planta daninha, é considerada uma das principais invasoras de pastos abandonados e de campos que sofreram queimadas.

### **Fisiologia do estresse hídrico em plantas**

Entre os fatores ambientais, a água é a que mais afeta a produtividade do arroz pelo sistema de sequeiro, o qual depende da precipitação natural, que ocorre de forma irregular (GOMES, 1997). A produtividade das plantas é limitada pela água, o que a torna dependente da disponibilidade deste recurso e do uso eficiente do mesmo pelas plantas, de acordo com (TAIZ & ZEIGER, 2004).

Segundo Taiz & Zeiger (2004), o déficit hídrico pode ser definido como todo conteúdo de água de um tecido que está abaixo do conteúdo de água mais alto exibido no estado de maior hidratação. Já o estresse hídrico, é em geral definido como um fator externo, que exerce uma influência desvantajosa sobre a planta.

A cultura do arroz sob condições de deficiência hídrica durante as fases vegetativa e reprodutiva promovem a redução na produção de matéria seca, teores de nutrientes da parte aérea e na extração de nutrientes até o florescimento (CRUSCIOL et al., 2003), reduz o perfilhamento, diminuindo o número de colmos (FORNASIERI FILHO & FORNASIERI, 1993).

De acordo com Gomes (1997), a deficiência hídrica afeta vários aspectos fisiológicos da planta, tais como, taxa de crescimento, transpiração, taxa fotossintética, as relações hídricas, o conteúdo de ácido abscísico, entre outros (SANTOS & CARLESSO, 1998), promove alterações no comportamento vegetal, cuja irreversibilidade vai depender do genótipo, da duração, da severidade e do estágio de desenvolvimento da planta.

Segundo Taiz & Zeiger (1991), as primeiras respostas de plantas ao déficit hídrico consistem no decréscimo da produção da área foliar, fechamento dos estômatos, aceleração da senescência e abscisão das folhas. A área foliar das plantas é reduzida sob deficiência hídrica intensa (TAIZ & ZEIGER, 2004), com isso o equilíbrio entre a produção de assimilados e a demanda para o desenvolvimento dos órgãos reprodutivos é severamente afetado pela redução na área foliar fotossinteticamente ativa (GERIK et al, 1996). Quando a planta se encontra em

situação de estresse hídrico, o fechamento dos estômatos é acionado para prevenir a perda de água por transpiração (TAIZ & ZEIGER, 2004).

De acordo com Santos & Carlesso (1998), o déficit hídrico estimula o crescimento do sistema radicular para zonas mais profundas e úmidas no perfil do solo. Segundo Braga et al (1999), este parâmetro é considerado como indicador de tolerância à seca, e pode conferir adaptação em algumas espécies. Fisiologicamente, afeta o conteúdo de ácido abscísico (ABA) (HSIAO, 1973), aumentando a concentração de ABA das plantas, e sendo em seguida translocado para parte aérea da planta, via xilema, acionando o fechamento estomático (DAVIES & ZHANG, 1991).

Segundo Jalaluddin & Price (1994), as plantas de arroz quando submetidas à deficiência hídrica, acabam exibindo diferenças na eficiência do uso da água, no mecanismo de abertura estomática e na produção de fitomassa. De acordo com Souza & Beltrão (1999), quanto à eficiência uso da água, existe diferença entre as espécies para produção da biomassa, o que demonstra diferenças de economia de água das plantas. Essas diversidades nas respostas à deficiência hídrica constituem material adequado a ser utilizado nos programas de melhoramento, sendo importante que se conheça os mecanismos que conferem respostas diferenciais (GOMES et al., 1997).

Segundo Gomes et al. (1997), trabalhando com cultivares de arroz, verificou que as plantas não estressadas, de ambas cultivares, apresentaram valores médios semelhantes da taxa de transpiração e da condutância estomática, porém diferiram quanto a taxa de assimilação de CO<sub>2</sub>. A eficiência do uso de água da cv. IAC 165 foi maior que a IAC 201. Tal diferença, possivelmente, foi devida a maior taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> da IAC 165.

O conceito do estresse hídrico está intimamente ligado ao de tolerância ao estresse, que é a aptidão da planta para enfrentar um ambiente desfavorável. Segundo Assad (2002), é necessário entender como são ativados e como ocorrem essas respostas adaptativas, que é o ponto principal para o desenvolvimento de novas cultivares comerciais que sejam tolerantes à seca. A tolerância a seca é uma característica de plantas capazes de resistirem melhor à seca, e exibir maior capacidade de obtenção da água, ou da mesma apresentar maior eficiência no uso da água disponível (TAIZ & ZEIGER, 2004).

## **Competição entre plantas daninhas e a cultura do arroz**

No arroz de terras altas, vários autores propuseram períodos críticos de interferência situados entre 20 e 50 dias após a emergência da cultura (SILVA & DURINGAN, 2006). Decréscimo no número de indivíduos da comunidade infestante ocorreu no período de 30 a 50 DAE, em face da competição intra e interespecífica, destacando-se também o sombreamento imposto pelas plantas cultivadas (SILVA & DURINGAN, 2006).

O grau de interferência na competição interespecífica depende de fatores relacionados à comunidade infestante (composição específica, densidade e distribuição), e à própria cultura (gênero, espécie ou cultivar, espaçamento entre sulcos e densidade de plantio) (ZANINE & SANTOS, 2004).

Em uma pesquisa realizada por Bozsa & Oliver (1990), trabalhando com soja, observaram que a interferência ocasionada pela planta *Xanthium*, considerando apenas a competição abaixo da superfície do solo e a competição total (abaixo e acima da superfície do solo), promoveu decréscimos intensos e quase semelhantes, reduzindo a massa seca das folhas, caule e raízes.

Segundo Agostinetto et al. (2008), o grau de competição depende de fatores relacionados à comunidade infestante (espécie, população, distribuição e época de emergência) e à própria cultura (espécie ou cultivar, espaçamento entre linhas e população).

O aumento da capacidade competitiva de plantas é atribuído à emergência precoce, elevado vigor de plântulas, rapidez de expansão foliar, formação de dossel denso, elevada altura de planta, ciclo de desenvolvimento longo e rápido crescimento do sistema radicular (ZANINE & SANTOS, 2004). Característica como crescimento rápido da planta, conferir-lhe-á mais tarde elevado potencial de sombrear as plantas daninhas e, conseqüentemente, garantirá manutenção do potencial de rendimento, mesmo sob presença de plantas daninhas (BALBINOT et al., 2003).

O desenvolvimento inicial das plantas de arroz sob condições adequadas, entre outros fatores, pode incrementar a capacidade competitiva da cultura com as plantas daninhas (CONCENÇO et al., 2007). Apesar dos consideráveis avanços do melhoramento, alguns pontos fracos do novo tipo de planta são detectados; o arranjo foliar, com folhas mais curtas, estreitas e eretas, levando a uma baixa

cobertura inicial do terreno e conseqüentemente, uma menor competitividade com plantas daninhas (PINHEIRO, 2003). De acordo com Balbinot et al. (2003), a adoção de genótipos com alta competitividade constitui-se em prática cultural de reduzido custo e impacto ambiental.

## LITERATURA CITADA

AGOSTINETTO, D.; GALON, L.; MORAES, P.V.D.; RIGOLI, R.P.; TIRONI, S.P.; PANOZZO, L.E. Competitividade relativa entre cultivares de arroz irrigado e biótopo de capim-arroz (*Echinochloa* spp.). **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 26, n. 4, p. 757-766, 2008

ALCANTARA, E. N.; CARVALHO, D. A. Período de competição de plantas daninhas com arroz de sequeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 5, p. 599-609, 1985.

ASSAD, E. D.; PINTO, H. S.; ZULLO JUNIOR, J.; BRUNINI, O. Mudanças climáticas: o aquecimento global e a agricultura. Reportagens - Com Ciência, 2002.

AZEVEDO, D. M. P.; COSTA, N. L.; Efeito do período de matocompetição sobre a produção do arroz de sequeiro em Porto Vermelho-RO. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS DE PLANTAS DANINHAS, 1988. Piracicaba: **Resumos**. Piracicaba, SBCPD, 1988, P. 51.

BALBINOT JR., A. A.; FLECK, N. G.; BARBOSA NETO, J. F.; RIZZARDI, M. A. Características de plantas de arroz e a habilidade competitiva com plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v.21, n.2, p.165-174, 2003.

BOZSA, R.C., OLIVER, L. R. Competitive mechanisms of common cocklebur (*Xanthium strumarium*) and soybean (*Glycine max*) during seedling growth. **Weed Science**, Champaign, v. 38, n.4-5, p.344-350, 1990.

BOUHACHE, M. and D. E. BAYER. 1993. Photosynthetic response of flooded rice (*Oryza sativa*) and 3 *Echinochloa* species to changes in environmental-factors. *Weed Sci* 41:611–614.

BRAGA, M. B.; RAMOS, M. M.; GOMIDE, R. L. Influência de quatro frequências de irrigação na distribuição radicular, em três estádios de desenvolvimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L. cv. *Carioca*). **Irriga**, v. 04, n. 03, p. 175-182, 1999.

CONCENÇO, G.; FERREIRA, E. A.; SILVA, A. A. FERREIRA, F. A.; VIANA, R. G.; D' ANTONINO, L.; VARGAS, L. e FIALHO, C. M. T. Uso da água em biótopos de Azevém (*Lolium multiflorum*) em condição de competição. **Planta daninha**, Viçosa-MG, v.25, n.3, p. 449-455, 2007.

CRUSCIOL, C. A. C.; ARF, O.; SORATTO, R. P.; RODRIGUES, R. A. F.; MACHADO, J. R. Manejo de irrigação por aspersão com base no “kc” e adubação mineral na cultura de arroz de terras altas. *Bragantia*, Campinas, v. 62, n. 3, p.465-475, 2003.

DAVIES, W.J. & ZHANG, J. Root signals and the regulation of growth and development of plants in drying soil. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, 42:55-76, 1991.

FERRAZ, E. C. Ecofisiologia do arroz In: CASTRO, R. C.; FERREIRA, S. O. **Ecofisiologia da produção agrícola**. Piracicaba: Associação Brasileira para pesquisa da Potassa e do Fosfato. 1987, p. 185-202.

FONSECA, J. R.; CASTRO, E. M.; MORAIS, O. P.; SOARES, A. A.; PEREIRA, J. A.; LOBO, V. L. da S.; RESENDE, J. M. Descrição morfológica, agrônômica, fenológica e culinária de alguns tipos especiais de arroz (*Oryza sativa* L.). Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2007. 28p. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 162).

FORNASIERI FILHO, D.; FORNASIERI, J.L. **Manual da cultura do arroz**. Jaboticabal: Funep, 1993. 221p.

GERIK, T. J.; FAVER, K. L.; THAXTON, P. M. Late season water stress in cotton: I. Plant growth, water uses and yield. **Crop Science**, Madison, v. 36, p. 914-921, 1996.

GOMES, M. M. A. Trocas gasosas e quantificação do ácido abscísico em duas cultivares de arroz de sequeiro submetidas à deficiência hídrica. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, 9(3):177-183, 1997.

GUIMARÃES, C. M.; FAGERIA, N. K.; BARBOSA FILHO, M. P. Como a planta de arroz se desenvolve. **Potafós**, Arquivo do Agrônomo, v. 13, 2002

HOLM, L. J.; DOLL, E.; HOLM, J. PANCHO, and J. HERBERGER. 1997. World weeds. JOHN WILEY & SONS, Inc. New York. 1,129 p.

HSIAO, T. C. Plant responses to water stress. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v. 24, p.519-570, 1973.

INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS. 2002. *Borreria verticillata*. Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brazil. <http://ib.usp.br/beeplant/bove.htm>. 1 p.

JALALUDDIN, M. & PRICE, M. Photosynthesis and stomatal conductance as affected by drought stress. International Rice Research Notes (IRRI), 19(3):52-53, 1994.

JONES, F.B. 1975. Flora of the Texas Costal Bend. Mission Press, Corpus Christi, TX. 262 p.

KISSMANN, K. G.; GROTH D. *Plantas Infestantes e Nocivas: Plantas superiores – Dicotiledôneas*. Tomo III. São Paulo: Basf. 1995, 683 p.

MINISTÉRIO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 2002. Recuperação de áreas de pastagens abandonadas e degradadas através de sistemas agroflorestais na Amazônia Ocidental. <http://www.qprocura.com.br/dp/15637/Recuperacao-de-areas-de-pastagens-abandonadas-e-degradadas-atraves-de-sistemas-agroflorestais-na-Amazonia-Ocidental.html>, acesso, em: 20/08/2009.

PINHEIRO, B. da S. Arroz de terras altas: um salto de qualidade no Centro-Oeste do Brasil. **Arroz Brasileiro**, 2002. disponível em: <http://www.arroz.agr.br/site/artigos/020917.php> acessado em : 20.08.2009.

PINHEIRO, B. S. Integrating selection for drought into a breeding program: the Brazilian experience. In: Fisher, K. S.; Lafitte, R.; Fukai, S.; Atlin, G.; Hardy B. (Ed.). **Breeding Rice for drought prone environments**. Los Baños: IRRI, 2003. p.75-83.

PINHEIRO, B. da S.; STONE, L. F.; SILVA, S. C. da. **Minimização do risco por deficiência hídrica em arroz de sequeiro na região dos cerrados**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2000. 39 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular Técnica, 36).

RIZZARDI, M. A.; FLECK, N. G.; VIDAL, R. A.; JUNIOR, A. M.; AGOSTINETTO, D. Competição por recursos do solo entre ervas daninhas e cultura. **Ciência Rural**, v.31, n.4, p.707-713, 2001.

SANTOS, A. B. dos; RABELO, R. R. Informações Técnicas para a Cultura do Arroz Irrigado no Estado do Tocantins, **Embrapa Arroz e Feijão**, Documentos 218, Santo Antonio de Goiás, 2008, 136 p.

SANTOS, R. F.; CARLESSO, R. Déficit hídrico e os processos morfológico e fisiológico das plantas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 2, n. 3, p. 287-294, 1998.

SILVA, M. R. M.; DURIGAN, J. C. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura do arroz de terras altas. I - Cultivar IAC 202. **Planta Daninha**, v. 24, n. 4, p. 685-694, 2006.

SOUZA, J. G. de; BELTRÃO, N. E. de M. Fisiologia. In: BELTRÃO, N. E. de M. (org.). O agronegócio do algodão no Brasil. Brasília: Embrapa-Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. v.1, cap.IV, p.89-116.

STONE, L. F.; MOREIRA, J. A. A. Irrigação do arroz de terras altas em função da porcentagem de cobertura do solo pela palhada, no sistema plantio direto, Circular Técnica 69, **Embrapa – Cnpaf**, Goiânia, 2005, 4 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**, Tradução de: Elaine R. Santarém, [et al.], 3ª ed., Porto Alegre, Artimed, 2004, 719 pág.

TAIZ, L. ZEIGER, E. **Plant Physiology**. California: The Benjamin/ Cummings Publishing Company, Inc., Redwood City, 1991.

TERRA, T.G.R. Avaliação de características morfofisiológica de tolerância à seca em uma coleção nuclear de acessos de arroz de terras altas (*Oryza sativa* L.). **Dissertação** (Mestrado em Produção Vegetal), UFT – Gurupi. Tocantins, 2008. 82p.

VERGARA, B. S. Plant growth and development. In: UNIVERSITY OF THE PHILIPPINES. **Rice production manual**. Laguna, 1970. P.17-37.

YOSHIDA, S. Fundamentals of rice crop science. Los Baños: IRRI, 1981. 269p.

ZANINE, A. M.; SANTOS, E. D. Competição entre espécies de plantas - uma revisão. **R. Fac. Zootec. Vet. Agron.**, v. 11, n. 1, p. 103-122, 2004.

## **CAPÍTULO I**

**EFEITO DA DENSIDADE DE *Spermacoce verticillata* NO CRESCIMENTO  
INICIAL DE CULTIVARES DE ARROZ DE TERRAS ALTAS SOB  
CONDIÇÃO DE ESTRESSE HÍDRICO.**

## RESUMO

### **EFEITO DA DENSIDADE DE *Spermacoce verticillata* NO CRESCIMENTO INICIAL DE CULTIVARES DE ARROZ DE TERRAS ALTAS SOB CONDIÇÃO DE ESTRESSE HÍDRICO.**

O surgimento de novas cultivares de plantas adaptadas á seca impõe uma nova dinâmica no processo competitivo que se estabelece com as plantas daninhas. Assim sendo, o presente trabalho objetivou avaliar o crescimento inicial de cultivares de arroz tidas como tolerantes à seca, quanto à sua capacidade competitiva, cultivada com diferentes densidades da planta daninha *S. verticillata*, sob condição de estresse hídrico. O experimento foi instalado em casa de vegetação na Estação Experimental da Universidade Federal do Tocantins, no Campus Universitário de Gurupi – TO, no período de 27 de outubro a 27 de Dezembro de 2008. O solo utilizado foi o Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico (EMBRAPA, 1999), obtido da camada 0,0-0,20 m. O delineamento experimental utilizado foi em blocos inteiramente casualizados com quatro repetições, em esquema fatorial 2 x 2 x 4, sendo duas cultivares de arroz (Jatobá e Catetão), duas condições hídricas (sem e com estresse hídrico) e quatro densidades (0, 2, 4 e 8 plantas/vaso) de *Spermacoce verticillata*. As unidades experimentais constaram de vasos com capacidade de 0,3m<sup>3</sup>, com quatro plantas da cultura e sob quatro diferentes densidades de plantas daninhas por parcela. As características avaliadas foram: diâmetro de colmo, altura de plantas, número de perfilhos, número de folhas por perfilhos, número de folhas e ramos da planta daninha. Os resultados obtidos demonstraram que as características mais afetadas pelo estresse hídrico nos cultivares de arroz Jatobá e Catetão foram o número de perfilhos e folhas por perfilhos, sendo que a cultivar Catetão evidenciou maior resistência ao déficit hídrico competindo ou não com a *Spermacoce verticillata*. O Catetão foi mais competitivo do que o Jatobá na convivência com a planta daninha, principalmente em situação de estresse hídrico. A cultivar de arroz Jatobá evidenciou maior capacidade competitiva na mais baixa densidade de *Spermacoce verticillata* e sem estresse hídrico. O aumento da densidade de *Spermacoce verticillata* proporcionou maiores decréscimos na velocidade de crescimento e formação nas características avaliadas, independentemente do cultivar de arroz utilizado e da condição hídrica imposta.

## ABSTRACT

### **EFFECT OF *Spermacoce verticillata* DENSITY ON THE INITIAL GROWING OF UPLAND RICE CULTIVARS UNDER WATER STRESS**

The rising of new cultivars adopted to dry have determined a new dynamic in the competitive process which is established on weeds. Thus, this work aimed to evaluate the initial growing of rice cultivars known as tolerant to dry regarding to its competitive capacity with the weeds *S. verticillata*, under water stress conditions. The experiment was carried out under greenhouse conditions at the Estação Experimental da Universidade Federal do Tocantins, no Campus Universitário de Gurupi – TO, from October, 27 to December, 27 2008. The soil used was yellow-red dystrophic Latossol (EMBRAPA, 1999), obtained from the layer 0,0-0,20 m. The experimental design consisted of completely randomized blocs with four replications in a 2 x 2 x 4 factorial scheme, being 2 rice cultivars (Jatobá and Catetão), two water conditions (with and without water stress) and 4 densities (0, 2, 4 and 8 plants/pot) of *Spermacoce verticillata*. The experimental unities consisted of 0,3m<sup>3</sup> pots, with 4 plants of the cultures under four different densities of weeds per block. The following characteristics were evaluated: stalk diameter, plant height, number of tillers, number of leaves per tiller, number of leaves and stems of the weed. Results showed that the most affected characteristics by water stress in the rice cultivars Jatobá and Catetão were the number of tillers and leaves per tillers, where the cultivar Catetão showed to be more resistant to water stress independent of competition with *Spermacoce verticillata*. The cultivar Catetão was more competitive than Jatobá in the presence of weeds, mainly under water stress condition. The rice cultivar Jatobá presented the highest competitive capacity at the lowest density of *Spermacoce verticillata* and without water stress. The increasing in *Spermacoce verticillata* density resulted in the highest decrease on the growing speed and formation of the evaluated characteristics, independent of the rice cultivar used and imposed water condition.

## INTRODUÇÃO

A elevação da temperatura da terra tem provocado mudanças nos padrões climáticos com efeitos de redução pluviométrica em regiões anteriormente tidas como normais para a produção agrícola. Diante desta realidade, muitas pesquisas tem se focado na produção de cultivares adaptados a estas novas condições de redução hídrica.

Entre as culturas em processo de melhoramento para situações de estresse hídrico destaca-se o arroz (*Oryza sativa* L), considerado o produto de maior importância econômica em muitos países em desenvolvimento, o qual apresenta ampla adaptabilidade às diferentes condições de solo e clima, sendo a espécie de maior potencial de aumento de produção (SANTOS & RABELO, 2008).

No Brasil, especificamente, a expansão do cultivo de arroz tem-se dado em áreas de cerrado onde existem diversos cultivares adaptados denominados de arroz de terras altas.

Durante todo o ciclo, a cultura do arroz de terras altas necessita de 600 a 700 mm de água (STONE & MOREIRA, 2005), exibindo variações quanto à sua exigência pelo recurso água nas diferentes fases fenológicas. Segundo Ferraz (1987), o arroz consome a máxima quantidade de água aproximadamente uma semana antes da floração. Durante todo o ciclo este consumo está distribuído em 30% na fase vegetativa, 55% na fase reprodutiva e 15% na fase de maturação.

A deficiência hídrica provoca alterações no comportamento vegetal cuja irreversibilidade vai depender do genótipo, da duração, da severidade e do estágio de desenvolvimento da planta (SANTOS & CARLESSO, 1998). Uma situação de déficit hídrico afeta praticamente todos os processos que se desenvolvem no interior da planta. De acordo com Vidal et al. (2005) as respostas podem ser complexas, em nível morfológico, fisiológico e molecular, que irão depender do genótipo da planta, da duração e da severidade do estresse, do estágio de desenvolvimento da planta e da natureza do estresse. De acordo com Taiz & Zeiger (2004), em determinadas plantas, o estresse hídrico limita não apenas o tamanho, mas o número de folhas, pois ele diminui o número e a taxa de crescimento dos ramos.

Nas áreas de produção agrícola além da espécie vegetal em exploração, existem outras de presença espontânea, denominadas de plantas daninhas, que

convivendo com a cultura concorre pelos mesmos fatores de crescimento, podendo reduzir a produção e a qualidade da colheita.

Diante do novo ambiente de produção descrito anteriormente, de déficit hídrico e novos cultivares adaptados a este, certamente ocorrerá também uma mudança nas relações competitivas entre plantas daninhas e culturas, importante de ser estudada de forma a obter subsídios para o estabelecimento de sistemas de manejo mais eficientes.

O grau de competição depende de fatores relacionados à comunidade infestante (espécie, população, distribuição e época de emergência) e à própria cultura (espécie ou cultivar, espaçamento entre linhas e população) (AGOSTINETTO et al., 2008).

Silva (2006), avaliando vários autores, cita que o período em que a cultura do arroz de terras altas deve ser mantida livre da presença de plantas daninhas (período crítico de interferência) situa-se entre 20 e 50 dias após a emergência da cultura.

No cerrado, uma das principais áreas de produção de arroz de terras altas é muito freqüente a planta daninha *Spermacoce verticillata* pertencente a família Rubiaceae, planta perene, reproduzida por semente. Considerada uma planta bastante rústica (KISSMANN & GROTH, 1995), cresce em solos úmidos, ácidos e alcalinos, com diferentes texturas, em regiões onde a precipitação anual varia de 750 a 3000 mm (JONES, 1975).

Esta planta daninha é considerada uma das principais invasoras de pastos abandonados e de campos que sofreram queimadas (MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 2002).

Uma vez que, em média, 90% da matéria orgânica acumulada ao longo do crescimento da planta resultam da atividade fotossintética e o restante, da absorção mineral do solo (BENINCASA, 2003), o acúmulo de matéria seca e o incremento da área foliar, quantificados em função do tempo, são utilizados na estimativa de vários índices fisiológicos relacionados às diferenças de desempenho entre cultivares ou diferentes materiais da mesma espécie e das comunidades vegetais, nos diversos estudos ecofisiológicos.

A influência dos fatores do meio, a exemplo do estresse hídrico, sobre as plantas estará expresso na variação de quantidade de material acumulado por estas durante a estação de crescimento como resposta à dinâmica da produção fotossintética.

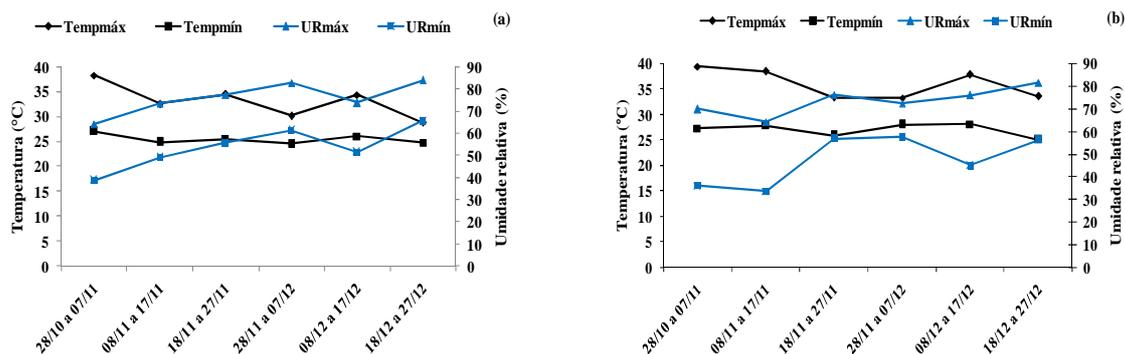
Assim sendo, os estudos relativos ao crescimento e desenvolvimento das plantas permitem a obtenção de importantes informações sobre as fases fenológicas e padrões de crescimento fornecendo subsídios para análise do seu comportamento frente a fatores ecológicos (LUCCHESI, 1984), e de sua ação sobre o ambiente, especialmente de sua interferência sobre outras plantas.

Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento de cultivares de arroz de terras altas tolerantes à seca em convivência com diferentes densidades da planta daninha *S. verticillata*, sob condição de estresse hídrico.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO**

O experimento foi conduzido no período de 27 de outubro de 2008 a 27 de dezembro de 2008, em casa de vegetação, na Estação Experimental da Universidade Federal do Tocantins, no Campus Universitário de Gurupi – TO, localizada na região sul do estado do Tocantins, em altitude de 280 metros na localização de 11°43'45" de latitude e 49°04'07" de longitude. Segundo Köppen (1948), a classificação climática da região é do tipo B1WA'a', úmido com moderada deficiência hídrica, temperatura média anual de 29,5 °C, precipitação anual média de 1804 mm e duas estações bem definidas (verão chuvoso e inverno seco). Os dados climatológicos de temperaturas (máxima e mínima) e umidade relativa do ar (máxima e mínima), ocorridos durante a condução do experimento, foram coletados através de termohidrógrafo instalado no interior da estufa (Figura 1).



**Figura 1.** Médias de temperaturas máxima (Temp<sub>máx</sub>) e mínima (Temp<sub>mín</sub>) em (°C), umidade relativa do ar máxima (UR<sub>máx</sub>) e mínima (UR<sub>mín</sub>) em (%), a cada 10 dias, coletadas no intervalo às 9:00 hs (Figura 1(a)) e às 15:00 hs (Figura 1(b)), durante o período de outubro a dezembro de 2008, em casa de vegetação, no município de Gurupi, Tocantins.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos inteiramente casualizados, em esquema fatorial 2 x 2 x 4, com quatro repetições, duas cultivares de arroz (Jatobá e Catetão) sob duas condições hídricas e quatro densidades de *Spermacoce verticillata*. A escolha dos cultivares de arroz se deu tomando como base trabalho de Dissertação desenvolvido no campus de Gurupi da UFT em parceria com a EMBRAPA Arroz/Feijão, onde os mesmos foram enquadrados entre os dez mais tolerantes a seca.

As unidades experimentais foram constituídas por canos de pvc de 1m de comprimento, 300 mm de diâmetro e capacidade de 0,3 m<sup>3</sup>. Cada parcela experimental foi constituída por quatro plantas da cultura combinando com duas condições hídricas (sem e com estresse hídrico) da irrigação real necessária e 4 densidades, 0, 2, 4 e 8 de *Spermacoce verticillata*.

O solo utilizado foi retirado da camada 0,0-0,20 cm, classificado como Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico (EMBRAPA, 1999). Antes da instalação do experimento, foram coletadas amostras de solo da área para a realização da análise química, cujos resultados são apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Análise química e física do solo (0,0-0,20m) da área experimental, realizada 20 setembro de 2008.

Análise de solo												
cmol Dm <sup>-3</sup>					mg dm <sup>-3</sup> (ppm)		(%)	(CaCl <sub>2</sub> ) (H <sub>2</sub> O)	Textura (%)			
Ca	Mg	Al	H+Al	K	K	P(mel)	Mat.Org.	pH		Areia	Silte	Argila
1,65	0,47	0,08	3,23	0,06	21,5	0,6	3	5,2	5,6	66,9	3,8	29,3

A adubação foi realizada considerando-se as recomendações técnicas da Embrapa para a cultura de arroz de terras altas (EMBRAPA, 2003). Cada unidade experimental recebeu 12g de  $P_2O_5$ , 2,27g de KCL e 3,83g de sulfato de amônia. Sendo que para K e N, fez-se necessário o parcelamento da adubação de cobertura, realizada aos trinta dias após a emergência (DAE). No dia 27/10/08 todas as unidades experimentais foram elevadas a sua capacidade de campo e em seguida realizado plantio das cultivares de arroz e da planta daninha *S. verticillata*.

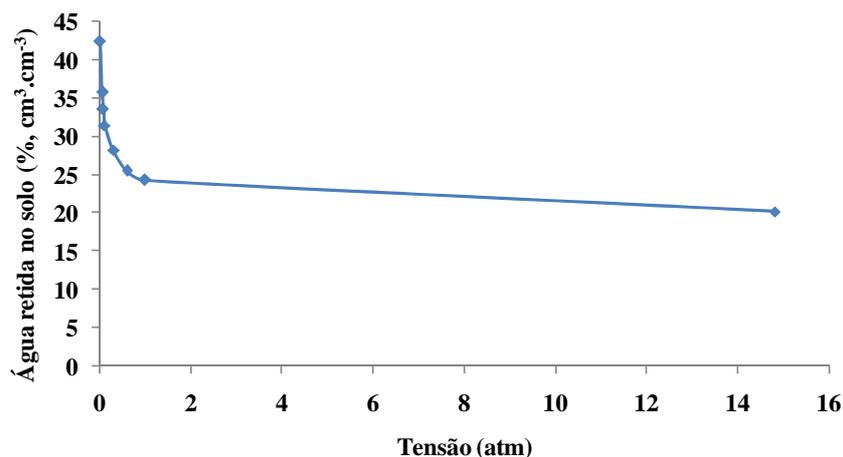
## MANEJO DA IRRIGAÇÃO

Inicialmente, foram coletadas amostras indeformadas de solo que foram enviadas para o laboratório de física do solo da Embrapa arroz e feijão, para obtenção da curva característica da água do solo. Antes do plantio, para realizar o manejo da irrigação, foram instaladas 2 baterias de tensiômetros em cada tratamento, totalizando 32 baterias, sendo que cada bateria era composta por um tensiômetro instalado a 15 cm de profundidade, chamado de tensiômetro de decisão, e outro a 30 cm para o monitoramento da água dentro da coluna de solo.

O manejo da irrigação foi dividido em duas etapas, a primeira foi iniciada no período de 27 outubro a 6 de novembro de 2008. Na primeira irrigação todos os tratamentos tiveram o teor de água no solo elevado à capacidade de campo. A reposição da água foi realizada diariamente, com base na evapotranspiração de referência ( $ET_o$ ,  $mm\ dia^{-1}$ ) e no coeficiente da cultura ( $k_c$ ), conforme proposto por Silva & Assad (2001), estimando-se a evapotranspiração máxima da cultura ( $ET_m$ ,  $mm\ dia^{-1}$ ) pela equação:  $ET_m = k_c \times ET_o$ . A partir dos valores de  $ET_m$  foram repostas as lâminas de água para cada unidade experimental.

A evapotranspiração de referência ( $ET_o$ ) foi determinada pela equação de Penman-Monteith (FAO), através de dados obtidos da estação meteorológica da UFT, à aproximadamente 500 metros de distância do experimento.

A segunda etapa iniciou-se no dia 07 de novembro de 2008 até 07 de janeiro de 2009, onde a partir da curva de retenção da água no solo (Figura 2) se determinou a quantidade de água necessária para irrigação das cultivares de arroz (Jatobá e Catetão), sendo que os tratamentos sob estresse hídrico foi estabelecido levando em consideração a metade da água real necessária para cultura.



**Figura 2.** Curva de retenção de água no solo

A umidade do solo foi monitorada diariamente pelos tensiômetros de decisão, sendo mantida em condições adequadas, com potencial matricial maior que  $-0,025$  MPa (STONE et al., 1986).

## CARACTERÍSTICAS AVALIADAS

Em intervalos de 10 dias a partir do 17º dia de emergência, foram realizadas avaliações (não-destrutiva) em todas as unidades experimentais, sendo quatro plantas de arroz e nas parcelas correspondentes duas plantas de *S. verticillata*. As características avaliadas foram: diâmetro de colmo, altura de plantas, número de perfilhos, número de folhas de perfilhos, número de folhas da planta daninha e número de ramos da planta daninha.

A medição do diâmetro de colmo foi realizada com o auxílio de um paquímetro digital, tomando como base o colmo do caule principal. A medição da altura das plantas foi realizada com o auxílio de uma régua graduada, sendo avaliada a distância entre o solo e a extremidade da folha mais longa, com o limbo foliar distendido.

## ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS

Com os resultados obtidos nas avaliações das características dos dois cultivares de arroz, nas duas condições hídricas e nas diferentes densidades de

competições com a planta daninha foram realizadas as análises de regressões, em função do tempo (57 dias após a emergência). Adicionalmente, foram realizadas análises de regressões, em cada repetição, gerando assim, quatro constantes e quatro betas das equações e realizadas com estes valores as análises de variâncias e posteriormente comparadas as médias pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade. No entanto, as comparações realizadas no resultados e discussões em função da diferença percentual entre os betas foram em relação a equação gerada com a análise de regressão com as quatro repetições juntas, tendo portanto, valores médios diferentes daqueles obtidos no teste de média.

Utilizou-se o coeficiente de regressão (beta) para quantificar o efeito das condições hídricas e das densidades planta daninha *Spermacoce verticillata* no crescimento de dois cultivares de arroz, ao longo do tempo de crescimento, bem como sobre a própria planta daninha. Ou seja, pode-se medir o aumento ou redução (inclinação da curva) por cada unidade de tempo (taxa de mudança), nas variáveis analisadas.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **Diâmetro de Colmo**

Os valores referentes ao diâmetro de colmo das cultivares de arroz (Jatobá e Catetão) cultivadas sem e com a convivência de *Spermacoce verticillata*, sob duas condições hídricas (sem e com estresse hídrico) ao longo dos 57 dias após a emergência (DAE), ajustaram-se a regressões lineares positivas ( $R^2 = 97,64$  e  $99,70$  respectivamente), (Figura 3).

As magnitudes dos coeficientes de regressão evidenciam que o estresse hídrico promoveu redução na velocidade de crescimento do diâmetro de colmo da planta de arroz independentemente da cultivar utilizada e, sempre em maior grau na presença da planta daninha, principalmente a partir dos 37 DAE, (Figura 3(a) e 3(e)). Este fato pode ser constatado pela diferença ( $p \leq 0,05$ ) entre os coeficientes de regressões das curvas sem e com estresse hídrico (ANEXO-A).

A redução na velocidade de crescimento do diâmetro de colmo da cultivar Jatobá imposta pelo estresse hídrico (19,55%) foi menor do que da cultivar

Catetão (21,05%), quando ambas cresciam sem a presença da planta daninha (Figura 3(a) e 3(e)). No entanto, a redução dos valores finais de diâmetro de colmo aos 57 DAE foi superior na cultivar Jatobá (17,74%) do que na cultivar Catetão (15,43%) (Figura 3(a) e 3(e)).

Os diâmetros de colmo, avaliados aos 57 DAE nos tratamentos sem a convivência da planta daninha, foram de 6,10 e 7,18 mm na cultivar Jatobá, nas condições com e sem estresse hídrico, respectivamente. Enquanto estes valores na cultivar Catetão corresponderam a 5,83 e 6,73 mm (Figura 3(a) e 3(e)).

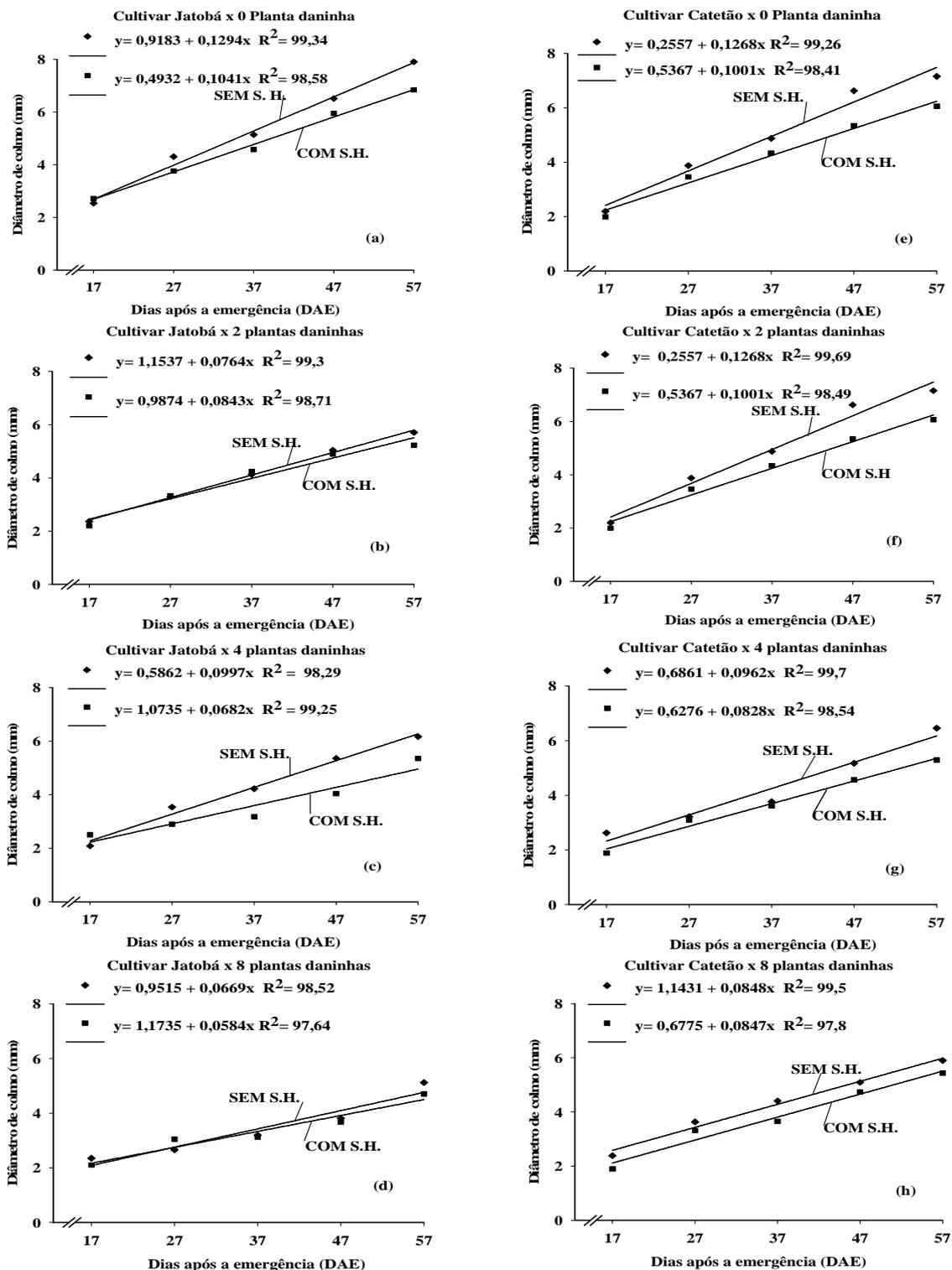
O estresse hídrico nos tratamentos onde os cultivares de arroz cresceram sem a presença da planta daninha, ocasionou uma redução no diâmetro médio de colmo de 15,06% e 13,36% nos cultivares Jatobá e Catetão, respectivamente

O incremento da densidade de plantas de *S. verticillata* reduziu a velocidade de crescimento do diâmetro de colmo, independentemente das cultivares e das condições hídricas, porém significativas entre os tratamentos 0 planta daninha/vaso e 8 plantas/vaso (ANEXO A).

As cultivares de arroz Jatobá e Catetão convivendo com 8 plantas daninhas e na ausência de estresse hídrico reduziram suas velocidades de crescimento do diâmetro de colmo em (48,29) e (33,12) respectivamente, quando comparado ao tratamento 0 planta daninha/vaso. Já em condições de estresse hídrico esta redução foi de (43,9%) e (15,38%), respectivamente (Figura 3(d) e 3(h)).

O diâmetro médio de colmo das plantas de arroz aos 57 DAE, quando cultivadas na ausência de estresse hídrico e convivendo com 8 plantas daninhas, foi reduzido em (23,14) e (13,99%) quando comparado ao tratamento sem a convivência com a planta daninha, para as cultivares de arroz Jatobá e Catetão, respectivamente. Já quando cultivadas sob estresse hídrico, estas reduções foram na ordem de 18,85 e 13,92%, respectivamente (Figura 3(d) e 3(h)).

Neste trabalho foi observado que o incremento da densidade da planta daninha afetou o diâmetro de colmo, principalmente na maior densidade de *S. verticillata* em convivência com a cultura. De acordo com Pitelli (1985), quanto maior for a densidade da comunidade infestante, maior será a quantidade de indivíduos que disputarão os recursos do solo, exibindo assim, uma intensa competição sobre a cultura.



**Figura 3.** Comportamento da velocidade de crescimento do diâmetro de colmo de plantas de arroz (cultivar Jatobá e Catetão) ao longo dos 57 dias após a emergência, crescidas sem e com a convivência de diferentes densidades de *Spermacoce Vericillata*, sob condição sem estresse hídrico (S/S.H.) e com estresse hídrico (C/S.H.).

## Altura de plantas

Os dados de altura de plantas de arroz, ajustaram-se a regressões lineares positivas, ao longo dos 57 DAE (Figura 4). Os coeficientes de determinação foram significativos para todas as regressões lineares, variando de 96,27 a 99,30. Todos os coeficientes de regressões foram ajustados, sendo significativos ( $p \leq 0,05$ ).

Quando foram comparadas as duas condições hídricas nas plantas de arroz crescidas sem a presença de *S. verticillata*, a imposição do estresse ocasionou um decréscimo na velocidade de incremento da altura de plantas ao longo do tempo (Figura 4(a) e 4(e), porém não significativas conforme constatado pelos valores do coeficiente de regressão descritos na tabela 3. A maior redução foi verificada na cultivar Catetão (15,38%), do que na cultivar Jatoba (2,74%).

O aumento da densidade de *S. verticillata* promoveu redução da velocidade de crescimento da altura de plantas ao longo de 57 DAE, independentemente da cultivar e da condição hídrica (Figura 4), com diferença significativa entre os tratamentos cultivar Jatobá cultivada sem a convivência da planta daninha (0 plantas/vaso) e com a presença de 8 plantas/vaso de *S. verticillata* sob estresse hídrico (ANEXO B).

As cultivares de arroz Jatobá e Catetão, convivendo com 8 plantas daninhas e na ausência de estresse hídrico apresentaram uma redução na velocidade de crescimento da altura de (23,06%) 16,48 e (32,03%) 4,77%, respectivamente, quando comparado ao tratamento 0 planta daninha/vaso. Já em condições de estresse hídrico, esta redução foi de (29,87%) 18,12 e (27,06%) 12,66%, respectivamente (Figura 4(d) e 4(h)).

A altura média de plantas da cultivar Jatobá aos 57 DAE, no tratamento 0 plantas de *S. verticillata* por vaso, foi de 103,1 e 89,8 cm, nas condições sem e com estresse hídrico, respectivamente. Enquanto para a cultivar Catetão estes valores corresponderam a 98,0 e 89,0 cm, respectivamente (Figura 4(d) e 4(h)).

O estresse hídrico (sem a presença da planta daninha) ocasionou uma redução na altura média de plantas de 12,91% e 9,24% nos cultivares Jatobá e Catetão, respectivamente (Figura 4(d) e 4(h)).

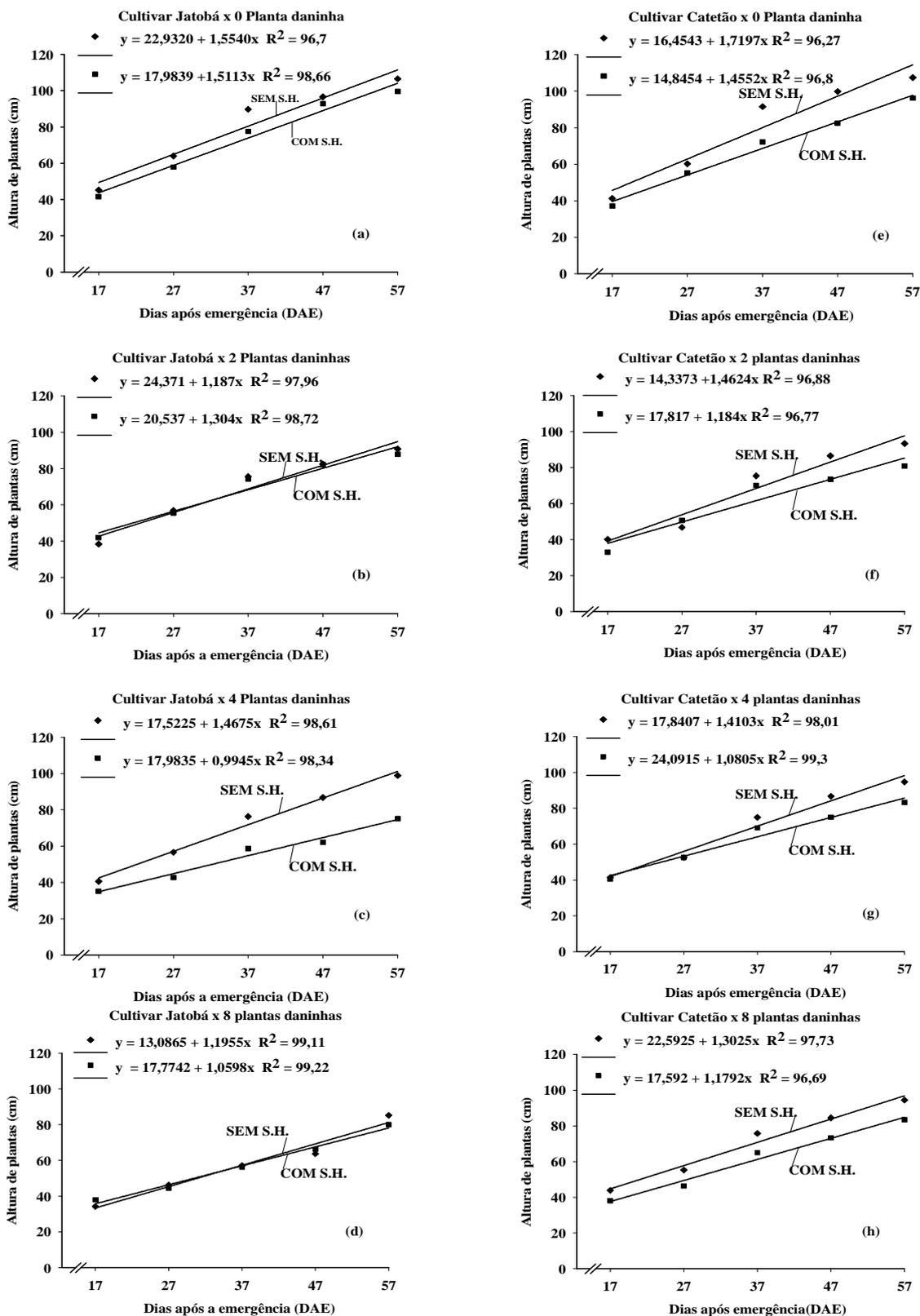
Na identificação de materiais de arroz tolerantes a estresse hídrico no município de Gurupi – TO, Terra (2008) verificou nos cultivares de arroz Jatobá e

Catetão alturas de planta de 129 cm e 127 cm quando crescidas sem estresse hídrico, e 119 cm e 111 cm quando submetidas a estresse.

Comparando os valores da altura média verificada nas plantas de arroz desenvolvidas sem a presença da planta daninha com aquelas verificadas no tratamento onde a cultura conviveu com 8 plantas de *S. verticillata* e sem estresse hídrico, verificaram-se reduções na ordem de 11,56 % e 5,13 % para os cultivares Jatobá e Catetão, respectivamente. Por outro lado, sob condições de estresse hídrico o inverso foi verdadeiro, com reduções de 9,70% e 11,41% para cultivares Jatobá e Catetão, respectivamente.

Zou et al. (2007), citam que existe uma correlação negativa do déficit hídrico com a altura de plantas de arroz e a produção de grãos, constatando reduções de até 12,5 cm na altura de plantas.

Nunes (2009), trabalhando com fenotipagem de linhagens de arroz de terras altas sob déficit hídrico no estado do Tocantins constatou forte variação na altura de plantas como resposta a restrição hídrica. Explica que tal variação poderia ser devida à capacidade distinta das linhagens em produzir e redirecionar os fotoassimilados sob condição de estresse hídrico para o desenvolvimento do sistema radicular em detrimento da parte aérea.



**Figura 4.** Comportamento da velocidade de crescimento da altura de plantas de arroz (cultivar Jatobá e Catetão) ao longo dos 57 dias após a emergência, crescidas sem e com a convivência de diferentes densidades de *Spermacoce Verticillata*, sob condição sem estresse hídrico (S/S.H.) e com estresse hídrico (C/S.H.).

## Número médio de perfilhos por planta

Todos os dados relativos ao número médio de perfilhos por planta ajustaram-se a regressões lineares positivas (Figura 5). Os coeficientes de determinação foram significativos ( $p \leq 0,05$ ), variando de 95,24 a 99,53, bem como os coeficientes de regressão.

Nos tratamentos onde a cultura de arroz não conviveu com a planta daninha, o estresse hídrico promoveu decréscimo na velocidade de formação de perfilhos, ao longo de 57 DAE, independentemente da cultivar (Figura 5(a) e 5(e)). Tal redução pode ser constatada pela diferença ( $p \leq 0,05$ ) existente entre os coeficientes de regressões das curvas (ANEXO C).

O cultivar Jatobá apresentou o maior decréscimo (32,25%) na velocidade de formação de perfilhos promovida pelo estresse hídrico no tratamento sem a convivência da planta daninha, enquanto na cultivar Catetão foi (21,21%).

No entanto, a redução dos valores finais do número de perfilhos aos 57 DAE promovido pelo estresse hídrico foram semelhantes nos cultivares de arroz utilizados (Jatobá 32,94% e Catetão 31,86%). (Figura 5(a) e 5(e)).

O incremento da densidade da planta daninha proporcionou redução na velocidade de formação de perfilhos na condição sem estresse hídrico (Figura 5(c) e 5(d)), sendo constatada diferença ( $p \leq 0,05$ ) entre o tratamento da cultivar Jatobá cultivada sem a convivência com a planta daninha e os demais tratamentos (ANEXO C). Já na cultivar Catetão, nesta mesma condição hídrica, esta diferença só foi significativa entre o tratamento sem convivência da planta daninha e aquele com 8 plantas daninhas por vaso.

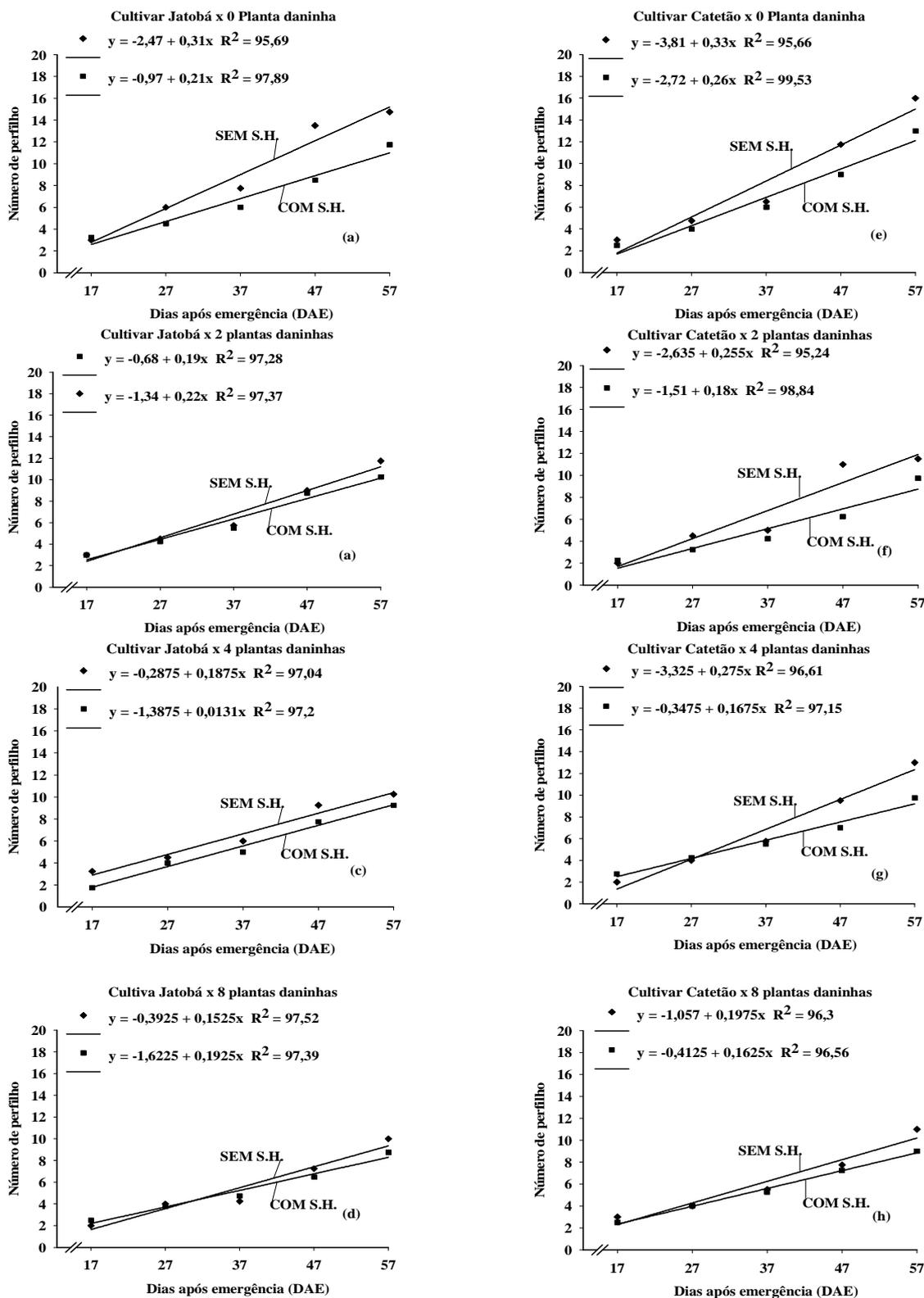
A convivência do arroz com 8 plantas de *S. verticillata* ocasionou uma redução na velocidade de formação de perfilhos de 50,8% (cultivar Jatobá) e 40,15% (cultivar Catetão), quando comparada com as cultivares de arroz cultivadas sem a convivência da planta daninha, na condição sem estresse hídrico. Enquanto na condição de estresse hídrico, estas reduções foram de 8,33% e 37,5% para as cultivares de arroz Jatobá e Catetão, respectivamente (Figura 5 (d) e (h)).

O número de perfilhos/planta avaliados no final do trabalho (57 DAE) variaram de 8,94 a 14,63 para a cultivar Jatobá na condições com e sem estresse

hídrico (sem a presença da planta daninha), respectivamente. Enquanto que na cultivar Catetão foi de 9,75 a 14,5 perfilhos/planta, respectivamente. (Figura 5 (d) e (h)).

A presença de 8 plantas de *S. verticillata* ocasionou uma redução no número de perfilhos na cultura de arroz de 33,35% (cultivar Jatobá) e 20,26% 20,27% (cultivar Catetão), quando comparada com as cultivares de arroz cultivadas sem a convivência da planta daninha, na condição sem estresse hídrico. Enquanto na condição de estresse hídrico estas reduções foram na ordem de 8,86% e 1,31% para as cultivares de arroz Jatobá e Catetão, respectivamente (Figura 5 (d) e (h)).

O incremento da densidade de plantas daninhas é reponsável por perdas na produtividade da cultura do arroz de terras altas em diversas regiões do país. De acordo com Silva (2006), trabalhando com a cultivar IAC 202, observou que a convivência da cultura com a comunidade infestante por um período de 70 dias após a emergência em relação a testemunha sem interferência da comunidade infestante, promoveu redução de 53,06% do número de perfilhos na colheita.



**Figura 5.** Comportamento da velocidade de formação de perfilhos de plantas de arroz (cultivar Jatobá e Catetão) ao longo de 57 dias após a emergência, crescidas sem e com a convivência de diferentes densidades de *S. verticillata*, sob condição sem estresse hídrico (S/S.H.) e com estresse hídrico (C/S.H.).

## Número de folhas de perfilhos

O ajuste dos valores correspondentes ao número de folhas de perfilhos de plantas de arroz convivendo ou não com a planta daninha *S. verticillata* com ou sem estresse hídrico, estão representados na Figura 6. Os valores ajustaram-se a regressões lineares positivas, com coeficientes de determinação significativos (92,52 a 97,56). Os coeficientes de regressão foram significativos ( $p \leq 0,05$ ).

Quando se analisa a cultura de arroz crescendo sem a presença da planta daninha, verifica-se que o estresse hídrico promoveu decréscimo na velocidade de formação de número de folhas por perfilhos, ao longo de 57 DAE, independentemente da cultivar, sendo esta redução mais expressiva e significativa na cultivar de arroz Jatobá (20,03%) e em menor grau na cultivar Catetão (11,86%), conforme figura 6(a) e 6(e).

A medida que se aumentou o nível de competição com a planta daninha (incremento de densidade) proporcionou redução na velocidade de formação de folhas nos perfilhos sempre em maior grau na condição com estresse hídrico (Figura 6). Diferenças significativas foram verificadas entre os valores dos coeficientes de regressão correspondentes às curvas relativas aos tratamentos 0 plantas daninhas/vaso e 8 plantas daninhas/vaso para todos os cultivares e condições hídricas, com exceção da cultivar Jatobá sob estresse hídrico (ANEXO D).

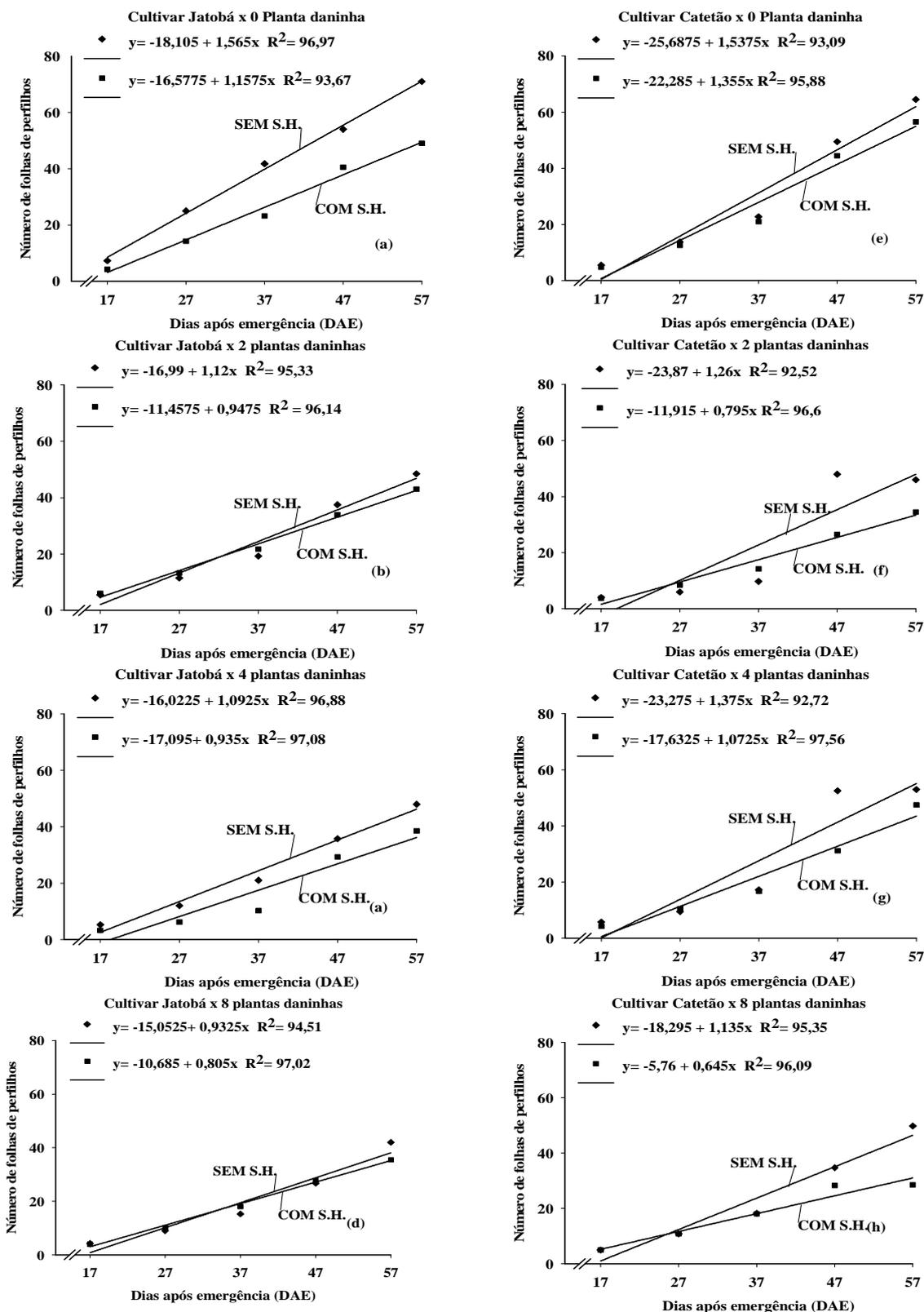
A presença de 8 plantas de *S. verticillata* ocasionou uma redução na velocidade de formação de folhas de perfilhos na cultura de arroz de 40,41% (cultivar Jatobá) e 26,17% (cultivar Catetão), quando comparada com as cultivares de arroz cultivadas sem a convivência da planta daninha, na condição sem estresse hídrico. Enquanto na condição de estresse hídrico estas reduções foram de 30,45% e 52,39% para as cultivares de arroz Jatobá e Catetão, respectivamente (Figura (d) e (h)).

O número de folhas de perfilhos/planta avaliados no final do trabalho (57 DAE) variaram de 61 a 44 para a cultivar Jatobá na condições com e sem estresse hídrico (sem a presença da planta daninha), respectivamente. Enquanto que na cultivar Catetão foi de 55 a 48, respectivamente (Figura (d) e (h)).

De acordo Kozlowski (1976), a redução do número de folhas de plantas que se encontram sob condições de estresse hídrico pode estar relacionada a uma

estratégia de sobrevivência da mesma sob condições adversas, pois evitará a perda de água por transpiração.

A presença de 8 plantas de *S. verticillata* ocasionou uma redução no número de folhas de perfilhos na cultura de arroz de 29,03% (cultivar Jatobá) e 10,37% (cultivar Catetão), quando comparada com as cultivares de arroz cultivadas sem a convivência da planta daninha, na condição sem estresse hídrico. Enquanto na condição de estresse hídrico estas reduções foram na ordem de 11,96% e 34,85% para as cultivares de arroz Jatobá e Catetão, respectivamente (Figura (d) e (h)).



**Figura 6.** Comportamento da velocidade de formação de folhas de perfilhos de plantas de arroz (cultiva Jatobá e Catetão) ao longo de 57 dias após a emergência, crescidas sem e com a convivência de diferentes densidades de *S. verticillata*, sob condição sem estresse hídrico (S/S.H.) e com estresse hídrico (C/S.H.).

## Número de folhas de *S. verticillata*

Os valores relativos ao número de folhas de *S. verticillata* convivendo com cultivares de arroz com e sem estresse hídrico, ajustaram-se a regressões lineares crescentes ao longo dos 57 dias de crescimento (Figura 7). Os coeficientes de determinação foram significativos variando de 94,95 a 98,69. Quanto aos coeficientes de regressões beta foram significativos ( $p \leq 0,05$ ).

Na menor densidade da planta daninha (2 plantas/vaso) verificou-se maior velocidade na formação de folhas ao longo do período de crescimento (57 DAE) quando em convivência com a cultivar de arroz Jatobá, do que na Catetão (Figura 7(a) e 7(d)), sempre em maior grau na condição sem estresse hídrico. Diferenças significativas entre os coeficientes de regressão em relação ao estresse hídrico só foram constatadas para as densidade de 2 plantas/vaso de *S. verticillata* na cultivar Jatobá e 8 plantas/vaso de *S. verticillata* na cultivar Catetão (ANEXO E).

O aumento da densidade de plantas de *S. verticillata* reduziu a velocidade de formação de folhas na planta daninha independentemente da cultivar de arroz em convivência. No entanto, diferenças foram constatadas em função da cultivar de arroz e situação hídrica. Quando são comparados os tratamentos onde a *S. verticillata* conviveu com a cultivar de arroz Jatobá nas densidades de 8 plantas por vaso e aquela com 2 plantas por vaso, verificaram-se reduções na velocidade de formação de folhas na ordem de 64,60% e 53,41% respectivamente, quando comparados os coeficientes de regressão relativos as condições sem e com estresse hídrico. Já quando em convivência com o cultivar Catetão, estes valores foram na ordem de 40,74% e 55,23%, respectivamente (Figura 7 (c) e (f)).

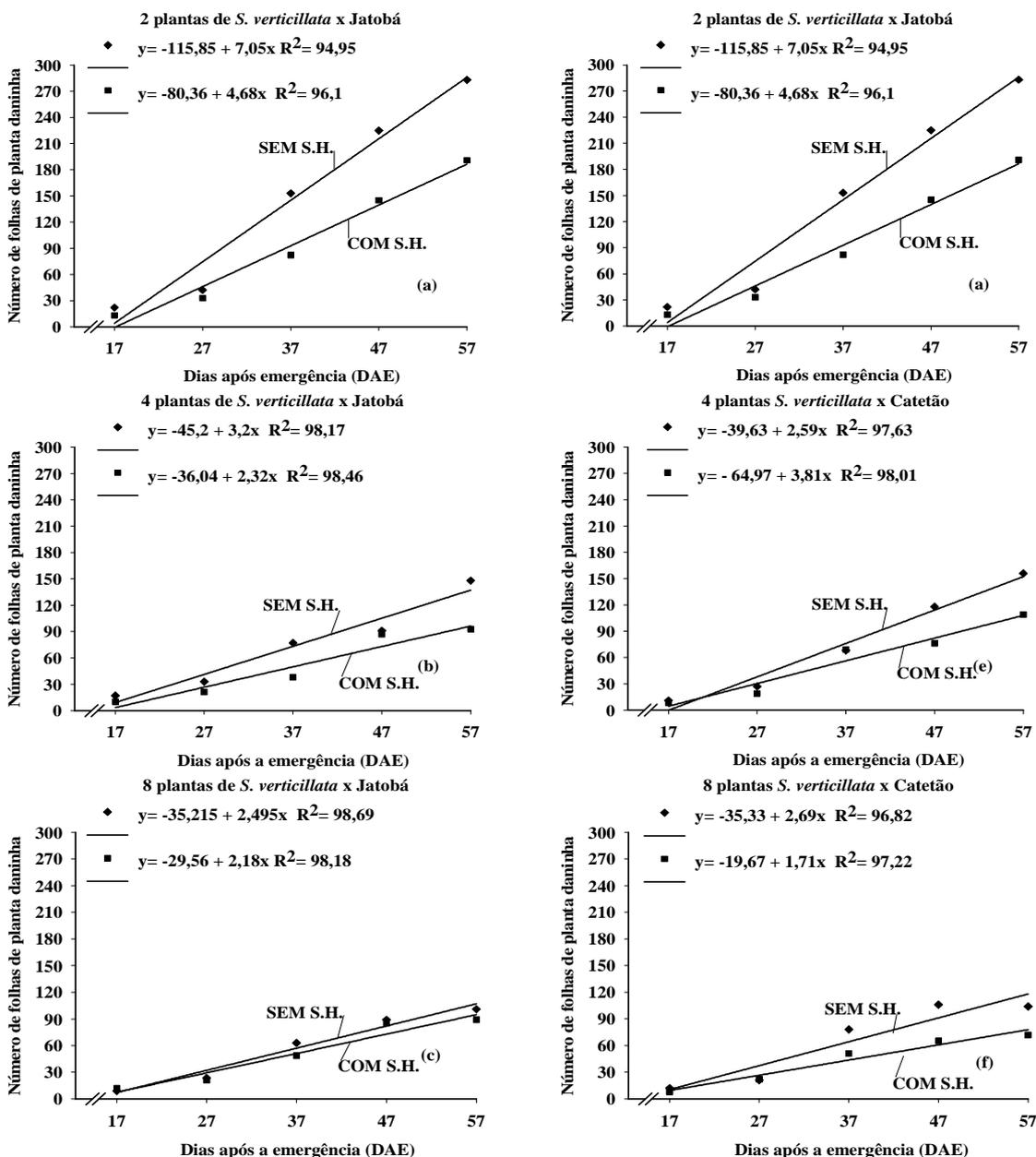
Avaliados aos 57 DAE, o número de folhas de planta daninha na densidade de 2 plantas/vaso, variaram de 160 a 195 folhas/planta quando esta conviveu com a cultivar Jatobá, nas condições com e sem estresse hídrico, respectivamente. Já convivendo com a cultivar Catetão, esta variação foi de 152 a 164 folhas/planta, respectivamente (Figura 7 (a) e 7 (d)).

O efeito do estresse hídrico no número de folhas por planta variou com a cultivar utilizada e a densidade de *S. verticillata* em convivência. Assim, verificaram-se reduções no número de folhas por planta na ordem de 33,61% e 15,85%, quando a planta daninha conviveu na densidade de 2 plantas/vaso com as

cultivares Jatobá e Catetão respectivamente, enquanto na densidade de 8 plantas/vaso, esta redução foi de 12,62% e 36,43%, respectivamente. (Figura 7 (a, d) e (c,f)).

Quando se compara o número de folhas de *S. verticillata* aos 57 DAE, das densidades de 2 e 8 plantas/vaso em convivência com a cultivar Jatobá, constata-se uma redução de 49,53 e 41,74%, nas condições sem e com estresse hídrico, respectivamente, enquanto que em convivência com a cultivar Catetão nesta mesma situação, a planta daninha sofreu reduções no número de folhas por planta na ordem de 25,15 e 48,20%, nas condições sem e com estresse hídrico, respectivamente. (Figura 7 (d) e (f)).

De acordo com Pitelli (1985), as plantas daninhas quando crescem em baixas densidades podem apresentar potencial de interferência de cada indivíduo com intensidade de manifestação maior.



**Figura 7.** Comportamento da velocidade de formação de folhas de *S. verticillata* crescida em diferentes densidades, convivendo com a cultivar Jatobá ou Catetão, sob condição sem estresse hídrico (S/S.H.) e com estresse hídrico (C/S.H.).

### Número de ramos de *S. verticillata*

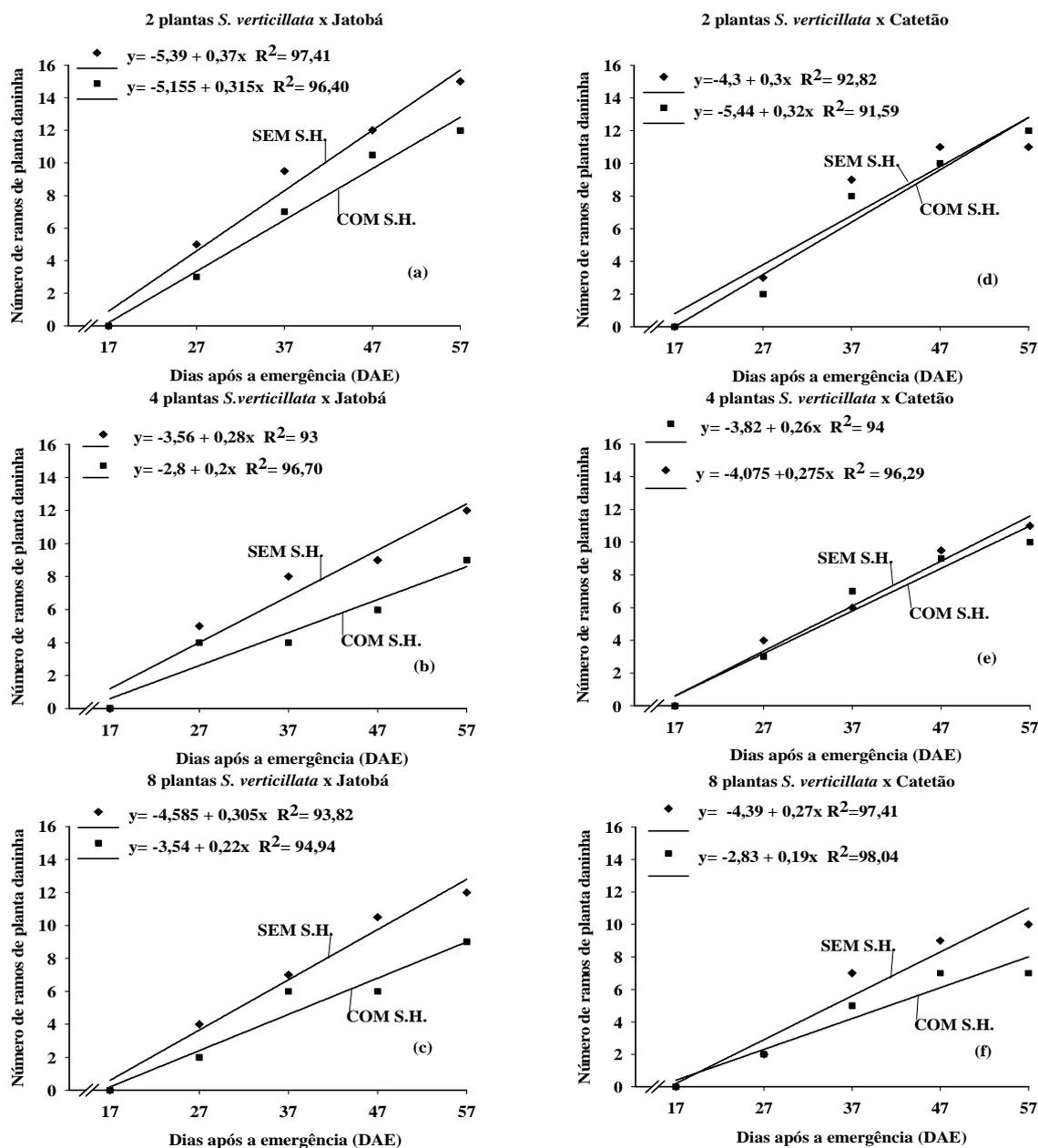
Os valores relativos ao número de ramos de *S. verticillata* convivendo com cultivares de arroz com e sem estresse hídrico, ajustaram-se a regressões lineares crescentes ao longo dos 57 dias de crescimento (Figura 8). Os coeficientes de determinação foram significativos variando de 91,59 a 98,04.

O comportamento na velocidade de formação do número de ramos de *S. verticillata* para cada densidade de planta daninha utilizada, não apresentaram diferenças significativas na imposição de estresse hídrico, independente da cultivar de arroz utilizada, com exceção na densidade de 8 plantas de *S. verticillata* por vaso (ANEXO F). Nesta densidade, a redução na velocidade de formação de ramos foi de 27,86% e 29,62%, quando a *S. verticillata* conviveu com as cultivares Jatobá e Catetão, respectivamente. Não foram constatadas diferenças significativas na velocidade de formação do número de ramos de *S. verticillata* entre as cultivares, independentemente da condição hídrica imposta (Figura 7(a) e 7(f)).

O aumento da densidade de plantas de *S. verticillata* reduziu a velocidade de formação no número de ramos na planta daninha, independentemente da cultivar de arroz em convivência, porém somente significativas entre as densidades de 2 e 8 plantas de *S. verticillata*, com exceção da cultivar Jatobá na situação sem estresse hídrico (ANEXO F). Comparando-se estes tratamentos verificam-se reduções na velocidade de formação de ramos na ordem de 17,56% e 11,11%, correspondentes aos cultivares Jatobá e Catetão respectivamente, convivendo com a planta daninha sem restrição hídrica. Quando se impôs estresse hídrico, esta redução foi de 31,14% e 40,62%, respectivamente. (Figura 7 (a, d) e (c,f)).

Quando se avalia o número de ramos da planta daninha (na densidade de 2 plantas/vaso) produzidos no final do período do trabalho (57 DAE), constam-se valores de 12 e 10,75 ramos/planta para a cultivar Jatobá e 11,75 e 10,5 ramos/planta para a cultivar Catetão, nas condições sem e com estresse hídrico, respectivamente.

Ao comparar-se o número de ramos de *S. verticillata* aos 57 DAE, das densidades de 2 e 8 plantas/vaso em convivência com a cultivar Jatobá, constata-se uma redução de 13,91 e 23,25%, nas condições sem e com estresse hídrico, respectivamente, enquanto que em convivência com a cultivar Catetão nesta mesma situação, a planta daninha sofreu reduções no número de ramos por planta na ordem de 14,89 e 21,42%, respectivamente.



**Figura 8.** Comportamento da velocidade de formação de ramos de *S. verticillata* crescida em diferentes densidades, convivendo com a cultivar Jatobá ou Catetão, sob condição sem estresse hídrico (S/S.H.) e com estresse hídrico (C/S.H.).

Analisando-se de forma conjunta todos os dados coletados, podem ser relacionadas algumas tendências de respostas.

Quando se analisa o comportamento das cultivares de arroz frente à condição de estresse hídrico sem a convivência da *S. verticillata*, observa-se que a redução na velocidade de crescimento foi mais evidente nas variáveis altura de plantas, e número de folhas por perfilhos na cultivar Jatobá, enquanto na cultivar Catetão os

mais afetados foram o diâmetro de colmo e número de perfilhos. No entanto, quando se aumenta a densidade da planta daninha (8 plantas/vaso) o efeito redutor na velocidade de crescimento e formação das características avaliadas foi mais expressivo na cultivar Jatobá nas duas condições hídricas impostas, com exceção do número de folhas por perfilhos na condição de estresse hídrico, na cultivar Catetão.

Na análise dos valores médios absolutos das variáveis analisadas no final do trabalho (57 DAE), fica evidente o maior grau de redução imposta pelo estresse hídrico na cultivar Jatobá convivendo isoladamente (sem a presença da planta daninha), e efeito da presença da planta daninha (8 plantas/vaso) na condição sem estresse hídrico. Nestas situações, as características de maior destaque foram o número de perfilhos e número de folhas por perfilhos, as quais são também válidas para o cultivar Catetão.

Taiz e Zeiger (2004), explicam que o primeiro efeito biológico significativo do estresse hídrico é a redução de turgor que se expressa na expansão foliar, o que afeta a fotossíntese. Citam ainda que, em determinadas plantas, o estresse hídrico limita não apenas o tamanho, mas também o número de folhas, pois ele diminui o número e a taxa de crescimento dos ramos.

A variabilidade de resposta das culturas a situações de estresse hídrico vai variar em função das características genéticas da cultivar utilizada, expressa na capacidade de ajustes morfo-fisiológicos frente a restrição hídrica, bem como a intensidade e período de tempo de duração do estresse. Medeiros (2008) cita que uma resposta fisiológica específica ao déficit hídrico representa, na realidade, a combinação de eventos moleculares prévios que foram ativados pela percepção do sinal de estresse, fruto da expressão gênica própria da espécie ou cultivar utilizado.

Seguindo esta linha de raciocínio, algumas plantas com maior resistência ao estresse hídrico possuem a capacidade de ajustes osmóticos através do acúmulo de aminoácidos a exemplo da prolina (TAIZ e ZEIGER 2006; MEDEIROS, 2008). Apesar de não ter sido feita esta análise, poderia-se relacionar a diferença de respostas entre os cultivares talvez a uma capacidade diferencial de produção deste aminoácido, frente a situação estressante. Carvalho et al. (2005) cita que plantas de *Tanacetum parthenium* apresentaram teores de prolina, variando de 9 a 14 ug/g de massa fresca em condições de irrigação normal, e quando esta foi reduzida a 50%, estes teores variaram de 27 a 32 ug/g de massa fresca.

Gomes et al. (1997), submetendo a deficit hídrico dois cultivares de arroz de sequeiro (IAC 165 e IAC 201) durante o período vegetativo, verificaram mecanismos adaptativos das cultivares tais como: enrolamento foliar, fechamento estomático pela concentração de ácido abscísico, no entanto, a cultivar IAC 165 apresentou superioridade ao estresse hídrica.

O cultivar Catetão foi considerado como um dos mais produtivos em situação de estresse hídrico em trabalho conduzido nas condições do estado do Tocantins por Terra (2008) com baixo índice de susceptibilidade à seca (ISS).

Aspectos relacionados ao tipo de porte e arquitetura de plantas também podem explicar as variações entre cultivares de arroz frente ao estresse hídrico e, principalmente, a capacidade competitiva com as plantas daninhas.

Nesse aspecto, deve-se destacar o processo de melhoramento que o arroz de sequeiro tem sido submetido, onde sugiram cultivares denominadas tipo modernas (a exemplo do Jatobá) que caracterizam-se por apresentarem folhas estreitas, curtas e eretas, porte baixo, perfilhadora e moderadamente resistente ao acamamento (PINHEIRO, 2002). Enquanto as cultivares denominadas tipo tradicional (a exemplo do Catetão), se caracterizam por apresentarem porte alto, folhas longas e decumbentes, além de serem menos exigentes em relação ao seu cultivo (maior rusticidade) e capacidade de perfilhamento médio a baixo.

Johnson et al. Citado (1998) por Silva (2006), afirmam que as características que contribuem para o potencial de produção elevado de plantas de arroz “modernas e melhoradas” tais como a altura baixa, a proporção mínima de perfilhos improdutivos, os colmos resistentes e grossos, as folhas eretas são também algumas das características que contribuem para a falta de competitividade.

Estatura baixa associado a folhas estreitas e eretas, proporcionam menor capacidade de sombreamento das plantas, permitindo maior competitividade das plantas daninhas, o que em parte explica a diferença na capacidade competitiva da cultivar Jatobá frente a presença da *Spermacoce verticillata*, em relação á cultivar Catetão.

De acordo com Balbinot Jr. et al. (2003), a estatura de plantas de arroz é uma das características morfológicas que mais se relaciona com o baixo crescimento de plantas daninhas, devido o sombreamento imposto pela cultura. No entanto, a capacidade de cobertura do solo não é dependente somente da estatura de planta, mas

também da área foliar e do ângulo das folhas (FISCHER et al., 1997). De acordo com Balbinot Jr. et al. (2003) a cobertura do solo aos 60 dias após a semeadura foi a característica que, isoladamente, melhor estimou a habilidade competitiva dos cultivares arroz utilizados no experimento. Esta capacidade dos cultivares de sombrear o solo rapidamente e ter um alto potencial produtivo em relação a outras cultivares, pode ser considerado um requisito fundamental do sucesso competitivo da cultura. Isso demonstra que habilidade competitiva variará conforme o cultivar de arroz utilizado.

Outro aspecto de relevância na capacidade de tolerância ao estresse hídrico e à competição com as plantas daninhas nesta situação, o que está relacionado à velocidade de crescimento da cultura e formação de sistema radicular. Assim, a ocupação do espaço do solo é um fator de importância primária na competição abaixo da superfície do solo, sendo dependente de algumas características morfológicas da raiz (RIZZARDI et al., 2001).

Fleck et al. (2003), explicam que os cultivares de arroz irrigado que possuem uma maior velocidade no seu estabelecimento poderão ser mais competitivos com plantas vizinhas, visto a priorização dos recursos do meio.

No presente trabalho, a cultivar Catetão de uma forma geral apresentou uma maior velocidade no seu estabelecimento e crescimento inicial, com menor redução imposta tanto pelo estresse hídrico e competição pela planta daninha nesta condição.

Apesar do crescimento inicial da *Spermacoce verticillata* ser lento (até aproximadamente 25 DAE, observação de campo), acredita-se que neste período, o maior investimento dos fotoassimilados produzidos estejam mais direcionados à formação do sistema radicular, o que lhe daria vantagem na competição por água e nutrientes. Outro aspecto a ser considerado na vantagem competitiva desta planta daninha, é de ela ser uma planta C<sub>4</sub> (mais eficiente na utilização da água), enquanto o arroz é C<sub>3</sub>.

A cultivar Jatobá, ocasionou maior redução tanto na velocidade de produção e número de folhas da planta daninha quando esta cresceu na menor densidade (2 plantas/vaso) e sem estresse hídrico. O inverso é verdadeiro para a cultivar Catetão, o qual influenciou mais o crescimento da planta daninha na condição de estresse hídrico em todas as densidades. Isto reforça a tendência descrita

anteriormente, quanto a maior capacidade de resistência ao estresse hídrico por parte deste cultivar.

Pode-se inferir ainda que, os resultados constatados na mais alta densidade de convivência da planta daninha (8 plantas/vaso) com a cultura de arroz, poderão estar influenciados pela provável competição intraespecífica ocorrida na *S. verticillata*, frente á situação imposta.

## CONCLUSÕES

As características mais afetadas pelo estresse hídrico nos cultivares de arroz Jatobá e Catetão foram o número de perfilhos e folhas de perfilhos.

A cultivar de arroz Catetão evidenciou maior resistência á deficiência hídrica, crescendo sem ou com competição com *Spermacoce verticillata*.

A cultivar de arroz Catetão foi mais competitiva do que a Jatobá, principalmente em situação de estresse hídrico.

A cultivar de arroz Jatobá foi mais competitiva quando conviveu na mais baixa densidade de *Spermacoce verticillata* e sem estresse hídrico.

O aumento da densidade de *Spermacoce verticillata* proporcionou maiores decréscimos na velocidade de crescimento e formação nas características avaliadas, independentemente do cultivar de arroz utilizado e condição hídrica imposta.

## LITERATURA CITADA

AGOSTINETTO, D.; RIGOLI, R. P.; SCHAEGLER, C. E. TIRONI, S. P.; SANTOS, L. S. Período crítico de competição de plantas daninhas com a cultura do trigo. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v.26, n.2, p.271-278, 2008.

BALBINOT JR., A. A.; FLECK, N. G.; BARBOSA NETO, J. F.; RIZZARDI, M. A. Características de plantas de arroz e a habilidade competitiva com plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v.21, n.2, p.165-174, 2003.

BENINCASA, M. M. P. *Análise de crescimento de plantas (noções básicas)*. 2ed Jaboticabal:FUNEP, 41p. 2003.

CARVALHO, L. M.; CASALI, V. W. D.; SOUZA, M. A. et al. Crescimento, teor de partenólídeo e de prolina em plantas de *Tanacetum parthenium* (L.) Schultz Bip crescidas em quatro níveis de água no substrato. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.27, p. 151-157, 2005.

EMBRAPA, Embrapa arroz e feijão Sistemas de Produção, **Cultivo do arroz de terras altas. Sistemas de Produção**. N. 1, 2003, ISSN 1679-8869, Versão Eletrônica, Disponível em:  
<<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Arroz/ArrozTerrasAltas/adubacao.htm>>, Acesso em: 11/08/2009.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, 1999. 412p.

FERRAZ, E. C. Ecofisiologia do arroz In: CASTRO, R. C.; FERREIRA, S. O. **Ecofisiologia da produção agrícola**. Piracicaba: Associação Brasileira para pesquisa da Potassa e do Fosfato. 1987, p. 185-202.

FISCHER, A. Manejo integrado de molezas del arroz. In: PANTOJA, A. FISCHER, A.; CORREA-VICTORIA, F. SANINT, L. R.; RAMÍREZ, A. **MIP en arroz: manejo**

integrado de pragas; artrópodos, enfermidades y malezas. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1997. Cap.4, p.31-49.

FLECK, N. G.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; AGOSTINETTO, D.; RIZZARDI, M. A. Velocidade de estabelecimento em cultivares de arroz irrigado como característica para aumentar a habilidade competitiva com plantas concorrentes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.4, p.635-640, jul-ago, 2003.

GOMES, M. M. A. Trocas gasosas e quantificação do ácido abscísico em duas cultivares de arroz de sequeiro submetidas à deficiência hídrica. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, 9(3):177-183, 1997.

JOHNSON, D. E; DINGKUHN, M.; JONES, M. P; MAHAMANE. The influence of rice plant type on the effect of weed competition on *Oryza sativa* and *Oryza glaberrima*. **Weed Research**, Oxford, v. 38,n.3, p.207-216, 1998.

JONES, F.B. 1975. Flora of the Texas Costal Bend. Mission Press, Corpus Christi, TX. 262 p.

KISSMANN, K. G.; GROTH D. *Plantas Infestantes e Nocivas: Plantas superiores – Dicotiledôneas*. Tomo III. São Paulo: Basf. 1995, 683 p.

KÖPPEN, W. 1948. *Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra*. Fondo de Cultura Econômica. México. 479p.

KOZLOWSKI, T. I. Water supply and leaf shedding. In: Water deficits and plant growth. New York: Academic Press, 1976. n.4, p.191-222.

LUCCHESI, A. A. Utilização prática da análise de crescimento vegetal. **An. Ec. Super. Agric. Luis de Queiroz-Univ.** São Paulo, Piracicaba, v. 41, p.181-202,1984.

MINISTÉRIO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 2002. Recuperação de áreas de pastagens abandonadas e degradadas através de sistemas agroflorestais na Amazônia Ocidental. <http://www.qprocura.com.br/dp/15637/Recuperacao-de-areas-de-pastagens->

abandonadas-e-degradadas-atraves-de-sistemas-agroflorestais-na-Amazonia Ocidental.html, acesso, em: 20/08/2009.

NUNES, T. V. Fenotipagem de linhagens de arroz de terras altas sob déficit hídrico no cerrado tocantinense. **Dissertação** (Mestrado em Produção Vegetal), UFT – Gurupi. Tocantins, 2009. 51p.

PINHEIRO, B. da S. **Arroz de terras altas: um salto de qualidade no Centro-Oeste do Brasil**. Arroz Brasileiro, 2002. disponível em: <http://www.arroz.agr.br/site/artigos/020917.php> acessado em : 20.08.2009.

PITELLI, R. A. Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Informe Agropecuário, Belo Horizonte**, v.11, n.129, p.16-27, 1985.

RIZZARDI, M. A.; FLECK, N. G.; VIDAL, R. A.; JUNIOR, A. M.; AGOSTINETTO, D. Competição por recursos do solo entre ervas daninhas e cultura. **Ciência Rural**, v.31, n.4, p.707-713, 2001.

SANTOS, A. B. dos; RABELO, R. R. Informações Técnicas para a Cultura do Arroz Irrigado no Estado do Tocantins, **Embrapa Arroz e Feijão**, Documentos 218, Santo Antonio de Goiás, 2008, 136 p.

SANTOS, R. F.; CARLESSO, R. Déficit hídrico e os processos morfológico e fisiológico das plantas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 2, n. 3, p. 287-294, 1998.

SILVA, M. R. M. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura do arroz de terras altas. Jaboticabal, 2006. 90 p. **Tese de Doutorado** (Doutorado em Agronomia)-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal.

SILVA, S. C.; ASSAD, E. D. Zoneamento de riscos climáticos para o arroz de sequeiro nos Estados de Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Tocantins e Bahia. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, 2001. v.9 n.3, Santa Maria p. 536-543.

STONE, L. F.; MOREIRA, J. A. A. Irrigação do arroz de terras altas em função da porcentagem de cobertura do solo pela palhada, no sistema plantio direto, Circular Técnica 69, **Embrapa – Cnpaf**, Goiânia, 2005, 4 p.

STONE, L. F.; MOREIRA, J. A. A.; SILVA, S. C. da. Tensão da água no solo e produtividade do arroz, Circular Técnico 19, **Embrapa – Cnpaf**, Goiânia, 1986, 6 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**, Tradução de: Elaine R. Santarém, [et al.], 3ª ed., Porto Alegre, Artimed, 2004, 719 pág.

TERRA, T.G.R. Avaliação de características morfofisiológica de tolerância à seca em uma coleção nuclear de acessos de arroz de terras altas (*Oryza sativa* L.). **Dissertação** (Mestrado em Produção Vegetal), UFT – Gurupi. Tocantins, 2008. 82p.

VIDAL, M. S.; CARVALHO, J. M. F. C.; MENESES, C. H. S. G. Déficit Hídrico: Aspectos Morfofisiológicos, Documentos 142, ISSN 0103-0205, **Embrapa**, Campina Grande, 2005.

ZOU, G. H.; LIU, H. Y.; MEI, H. W.; LIU, G. L.; YU, X. Q.; LI, M. S.; WU, J.H.; CHEN, L.; LUO L. J. Screening for drought resistance of rice recombinant inbred populations in the field. **Journal of Integrative Plant Biology**, v. 49, p. 1508-1516, 2007.

**ANEXO A.** Desdobramento das interações significativas dos coeficientes de regressões beta, referentes ao diâmetro médio de colmo das cultivares de arroz de terras altas (Jatobá e Catetão), cultivadas sem e com a convivência de diferentes densidades de *S. verticillata*, sob condição sem e com estresse hídrico, na estação experimental da Universidade Federal do Tocantins (UFT), 2008.

DENSIDADE DE <i>S. VERTICILLATA</i> (PLANTAS/VASO)	CONDIÇÃO HÍDRICA			
	SEM ESTRESSE		COM ESTRESSE	
	CULTIVAR		CULTIVAR	
	JATOBÁ	CATETÃO	JATOBÁ	CATETÃO
0	0,11aB	0,10aB	0,09aA	0,09aA
2	0,09bA	0,10aB	0,07abA	0,08abA
4	0,09bB	0,09abB	0,07abA	0,08abA
8	0,08bA	0,08bB	0,06bA	0,06bA

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não se diferenciam estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas pela mesma letra maiúsculas na linha, para cada cultivar entre condições hídricas, não se diferenciam estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**ANEXO B.** Desdobramento das interações significativas dos coeficientes de regressões beta, referentes à altura média de plantas das cultivares de arroz de terras altas (Jatobá e Catetão), cultivadas sem e com a convivência de diferentes densidades de *S. verticillata*, sob condição sem e com estresse hídrico, na estação experimental da Universidade Federal do Tocantins (UFT), 2008.

DENSIDADE DE <i>S. VERTICILLATA</i> (PLANTAS/VASO)	CONDIÇÃO HÍDRICA			
	SEM ESTRESSE		COM ESTRESSE	
	CULTIVAR		CULTIVAR	
	JATOBÁ	CATETÃO	JATOBÁ	CATETÃO
0	1,53aA	1,42aA	1,28aA	1,26aA
2	1,14aA	1,48aA	1,20abA	1,28aA
4	1,31aB	1,40aB	0,84abA	1,25aA
8	1,28aA	1,35aA	1,05bA	1,10aA

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não se diferenciam estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas pela mesma letra maiúsculas na linha, para cada cultivar entre condições hídricas, não se diferenciam estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**ANEXO C.** Desdobramento das interações significativas dos coeficientes de regressões beta, referentes o número médio de perfilhos das cultivares de arroz de terras altas (Jatobá e Catetão), cultivadas sem e com a convivência de diferentes densidades de *S. verticillata*, sob condição sem e com estresse hídrico, na estação experimental da Universidade Federal do Tocantins (UFT), 2008.

DENSIDADE DE <i>S. VERTICILLATA</i> (PLANTAS/VASO)	CONDIÇÃO HÍDRICA			
	SEM ESTRESSE		COM ESTRESSE	
	CULTIVAR		CULTIVAR	
	JATOBÁ	CATETÃO	JATOBÁ	CATETÃO
0	0,31aB	0,30aB	0,19aA	0,18aA
2	0,23bB	0,30aB	0,19aA	0,18aA
4	0,21bA	0,25abB	0,17aA	0,18aA
8	0,19bA	0,23bB	0,17aA	0,17aA

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não se diferenciam estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas pela mesma letra maiúsculas na linha, para cada cultivar entre condições hídricas, não se diferenciam estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**ANEXO D.** Desdobramento das interações significativas dos coeficientes de regressões beta, referentes ao número médio de folhas de perfilhos das cultivares de arroz de terras altas (Jatobá e Catetão), cultivadas sem e com a convivência de diferentes densidades de *S. verticillata*, sob condição sem e com estresse hídrico, na estação experimental da Universidade Federal do Tocantins (UFT), 2008.

DENSIDADE DE <i>S. VERTICILLATA</i> (PLANTAS/VASO)	CONDIÇÃO HÍDRICA			
	SEM ESTRESSE		COM ESTRESSE	
	CULTIVAR		CULTIVAR	
	JATOBÁ	CATETÃO	JATOBÁ	CATETÃO
0	1,45aB	1,36aA	1,08aA	1,15aA
2	1,35abB	1,40aB	0,94aA	1,11aA
4	1,13bcA	1,33abB	0,91aA	0,99abA
8	1,03cA	1,06bB	0,91aA	0,73bA

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não se diferenciam estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas pela mesma letra maiúsculas na linha, para cada cultivar entre condições hídricas, não se diferenciam estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**ANEXO E.** Desdobramento das interações significativas dos coeficientes de regressões beta, referentes ao número médio de folhas de *S. verticillata* cultivadas em diferentes densidades em convivência com as cultivares de arroz de terras altas (Jatobá e Catetão), sob condição sem e com estresse hídrico, na estação experimental da Universidade Federal do Tocantins (UFT), 2008.

DENSIDADE DE <i>S. VERTICILLATA</i> (PLANTAS/VASO)	CONDIÇÃO HÍDRICA			
	SEM ESTRESSE		COM ESTRESSE	
	CULTIVAR		CULTIVAR	
	JATOBÁ	CATETÃO	JATOBÁ	CATETÃO
2	5,03aB	4,06aA	3,81aA	3,74aA
4	2,90bA	3,37abA	2,54bA	3,08aA
8	2,31bA	2,99bB	2,22bA	1,86bA

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não se diferenciam estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas pela mesma letra maiúsculas na linha, para cada cultivar entre condições hídricas, não se diferenciam estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**ANEXO F.** Desdobramento das interações significativas dos coeficientes de regressões beta, referentes ao número médio de ramos de *S. verticillata* cultivadas em diferentes densidades em convivência com as cultivares de arroz de terras altas (Jatobá e Catetão), sob condição sem e com estresse hídrico, na estação experimental da Universidade Federal do Tocantins (UFT), 2008.

DENSIDADE DE <i>S. VERTICILLATA</i> (PLANTAS/VASO)	CONDIÇÃO HÍDRICA			
	SEM ESTRESSE		COM ESTRESSE	
	CULTIVAR		CULTIVAR	
	JATOBÁ	CATETÃO	JATOBÁ	CATETÃO
2	0,29aA	0,30aA	0,27aA	0,27aA
4	0,25aA	0,27abA	0,22abA	0,24abA
8	0,26aB	0,25bB	0,21bA	0,20bA

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não se diferenciam estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas pela mesma letra maiúsculas na linha, para cada cultivar entre condições hídricas, não se diferenciam estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## **CAPÍTULO II**

**COMPETIÇÃO INICIAL DE CULTIVARES DE ARROZ DE TERRAS ALTAS  
TOLERANTES À SECA (JATOBÁ E CATETÃO) COM *Spermacoce verticillata*  
SOB CONDIÇÃO DE ESTRESSE HÍDRICO.**

## RESUMO

### **COMPETIÇÃO INICIAL DE CULTIVARES DE ARROZ DE TERRAS ALTAS TOLERANTES À SECA (JATOBÁ E CATETÃO) COM *Spermacoce verticillata* SOB CONDIÇÃO DE ESTRESSE HÍDRICO.**

O objetivo deste trabalho foi avaliar a capacidade competitiva de duas cultivares de arroz, tolerantes à seca, sob condição de estresse hídrico, quando cultivadas em convivência com a planta daninha *S. verticillata*. O experimento foi instalado em casa de vegetação, na Estação Experimental da Universidade Federal do Tocantins, no Campus Universitário de Gurupi – TO, no período de 27 de outubro a 27 de Dezembro de 2008. O solo utilizado foi o Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico (EMBRAPA, 1999), obtido da camada 0,0-0,20 m. O delineamento experimental utilizado foi em blocos inteiramente casualizados, em esquema fatorial 2 x 2 x 4, com quatro repetições, duas cultivares de arroz (Jatobá e Catetão) sob duas condições hídricas, com e sem convivência com a planta daninha em quatro densidade (0, 2, 4 e 8) de *Spermacoce verticillata*. As unidades experimentais constaram de vasos com capacidade de 0,3m<sup>3</sup>, com quatro plantas da cultura e sob quatro diferentes densidades de plantas daninhas por parcela. Aos 57 dias após a emergência (DAE), foi realizado o desmonte para a avaliação das seguintes características: altura de plantas, número de perfilhos, área foliar, matéria seca da parte aérea, matéria seca de raízes, matéria seca total, concentração e profundidade de raízes. Enquanto que para planta daninha *S. Verticillata* foram avaliados área foliar, matéria seca da parte aérea, matéria seca de raízes, matéria seca total, concentração e profundidade de raízes. Os resultados obtidos demonstraram que o estresse hídrico afetou a produção de matéria seca dos componentes vegetativos, reduziu a área foliar e a concentração de raízes. Por outro lado, estimulou o crescimento de raízes para camadas mais profundas do solo, tanto da cultura como da planta daninha. A cultura do arroz, independentemente da condição hídrica, teve o seu maior desenvolvimento, quando cultivada sem a convivência de *S. verticillata*. Por outro lado, quanto maior a densidade de plantas concorrentes em convivência com a cultura, menores foram os resultados das características avaliadas. Quanto à planta daninha obteve os maiores e menores valores para as características avaliadas, quando cultivadas na menor e maior densidade respectivamente.

## ABSTRACT

### INITIAL COMPETITION OF UPLAND RICE CULTIVARS TOLERANT TO DRY (JATOBÁ AND CATETÃO) WITH *Spermacoce verticillata* UNDER WATER STRESS

The breeding program developed by several research institutions have aimed to create upland rice cultivars tolerant to water stress. The fact that the cultures in the production systems are affected by weed competition bring a question concerning the behavior of such cultivars in this competitive possess. Therefore, the aim of this work was to evaluate the initial growing of rice cultivars that were known to be tolerant to dry (Jatobá and Catetão), under competition with different densities of the weed *S. verticillata*, under two water supplying conditions. The experiment was carried out under greenhouse conditions at the Estação Experimental da Universidade Federal do Tocantins, no Campus Universitário de Gurupi – TO, from October, 27 to December, 27 2008. The soil used was yellow-red dystrophic Latossol (EMBRAPA, 1999), obtained from the layer 0.0-0.20 m. The experimental design consisted of completely randomized blocs with four replications in a 2 x 2 x 4 factorial scheme, being 2 rice cultivars (Jatobá and Catetão), two water conditions (with and without water stress) and 4 densities (0, 2, 4 and 8 plants/pot) of *Spermacoce verticillata*. The experimental unities consisted of 0,3m<sup>3</sup> pots, with 4 plants of the cultures under four different densities of weeds per block. In both species the following characteristics were evaluated: leaf area, dry mass of leaves, dry mass of roots, total concentration and roots depth, besides the number of tillers specifically in the rice culture. The water stress and the increase in the density of *S. verticillata* plants in competition with the rice cultivars Jatobá and Catetão caused significant reductions in all vegetative components. The most affected components by the water stress were leaf area and dry mass of canopy. The cultivar Catetão was more resistant to water stress when compared to Jatobá. The cultivar Catetão was more competitive than the cultivar Jatobá when in competition with *S. verticillata*. The cultivar Jatobá reached the highest reduction capacity on the vegetative components of *S. verticillata* when grown without water stress.

## INTRODUÇÃO

O arroz de terras altas no Brasil apresenta uma produtividade média considerada baixa, principalmente quando o fator principal é a limitação da disponibilidade de água. Na região dos cerrados a deficiência hídrica tem causado muitos transtornos aos orizicultores, devido à irregularidade de distribuição das chuvas.

A cultura do arroz sob condições de deficiência hídrica ou menor disponibilidade de água durante as fases vegetativa e reprodutiva, promovem a redução na produção de matéria seca, teores de nutrientes da parte aérea e na extração de nutrientes até o florescimento (CRUSCIOL et al., 2003). De acordo com Taiz & Zeiger (1991), a limitação promovida na área foliar pode ser considerada como uma das primeiras reações das plantas ao déficit hídrico, que segundo Gerik et al. (1996), o equilíbrio entre a produção de assimilados e a demanda para o desenvolvimento dos órgãos reprodutivos torna-se severamente afetado pela redução na área foliar fotossinteticamente ativa.

Diversas pesquisas têm sido realizadas pela Embrapa Arroz e Feijão com o objetivo de selecionar genótipos superiores, considerados tolerantes à seca e com as características de adaptabilidade às regiões de cerrado, através de fatores fisiológicos e morfológicos responsáveis pela resistência à seca em cultivares de arroz de terras altas, servindo como suporte aos programas de melhoramento genético da cultura, com a perspectiva de obter cada vez mais indivíduos tolerantes à ambientes com escassez de água e com maior potencial de produção de grãos.

No entanto, outros fatores importantes que promovem a redução de produtividade das cultivares de arroz de terras altas às vezes são poucos lembrados, sendo considerado grave problema para a cultura. Dentre estes, podemos destacar a competição estabelecida entre a cultura e as plantas daninhas, podendo inviabilizar o cultivo do arroz de terras altas.

No Brasil, foram verificadas perdas de produção ocasionadas por plantas daninhas, variando de 57% a (AZEVEDO & COSTA, 1998) a 96% (ALCANTARA & CARVALHO, 1985). Estas reduções ocorrem devido às plantas daninhas apresentarem maior habilidade de competitiva sobre a cultura. Sendo importante ressaltar que, o arroz de terras altas é uma planta C<sub>3</sub> que apresenta baixo ponto de compensação luminoso e

baixa eficiência de uso de água, em comparação com plantas C<sub>4</sub> (BOUHACHE & BAYER, 1993).

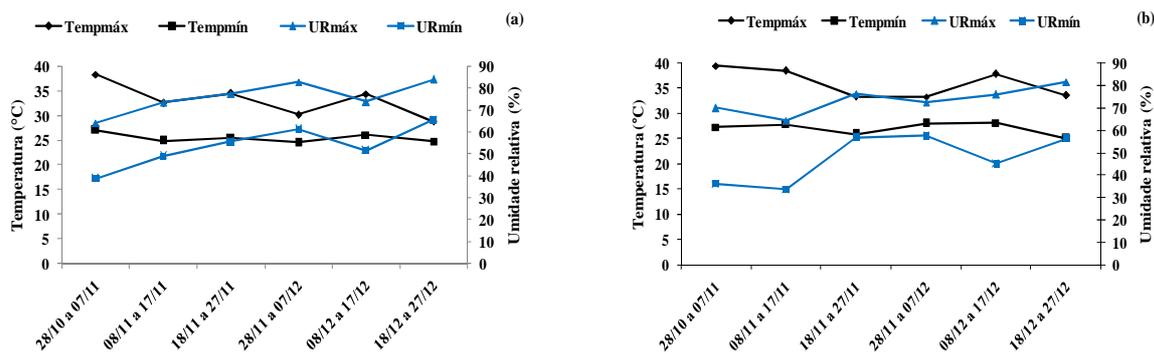
Nos últimos anos, pesquisas relacionadas à habilidade competitiva de cultivares com plantas daninhas vêm ganhando importância, principalmente porque a adoção de genótipos competitivos tem permitido reduzir os custos de produção aliado com os menores impactos ambientais (BALBINOT JR., 2003).

Embora se trabalhe com cultivares de arroz consideradas tolerantes à seca, é importante ter conhecimentos quanto a sua habilidade de competir quando em convivência com as plantas daninhas. Neste sentido, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento inicial de cultivares de arroz tolerantes à seca, quanto à sua capacidade competitiva, cultivadas em convivência com diferentes densidades da planta daninha *S. verticillata*, sob condição sem e com estresse hídrico.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO**

O experimento foi conduzido no período de 27 de outubro de 2008 a 27 de dezembro de 2008, em casa de vegetação, na Estação Experimental da Universidade Federal do Tocantins, no Campus Universitário de Gurupi – TO, localizada na região sul do estado do Tocantins, em altitude de 280 metros na localização de 11°43'45" de latitude e 49°04'07" de longitude. Segundo Köppen (1948), a classificação climática da região é do tipo B1WA'a', úmido com moderada deficiência hídrica, temperatura média anual de 29,5 °C, precipitação anual média de 1804 mm e duas estações bem definidas (verão chuvoso e inverno seco). Os dados climatológicos de temperaturas (máxima e mínima) e umidade relativa do ar (máxima e mínima), ocorridos durante a condução do experimento, foram coletados através de um termohidrógrafo instalado no interior da estufa (Figura 1).



**Figura 1.** Médias de temperaturas máxima (Temp<sub>máx</sub>) e mínima (Temp<sub>mín</sub>) em (°C), umidade relativa do ar máxima (UR<sub>máx</sub>) e mínima (UR<sub>mín</sub>) em (%), a cada 10 dias, coletadas no intervalo às 9:00 hs (Figura 1(a)) e às 15:00 hs (Figura 1(b)), durante o período de outubro a dezembro de 2008, em casa de vegetação, no município de Gurupi, Tocantins.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos inteiramente casualizados, em esquema fatorial 2 x 2 x 4, com quatro repetições, duas cultivares de arroz (Jatobá e Catetão) sob duas condições hídricas e quatro densidades de *Spermacoce verticillata*. As unidades experimentais foram constituídas por canos de pvc de 1m de comprimento, 300 mm de diâmetro e capacidade de 0,3 m<sup>3</sup>. Cada parcela experimental foi constituída por quatro plantas da cultura combinando com duas condições hídricas (sem e com estresse hídrico) da irrigação real necessária e 4 densidades, 0, 2, 4 e 8 de *Spermacoce verticillata*.

O solo utilizado foi retirado da camada 0,0-0,20 cm, classificado como Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico (EMBRAPA, 1999). Antes da instalação do experimento, foram coletadas amostras de solo da área para a realização da análise química e física, cujos resultados são apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Análise química e física do solo (0,0-0,20m) da área experimental, realizada 20 setembro de 2008.

Análise de solo												
cmol Dm <sup>-3</sup>					mg dm <sup>-3</sup> (ppm)		(%)	(CaCl <sub>2</sub> )	(H <sub>2</sub> O)	Textura (%)		
Ca	Mg	Al	H+Al	K	K	P(mel)	Mat.Org.	pH		Areia	Silte	Argila
1,65	0,47	0,08	3,23	0,06	21,5	0,6	3	5,2	5,6	66,9	3,8	29,3

A adubação foi realizada de acordo as recomendações técnicas da Embrapa para a cultura de arroz de terras altas (EMBRAPA, 2003). Cada unidade experimental recebeu 3,83g de sulfato de amônia, 12g de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 2,27g de KCL. Sendo que para K e N, fez se necessário o parcelamento da adubação de cobertura, realizada aos trinta dias após a emergência (DAE). No dia 27/10/08, todas as unidades

experimentais foram elevadas a sua capacidade de campo e em seguida realizado plantio das cultivares de arroz e da planta daninha *S. verticillata*.

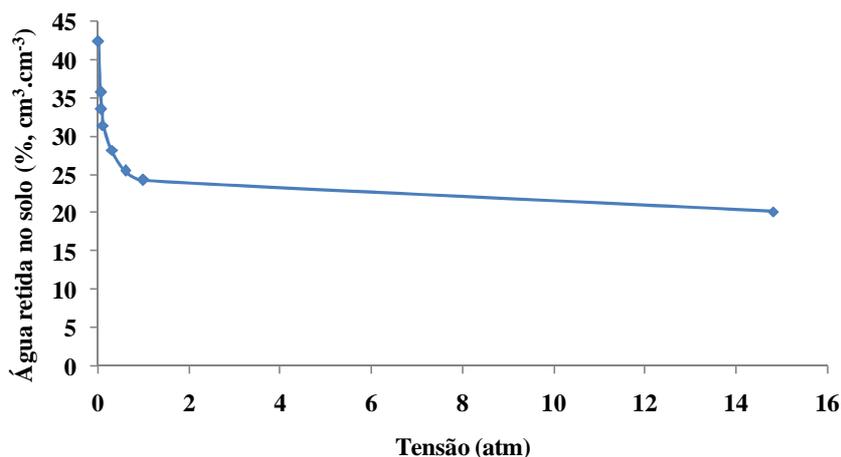
## MANEJO DA IRRIGAÇÃO

Inicialmente, foram coletadas amostras indeformadas de solo, que foram enviadas para o laboratório de física do solo da Embrapa arroz e feijão, para obtenção da curva característica da água do solo. Antes do plantio, para realizar o manejo da irrigação, foram instaladas 2 baterias de tensiômetros em cada tratamento, totalizando 32 baterias, sendo que, cada bateria era composta por um tensiômetro instalado a 15 cm de profundidade, chamado de tensiômetro de decisão, e outro a 30 cm para o monitoramento da água dentro da coluna de solo.

O manejo da irrigação foi dividido em duas etapas, a primeira foi iniciada no período de 27 outubro a 6 de novembro de 2008. Na primeira irrigação todos os tratamentos tiveram o teor de água no solo elevado à capacidade de campo. A reposição da água foi realizada diariamente, com base na evapotranspiração de referência ( $ET_o$ ,  $\text{mm dia}^{-1}$ ) e no coeficiente da cultura ( $kc$ ), conforme proposto por Silva & Assad (2001), estimando-se a evapotranspiração máxima da cultura ( $ET_m$ ,  $\text{mm dia}^{-1}$ ), pela equação:  $ET_m = kc \times ET_o$ . A partir dos valores de  $ET_m$ , foram repostas as lâminas de água para cada unidade experimental.

A evapotranspiração de referência ( $ET_o$ ) foi determinada pela equação de Penman-Monteith (FAO), através de dados obtidos da estação meteorológica da UFT, à aproximadamente 500 metros de distância do experimento.

A segunda etapa iniciou-se no dia 07 de novembro de 2008 até 27 de Dezembro de 2008, onde a partir da curva de retenção da água no solo (Figura 2) se determinou a quantidade de água necessária para irrigação das cultivares de arroz (Jatobá e Catetão), sendo que os tratamentos sob estresse hídrico foi estabelecido levando em consideração a metade da água real necessária para cultura.



**Figura 2.** Curva de retenção de água no solo

A umidade do solo foi monitorada diariamente pelos tensiômetros de decisão, sendo mantida em condições adequadas, com potencial matricial maior que  $-0,025$  MPa (STONE ET AL., 1986).

## CARACTERÍSTICAS AVALIADAS

Todas as características foram avaliadas quando completou 57 dias após a emergência, sendo em seguida realizado o desmonte das unidades experimentais. As características avaliadas para as cultivares de arroz foram: altura de plantas, número de perfilhos, área foliar, matéria seca da parte aérea, matéria seca de raízes, matéria seca total, concentração e profundidade de raízes. Enquanto que para planta daninha *S. Verticillata* foram avaliados área foliar, matéria seca da parte aérea, matéria seca de raízes, matéria seca total, concentração e profundidade de raízes.

A altura de plantas foi realizada com o auxílio de uma régua graduada, sendo avaliada a partir do colo da planta até a extremidade da folha mais longa, com o limbo foliar distendido.

Quanto ao número de perfilho foi realizada a contagem e obtido a média de uma planta por unidade experimental.

A área foliar das cultivares de arroz e *S. verticillata*, foi determinada pelo método de imagens digitais. Para captura das imagens digitais foi utilizado uma câmera da marca Mitsuca, modelo DC7328BR, 7,0 mega pixels. De acordo com Camara et al. (1996), este método consiste na captura de imagens das folhas por meio de uma câmera

fotográfica e seu processamento pelo software SPRING (Sistema de processamento de informações georeferenciadas). A determinação da área foliar foi realizada com base na escala (variável) e na resolução em que foram obtidas as imagens (300 dpi). Os dados obtidos destas imagens são usados como dados de entrada para o software SPRING, para determinar a área de cada *pixel* que compõe a imagem e integrar os elementos pertencentes à mesma categoria. O processo de determinação da escala da fotografia no SPRING procedeu da seguinte forma: as folhas foram dispostas abertas sobre uma cartolina de coloração azul, com dimensões de 25 x 25 cm. As ondulações e rugosidades foram eliminadas com uma chapa de vidro transparente com as mesmas dimensões da cartolina. A partir daí foi realizado o cálculo da resolução inicial, sem correção, para os valores X e Y, que foram feitas pela seguinte equação 1:  $Res_{ini} = 2,54 (cm)/dpi$ , sendo que  $res_{ini}$  é a resolução inicial do eixo i (cm) e dpi, a resolução em que é obtida a imagem (dpi). Em seguida procedeu com a importação das imagens pelo software SPRING e, devido ao ângulo e distância variáveis em que foram obtidas, fez se necessário a correção da escala na análise de cada foto, conforme a equação 2:  $res_{fin} = res_{ini} (Vo_{ei}/Vm_{ei})$ . Em que  $res_{fin}$  é a resolução final do eixo i (cm),  $res_{ini}$  é a resolução inicial do eixo i (cm),  $Vo_{ei}$  é o valor original do eixo i e  $Vm_{ei}$  é o valor medido do eixo i. Após foi determinado as dimensões dos *pixels* em X e Y. Em seguida as imagens foram classificadas automaticamente pelo software, o que permitiu dimensionar a área de cada folha, de acordo com a seguinte equação 3:

$$AF_{id} = \sum_{i=1}^n res_{finxi} \times res_{finyi}$$

Em que  $AF_{id}$  é definido como AF medida pelo método imagem digital ( $cm^2$ ), i é o índice utilizado para representar os elementos classificados como folha,  $i=1, \dots, n$ ,  $res_{finxi}$  é a resolução final do *pixel*, no eixo X, na posição i, e  $res_{finyi}$  é a resolução final do *pixel*, no eixo Y, na posição i.

Para determinação do peso seco dos componentes vegetativos (parte aérea, raízes e total) de ambas as espécies, foram colocadas a secar em estufa de circulação de ar forçado a 70 °C, até apresentarem peso constante.

As raízes foram separadas por espécie, fotografadas e medida suas concentrações (região onde havia concentração de mais de 90% das mesmas) e profundidades através de fita métrica.

Os dados avaliados aos 57 (DAE) foram submetidos à análise de variância (ANAVA), e quando o valor de F apresentou significativo ao nível de 5% de probabilidade, aplicou-se o teste de Tukey para comparação das médias.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **Número de Perfilhos por planta**

Na figura 3, descreve-se o comportamento do número de perfilhos por planta de cultivares de arroz (Jatobá e Catetão) em função da convivência (2, 4 e 8 plantas/vaso), ou não, de *Spermacoce verticillata*, sob duas condições hídricas (sem e com estresse hídrico), 57 dias após a emergência (DAE).

A maior quantidade de perfilhos por planta foi constatada quando as cultivares cresceram sem a convivência da planta daninha, independentemente da condição hídrica (Figura 3 (a) e 3 (b)). Na ausência de estresse hídrico verificaram-se valores de 14,62 e 14,5 perfilhos/planta para as cultivares Jatobá e Catetão, respectivamente. Enquanto, sob condições de estresse hídrico, estes valores corresponderam a 9,81 e 8,94 perfilhos/planta, respectivamente, o que representa reduções de 32,91 e 31,90 % na mesma ordem.

Diferenças significativas entre densidades dentro de cada condição hídrica foram identificadas somente na cultivar Jatobá, entre o tratamento 0 plantas/vaso e os demais, na condição sem estresse hídrico (Figura 3 (a) e (b)).

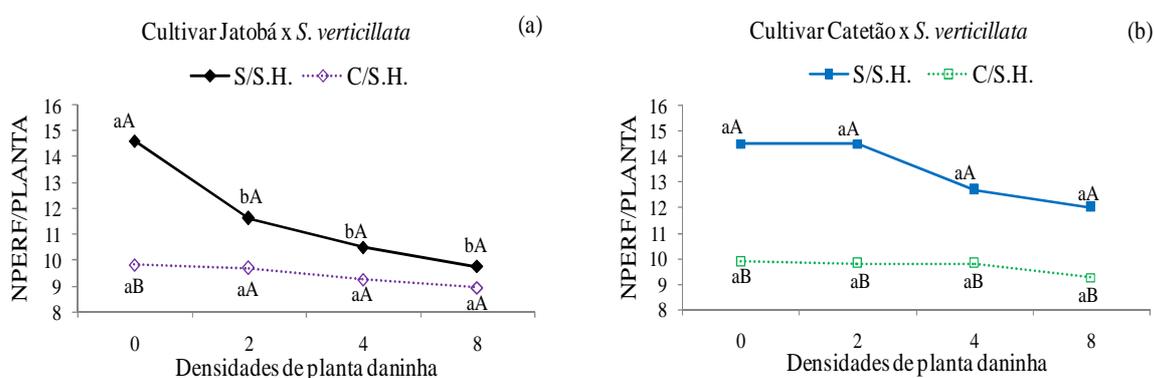
Quando se compara o número de perfilhos produzidos pela cultura de arroz em cada condição hídrica imposta nas diferentes densidades de convivência com a planta daninha, verificam-se diferenças significativas em todos os tratamentos na cultivar Catetão, enquanto na cultivar Jatobá isto foi verdadeiro somente para a densidade de 0 plantas/vaso.

Fornasieri filho & Fornasieri (1993), afirmam que quando a deficiência hídrica chega ser de forma intensa, o perfilhamento pode ser diminuído, afetando o número de colmos por área plantada.

Silva (2006) trabalhando com períodos de interferência das plantas daninhas na cultura do arroz de terras altas constatou redução do número de perfilhos das cultivares IAC-202 (53,6%) e Caiapó (31%) na colheita ao se comparar a

interferência das plantas daninhas por 70 DAE com a testemunha sem a interferência da comunidade infestante.

O aumento da densidade de plantas de *S. verticillata* convivendo com a cultura do arroz promoveu uma redução na produção de perfilhos, sendo mais expressiva na condição de estresse hídrico, independente do cultivar utilizado. No entanto, quando se avalia o efeito competitivo de 8 plantas/vaso comparado ao tratamento de 0 plantas/vaso, verifica-se que as menores reduções no número de perfilhos corresponderam ao cultivar Catetão, com valores de 17,24 e 6,36% quando cultivado sem e com estresse hídrico, respectivamente (Figura 3(b)). Nesta mesma situação, a cultivar Jatobá apresenta reduções de 33,33 e 8,92% (Figura 3(a)).



**Figura 3.** Comportamento do número de perfilhos (NPERF) por planta de arroz (cultivares Jatobá e Catetão) avaliados aos 57 dias após a emergência, cultivadas em convivência com diferentes densidades (0, 2, 4 e 8 plantas/vaso) de *S. verticillata*, sob estresse hídrico (S/S.H.) e com estresse hídrico (C/S.H.).

Médias seguidas pela mesma letra minúscula entre as densidades dentro de cada situação hídrica, não se diferenciam estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas pela mesma letra maiúsculas dentro de cada densidade entre as condições hídricas, não se diferenciam estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

### Área foliar das cultivares de Arroz

A área foliar total (AFT) das cultivares de arroz (Jatobá e Catetão) convivendo com diferentes densidades de *S. verticillata* em duas condições hídricas (57 DAE) está representada na Figura 4.

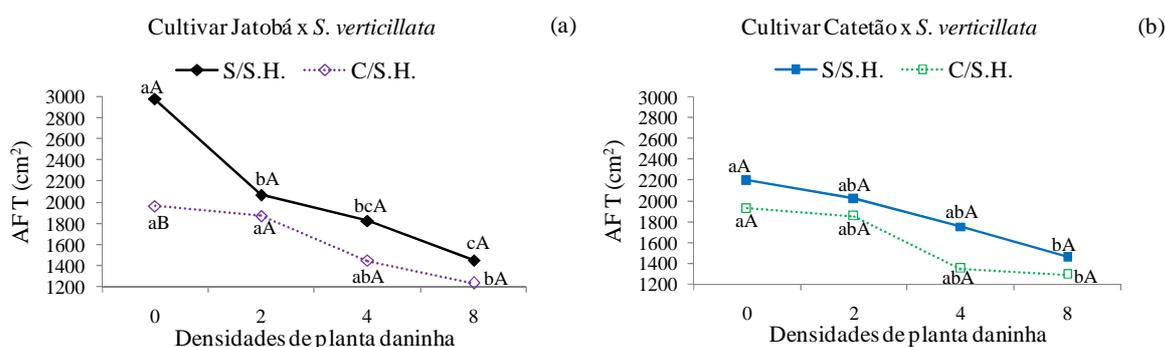
As cultivares de arroz quando cultivadas sem a convivência de *S. verticillata* e na ausência de estresse hídrico apresentaram os maiores valores de área foliar correspondendo a 2974,09 e 2194,76 cm<sup>2</sup> para as cultivares Jatobá e Catetão,

respectivamente. A imposição de estresse hídrico reduziu significativamente a área foliar na cultivar Jatobá em 34,06%, enquanto a cultivar Catetão, mesmo não apresentando diferença significativa, foi de 12,25%.

O incremento do número de plantas de *S. verticillata* convivendo com a cultura de arroz reduziu a área foliar das plantas independentemente da condição hídrica e cultivar utilizada, no entanto, sempre em menor grau na cultivar Catetão (Figura 4(a) e (b)).

Na ausência de estresse hídrico, a área foliar da cultivar Jatobá quando crescida sem a convivência da planta daninha (Figura 5(a)), diferiu significativamente dos demais tratamentos onde se incrementou a densidade da planta daninha, enquanto sob condição de estresse hídrico esta diferença foi constatada somente com o maior nível de competição (8 plantas/vaso). Nestas mesmas condições, o cultivar Catetão apresentou significância tão somente no tratamento de 8 plantas/vaso (Figura 5(b)), independentemente da condição hídrica.

A presença de 8 plantas *S. verticillata* comparada ao tratamento sem a convivência da planta daninha, promoveu reduções na área foliar da cultivar Jatobá na ordem de 51,19 e 37,17% nas condições sem e com estresse hídrico, respectivamente. Na cultivar Catetão estes valores corresponderam a 33,60 e 33,04%, respectivamente.



**Figura 4.** Comportamento da área foliar total (AFT) das cultivares de arroz (Jatobá e Catetão) avaliados aos 57 dias após a emergência, cultivadas em convivência com diferentes densidades (0, 2, 4 e 8 plantas/vaso) de *S. verticillata*, sob estresse hídrico (S/S.H.) e com estresse hídrico (C/S.H.).

Médias seguidas pela mesma letra minúscula entre as densidades dentro de cada situação hídrica, não se diferenciam estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas pela mesma letra maiúsculas dentro de cada densidade entre as condições hídricas, não se diferenciam estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## Massa seca dos componentes vegetativos das cultivares de arroz

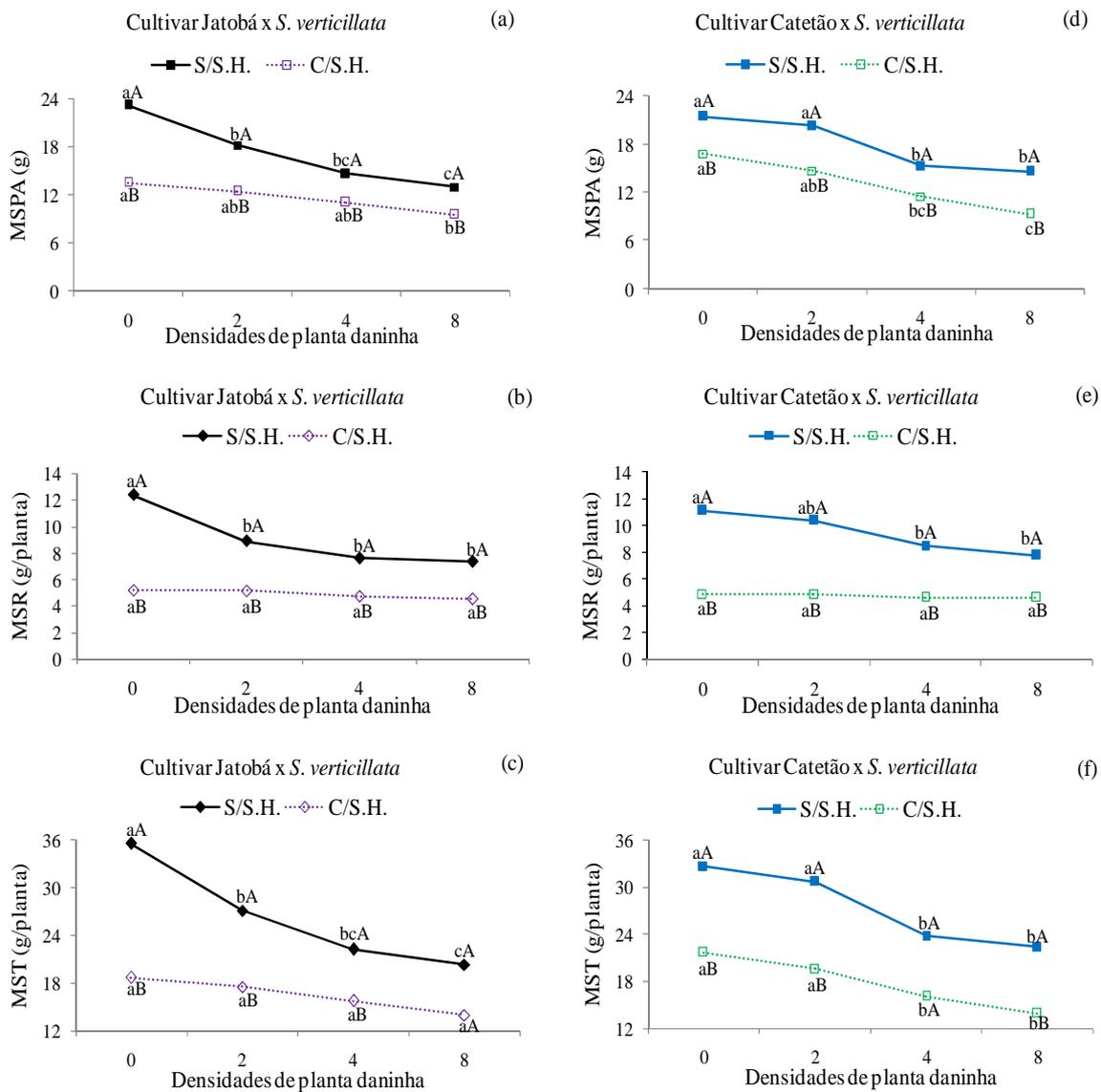
A indução do estresse hídrico e convivência de diferentes densidades da planta daninha *S. verticillata*, acarretou decréscimos no acúmulo de massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raízes (MSR) e massa seca total (MST) das cultivares de arroz Jatobá e Catetão (Figura 5).

Quando as plantas de arroz cresceram sem a presença da planta daninha (0 plantas/vaso), a imposição de estresse hídrico promoveu reduções nos componentes MSPA, MSR e MST da cultivar Jatobá, de 41,70, 58,22 e 47,45%, respectivamente (Figuras (a), (b) e (c)). Enquanto na cultivar Catetão, estes valores corresponderam a 21,60, 56,69 e 33,61%, respectivamente (Figura 5 (d), (e) e (f)).

Dentro de cada densidade de *S. verticillata* o estresse hídrico proporcionou redução da MSPA, MSR e MST em ambas cultivares de arroz, sendo significativo para todos os tratamentos, independentemente da cultivar, exceto para a característica MST da cultivar Jatobá em convivência com 8 plantas daninhas, e da cultivar Catetão cultivada em convivência com 4 plantas daninhas (Figura 5 (c) e (f)).

O incremento da densidade de *S. verticillata* em convivência com as cultivares de arroz promoveu redução da MSPA, MSR e MST, independentemente da cultivar e da condição hídrica estabelecida, porém em maior grau na cultivar Jatobá.

A convivência com 8 plantas daninhas/vaso comparado ao tratamento de 0 plantas/vaso, na condição sem estresse hídrico, promoveu a redução dos componentes MSPA, MSR E MST na cultivar Jatobá, de 43,81, 40,64 e 42,71 %, respectivamente. Quando foi imposto o estresse hídrico, estas reduções foram correspondentes a 29,67, 12,57 e 24,92%, respectivamente (Figura 5 (a), (b) e (c) ). Esta mesma análise feita para a cultivar Catetão expressou reduções na condição sem estresse hídrico, de 32,04, 30,22 e 31,44 %, respectivamente, enquanto com estresse hídrico corresponderam a 44,74, 4,33 e 35,69%, respectivamente (Figura 5 (d), (e) e (f) ).



**Figura 5.** Comportamento do acúmulo de matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca de raízes (MSR) e matéria seca total (MST) das cultivares de arroz de terras altas (Jatobá e Catetão) avaliados aos 57 dias após a emergência, cultivadas em convivência com diferentes densidades (0, 2, 4 e 8 plantas/vaso) de *S. verticillata*, sob estresse hídrico (S/S.H.) e com estresse hídrico (C/S.H.).

Médias seguidas pela mesma letra minúscula entre as densidades dentro de cada situação hídrica, não se diferenciam estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas pela mesma letra maiúsculas dentro de cada densidade entre as condições hídricas, não se diferenciam estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

### Concentração e profundidade de raízes das cultivares de arroz

As maiores concentrações de raízes (CR) correspondentes aos cultivares Jatobá e Catetão quando cultivadas sem a convivência de *S. verticillata*, na condição

sem estresse hídrico, situaram-se nas profundidades de 30,5 e 25,0 cm, respectivamente (Figura 6 (a) e (c)).

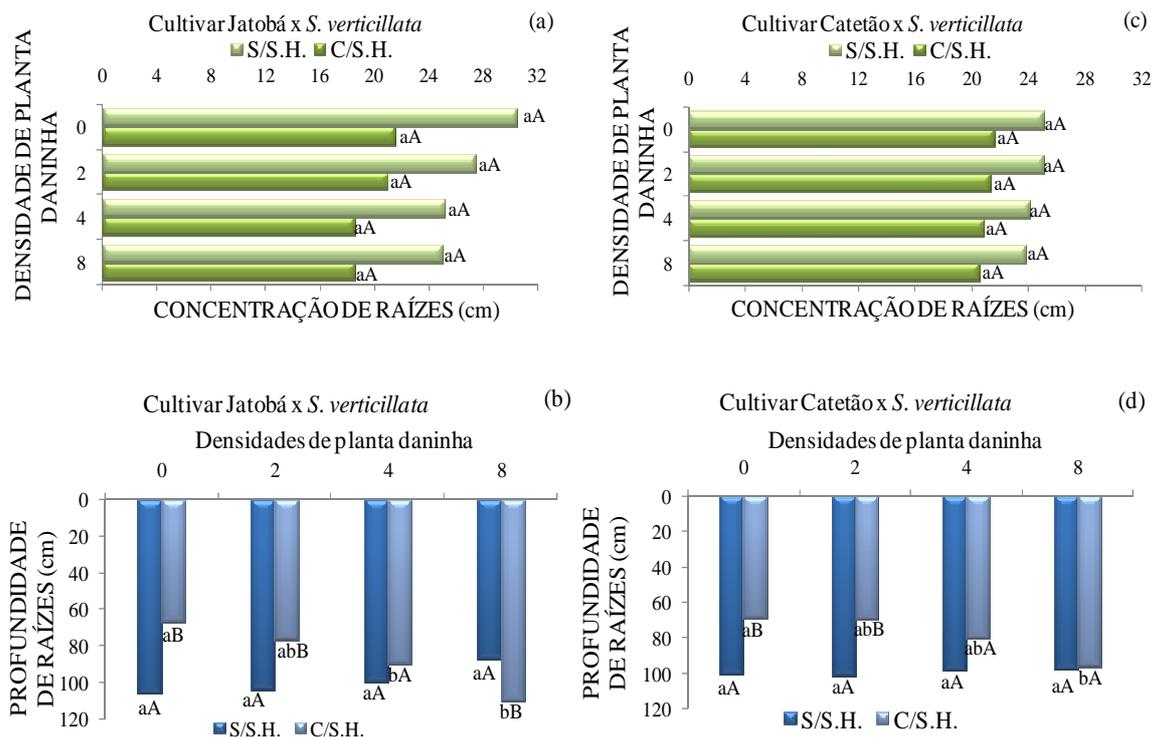
O estresse hídrico somente promoveu redução significativa da CR na cultivar Jatobá, especificamente dentro dos tratamentos de densidade de planta daninha. Quando se comparam os tratamentos sem e com estresse hídrico de plantas de arroz crescidas sem a convivência da planta daninha, verificam-se reduções na concentração de raízes na ordem de 29,51 e 14% nas cultivares Jatobá e Catetão, respectivamente.

Quando as cultivares de arroz (Jatobá e Catetão) conviveram com 8 plantas daninhas/vaso, na ausência de estresse hídrico, apresentaram reduções de 18,03 e 5,20% na concentração de raízes. No entanto, na condição de estresse hídrico estes valores corresponderam a 13,95 e 4,65% (Figura 6 (a) e (c)).

As maiores profundidades de raízes nas plantas de arroz foram verificadas nas condições sem estresse hídrico e sem a convivência da planta daninha, com valores máximos de 105,75 e 100,5 cm para cultivares Jatobá e Catetão, respectivamente (Figura 6 (b e d)).

Na ausência de estresse hídrico, observa-se que quanto maior foi o nível de competição de *S. verticillata*, menores foram as profundidades de raízes constatadas, independentemente da cultivar de arroz, no entanto, quanto foi imposto o estresse hídrico e aumentou-se o número de plantas daninhas convivendo com os cultivares de arroz, verificou-se uma resposta de maior aprofundamento das raízes (Figura 6(b e d)).

Quando se compara a profundidade de raízes alcançada pela cultivar Jatobá nos tratamentos de 0 plantas daninhas/vaso e 8 plantas daninhas/vasos em condições de estresse hídrico, constatam-se valores de 67,50 cm e 110,50 cm, respectivamente. Já na cultivar Catetão estes valores foram de 69,25 e 96,25 cm, respectivamente.



**Figura 6.** Comportamento da concentração de raízes (CR) e profundidade de raízes (PR) das cultivares de arroz (Jatobá e Catetão) avaliados aos 57 dias após a emergência, cultivadas em convivência com diferentes densidades (0, 2, 4 e 8 plantas/vaso) de *S. verticillata*, sob estresse hídrico (S/S.H.) e com estresse hídrico (C/S.H.).

Médias seguidas pela mesma letra minúscula entre as densidades dentro de cada situação hídrica, não se diferenciam estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas pela mesma letra maiúsculas dentro de cada densidade entre as condições hídricas, não se diferenciam estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

### Área foliar de *Spermacoce verticillata*

A representação gráfica do comportamento da área foliar das plantas de *Spermacoce verticillata* convivendo com dois cultivares de arroz, plantadas em diferentes densidades e condições hídricas, pode ser observada na Figura 7.

O estresse hídrico promoveu redução significativa na área foliar (AF) de *S. verticillata* na densidade de 2 plantas/vaso convivendo com a cultivar Jatobá (47,88%) (Figura 7(a)). No entanto, quando em convivência com a cultivar Catetão, mesmo não apresentando ( $p \leq 0,05$ ), o estresse hídrico reduziu a área foliar da planta daninha em 26,86%.

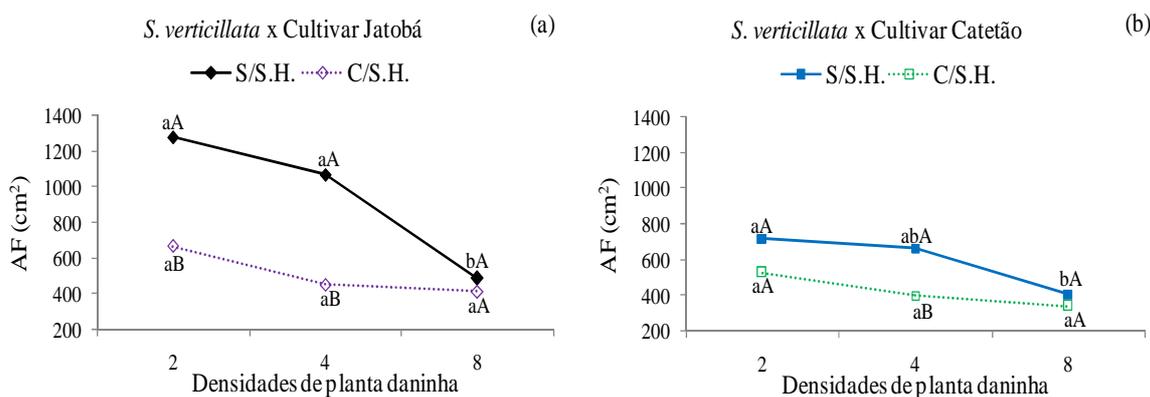
A área foliar de *S. verticillata* na densidade de 2 plantas/vaso foi superior quando cultivada em convivência com a cultivar Jatobá, com valores de 1278,6 e 486,27 cm<sup>2</sup> nas condições sem e com estresse hídrico, respectivamente. No

entanto, quando cultivada em convivência com a cultivar Catetão os valores foram de 666,4 e 404,02 cm<sup>2</sup>.

Taiz & Zeiger (1991) citam que esta pode ser considerada a primeira reação das plantas em relação ao déficit hídrico. Segundo Correia et al. (2004), esse tipo de resposta poderá estar associada a um mecanismo de tolerância ao estresse hídrico, sendo que sob condições de baixa disponibilidade de água no solo, as plantas investem mais biomassa no sistema radicular, com o objetivo de elevar sua capacidade de absorção de nutrientes.

A área foliar de *S. verticillata* diminuiu com o aumento da sua densidade por vaso, independentemente da condição hídrica (Figura 7), com diferença significativa somente entre o tratamento 2 plantas/vaso e os outros tratamentos, na ausência de estresse hídrico, independentemente da cultivar em convivência (Figura 7).

No tratamento de maior densidade da planta daninha e na ausência do estresse hídrico, a AF de *S. verticillata* quando cultivada em convivência com a cultivar Jatobá foi reduzida em 61,97%, valor este superior daquele verificado quando em convivência com a cultivar Catetão (43,66%). Já quando conviveu sob estresse hídrico, estas reduções foram na ordem de 38,13% e 35,71%, respectivamente.



**Figura 7.** Comportamento da área foliar (AF) de *S. verticillata*, cultivada em diferentes densidades (2, 4 e 8 plantas/vaso), em convivência com as cultivares de arroz (Jatobá e Catetão), avaliadas aos 57 dias após a emergência, sob estresse hídrico (S/S.H.) e com estresse hídrico (C/S.H.).

Médias seguidas pela mesma letra minúscula entre as densidades dentro de cada situação hídrica, não se diferenciam estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas pela mesma letra maiúsculas dentro de cada densidade entre as condições hídricas, não se diferenciam estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

### Massa Seca dos componentes vegetativos de *Spermacoce verticillata*

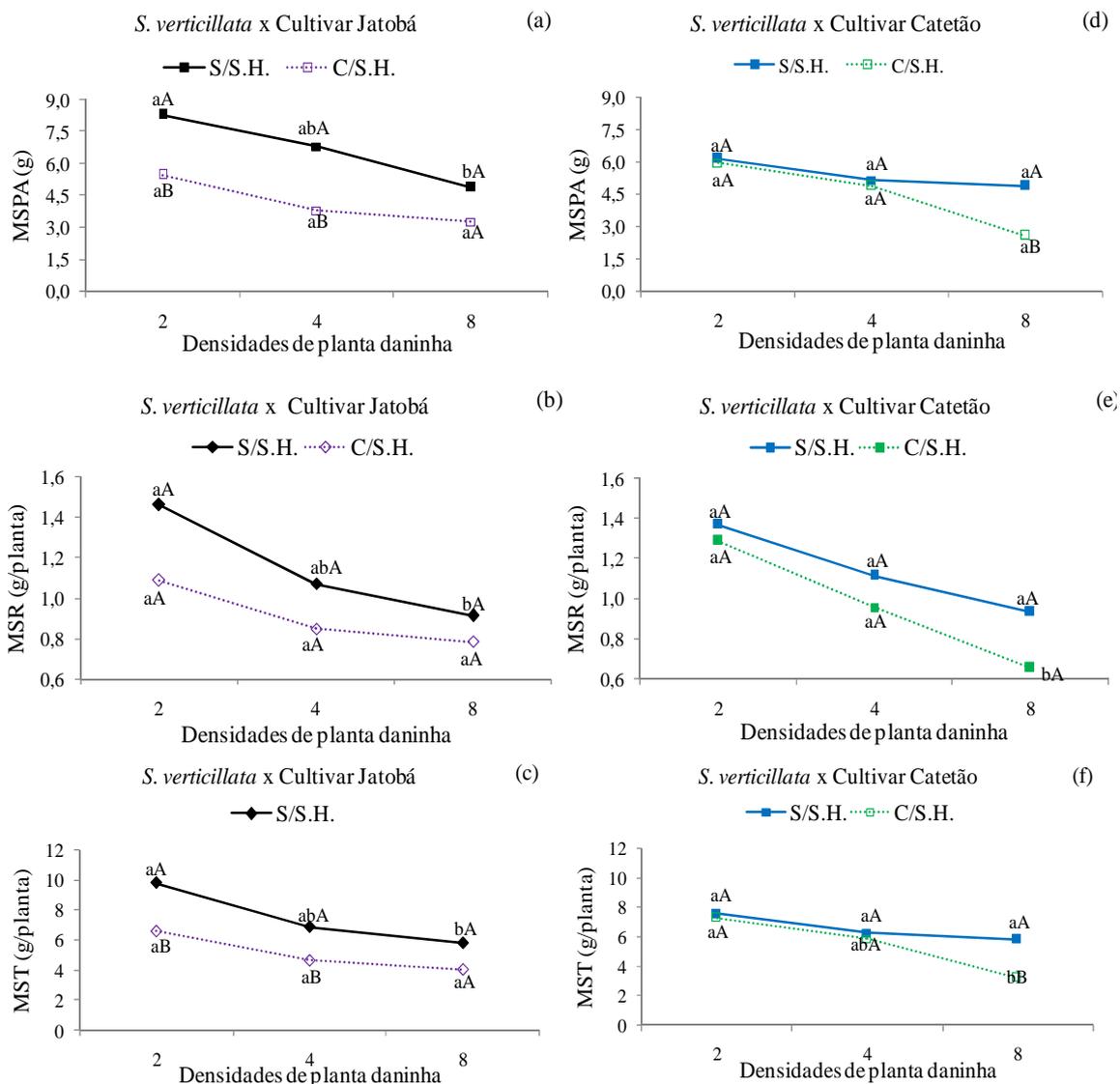
Os maiores valores da MSPA, MSR e MST de *S. verticillata*, 57 DAE em convivência com as cultivares de arroz foram constatados na mais baixa densidade da planta daninha, independentemente da condição hídrica (Figura 8).

Quando as plantas de *S. verticillata* conviveram com a cultivar Jatobá na menor densidade (2 plantas/vaso), o efeito da cultura sob condições de estresse hídrico promoveram redução nos componentes MSPA, MSR e MST da planta daninha de 34,06, 25,58 e 32,83%, respectivamente (Figuras 8 (a), (b) e (c)). Enquanto na convivência com a cultivar Catetão, estes valores corresponderam a 3,25, 5,93 e 1,07%, respectivamente (Figura 8 (d), (e) e (f)).

Esta diferença na redução imposta entre os cultivares explica-se pelos menores valores de massa seca dos componentes vegetativos da planta daninha, registrados quando a mesma conviveu com a cultivar Catetão em condições sem estresse hídrico. Dessa forma, a diferença dos valores em relação à massa seca alcançada na condição com estresse hídrico foi menor. Isto demonstra, uma vez mais, o poder mais competitivo da cultivar Catetão sobre a planta daninha.

Na densidade da planta daninha de 8 plantas/vaso, a redução nos componentes MSPA, MSR e MST da planta daninha foi de 32,99, 14,06 e 30,06% respectivamente, quando em convivência com a cultivar de arroz Jatobá, enquanto que, em convivência com a cultivar Catetão essa redução foi de 47,13, 29,80 e 44,36%, respectivamente. Estes resultados ressaltam novamente o efeito superior da cultivar Catetão em comparação à Jatobá, apesar de que estes resultados poderão estar influenciados pelo próprio efeito de competição intra-específica da planta daninha.

De acordo com Pitelli (1985), quando as plantas daninhas estão em baixas densidades o potencial de interferência de cada indivíduo pode ser expresso com maior intensidade. Por outro lado, quanto maior for a densidade planta daninha e mais desenvolvida ela estiver, mais intensa será a competição intra e interespecífica.



**Figura 8.** Comportamento do acúmulo de matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca das raízes (MSR) e matéria seca total (MST) da planta daninha *S. verticillata* cultivada em diferentes densidades (2, 4 e 8), convivendo com duas cultivares de arroz de terras altas (Jatobá e Catetão), avaliados aos 57 dias após a emergência, sob estresse hídrico (S/S.H.) e com estresse hídrico (C/S.H.).

Médias seguidas pela mesma letra minúscula entre as densidades dentro de cada situação hídrica, não se diferenciam estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas pela mesma letra maiúsculas dentro de cada densidade entre as condições hídricas, não se diferenciam estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

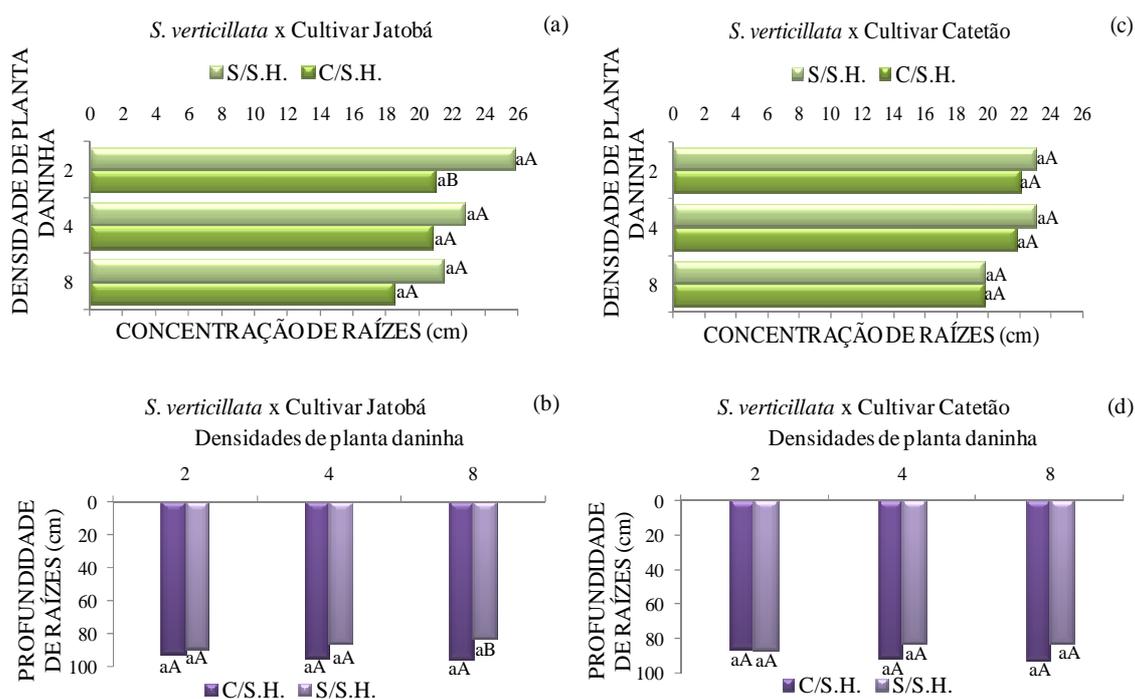
### Concentração e profundidade de raízes de *S. verticillata*

As maiores concentrações de raízes (CR) de *S. verticillata* foram verificadas aos 25,7 cm quando cultivada em convivência com a cultivar Jatobá, no tratamento de 2 plantas/vaso e na ausência de estresse hídrico, enquanto que em convivência com a cultivar Catetão esta concentração foi nos primeiros 21 cm. Nesta

mesma situação, porém sob condições de estresse hídrico, as profundidades foram de 23 e 22 cm, respectivamente (Figura 9 (a) e (c)).

O incremento da densidade de planta daninha promoveu redução da CR de *S. verticillata*, independentemente da condição hídrica e da cultivar em convivência, porém não significativa.

As maiores profundidade de raízes de *S. verticillata* foram constatadas quando esta foi desenvolvida junto com os cultivares de arroz na maior densidade (8 plantas/vaso) e sob condição de estresse hídrico, apresentando valores de 95 e 93 cm, quando em convivência com as cultivares Jatobá e Catetão, respectivamente (Figura 9 (b) e (d)). Estes valores corresponderam a 82,5 e 83,25 cm quando a planta daninha foi desenvolvida sem estresse hídrico e em convivência com o cultivar Jatobá e Catetão, respectivamente (Figura 9 (b) e (d)).



**Figura 9.** Comportamento da concentração de raízes (CR) e profundidade de raízes (PR) de *S. verticillata* cultivada em diferentes densidades (0, 2, 4 e 8 plantas/vaso), em convivência com as cultivares de arroz (Jatobá e Catetão), avaliadas aos 57 dias após a emergência, sob estresse hídrico (S/S.H.) e com estresse hídrico (C/S.H.).

Médias seguidas pela mesma letra minúscula entre as densidades dentro de cada situação hídrica, não se diferenciam estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas pela mesma letra maiúsculas dentro de cada densidade entre as condições hídricas, não se diferenciam estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Ao se analisar de uma forma integrada os dados constata-se a diferença de resposta das cultivares de arroz ao estresse hídrico, expressa pela menor redução verificada nos componentes vegetativas do Cultivar Catetão. Destes, a área foliar e matéria seca da parte aérea foram as que mais foram afetadas pela carência de água, sendo esta última explicada pela redução do número de perfilhos.

O suprimento adequado de água às plantas é de extrema importância no seu desenvolvimento vegetal uma vez que esta participa praticamente em todos os processos metabólicos. Taiz e Zeiger (2006) explicam que o primeiro efeito biológico significativo do estresse hídrico é a redução de turgor que se expressa na expansão foliar, o que afeta a fotossíntese.

Assim sendo, plantas crescidas sob condição de estresse diminuem a produção e translocação de fotoassimilados afetando severamente o desenvolvimento dos seus órgãos vegetativos e reprodutivos, como consequência da diminuição da área foliar fotossinteticamente ativa (GERIK, et al., 1996).

Esta diferença entre os cultivares Jatobá e Catetão em relação à tolerância ao estresse hídrico certamente está relacionada à capacidade diferencial fisiológica, existentes entre eles, e impressas na sua genética. Sendo assim aspectos relacionados ao controle de fechamento de estômatos, ajuste osmótico e sinais químicos (exemplo do ácido absísico) ao estresse hídrico, explicam isto (TAIZ e ZEIGER, 2006). Gomes et al. (1997) verificaram isto em cultivares de arroz de sequeiro, explicando que as diferenças na capacidade de resistência a seca constatadas deu-se pela variabilidade na sensibilidade ao movimento estomático e concentração de ácido absísico nas folhas. Concenço et al. (2007) explicam a maior capacidade competitiva de biótipos de azevem (*Lolium multiflorum*) em situação de estresse hídrico, a eficiência no uso da água relacionado a menor eficiência na absorção e fluxo da água pela corrente transpiratória e o menor tempo de abertura estomática.

Algumas plantas com maior resistência ao estresse hídrico possuem a capacidade de ajustes osmóticos através do acúmulo de aminoácidos a exemplo da prolina (TAIZ e ZEIGER 2006; MEDEIROS, 2008). Carvalho et al. (2005) cita que plantas de *Tanacetum parthenium* apresentaram teores de prolina variando de 9 a 14 ug/g de massa fresca em condições de irrigação normal, e quando esta foi reduzida a 50% estes teores variaram de 27 a 32 ug/g de massa fresca.

A redução no acúmulo de massa seca pelas plantas além do descrito anteriormente, está relacionado também à menor capacidade de absorção de nutrientes do solo nas condições de restrição hídrica. Crusciol et al. (2003) constataram redução expressiva na absorção de nutrientes e consequente queda da produção de grãos em plantas de arroz de terras altas que foram irrigadas com lâminas de água inferiores a exigida pela cultura.

Uma das formas que as plantas respondem ao estresse hídrico é na modificação na partição dos carboidratos nos diferentes órgãos vegetativos. Assim um mecanismo de tolerância ao estresse hídrico é a maior alocação de biomassa no sistema radicular em detrimento a parte aérea das plantas (CORREIA et al., 2004). Estes autores verificaram em plantas de amendoim, aumento na relação raiz/parte aérea na ordem de 0,179 a 0,313 (42,8%) quando comparadas plantas desenvolvidas sem e com estresse hídrico, respectivamente. Pinto et al. (2008) verificaram que a deficiência hídrica causou incremento significativo nas relações matéria seca raiz/matéria seca parte aérea de 46,4 e 38,20% em plantas de amendoim e gergilim, respectivamente, enquanto na cultura da mamona não foram registradas diferenças.

No caso específico do presente trabalho, constatou-se que as duas cultivares de arroz apresentaram uma maior relação de massa seca raiz/massa seca parte aérea frente ao estresse hídrico, porem estes valores foram sempre superiores na cultivar Catetão, apresentando um incremento nesta relação na ordem de 45,50 %, quando comparadas as condições sem e com estresse hídrico em plantas de arroz crescidas sem a presença da planta daninhas os tratamentos (Tabela 2).

O incremento da densidade de *S. verticillata* convivendo com os cultivares de arroz, independentemente da situação hídrica imposta, aumentou o poder competitivo da planta daninha com reflexo na redução de todos os componentes vegetativos avaliados. No entanto esta redução foi sempre em menor grau na cultivar Catetão, com exceção ao acúmulo de matéria seca na parte aérea na condição de estresse hídrico.

Em relação a este último, pode-se inferir que a resposta está em função á maior porcentagem de redução no número de perfilhos, quando se comparam os valores correspondente ao tratamento 8 plantas daninhas/vaso sem e com estresse hídrico. No entanto este maior valor está relacionado ao menor impacto de redução imposto pela planta daninha na condição sem estresse hídrico, fazendo que a diferença

em relação ao número de perfilhos entre as duas condições fosse maior, do que na cultivar Jatobá. Ou seja neste último cultivar o impacto da presença da planta daninha foi maior na condição sem estresse hídrico reduzindo a diferença em relação quando com estresse hídrico, refletindo menores porcentagem de redução.

A convivência de plantas daninhas com as culturas (no presente trabalho a *S. verticillata*) fazem que disputem os mesmos recursos de crescimento, onde a vantagem estará na habilidade diferencial da captura dos mesmos, bem como, na capacidade de utilizá-los. Sendo assim, a competição se dará tanto abaixo do solo (nutrientes e água) e acima do solo (luz), estando dependente do tipo e quantidade de recurso disponível, da densidade de plantas competindo e da época e período de tempo de competição. No presente trabalho a limitação da água e convivência da planta daninha no período de crescimento vegetativo do arroz, dirigem os esforços competitivos das espécies, para abaixo do solo.

Desta maneira a rapidez de ocupação do espaço expressa principalmente na formação de raízes será uma das principais características de sucesso, associado á capacidade fisiológica de resposta ao estresse hídrico. Bianchi et al. (2006) citam que os recursos disponíveis abaixo da superfície do solo são mais importantes nas relações de competição do que a radiação solar, durante a fase de crescimento vegetativo das plantas.

Nesse sentido, verificasse no presente trabalho uma superioridade da cultivar Catetão frente a Jatobá quanto á relação massa seca raízes/massa seca parte aérea (Tabela 2) principalmente em condições de estresse hídrico, explicando em parte a maior capacidade competitiva desta cultivar em relação a outra. Rizzardi et al. (2001) citam que a ocupação do espaço do solo é um fator de importância primária na competição abaixo da superfície do solo, sendo dependente de algumas características morfofisiológicas da raiz. Fleck et al. (2006) constataram que cultivares mais competitivas de soja foram aqueles que alocaram maior quantidade de carboidratos para as raízes.

Balbinot et al. (2003) estudando as características de arroz e a habilidade competitiva com as plantas daninhas destacam que as plantas que se apresentam com maiores área de folhas e massa seca da parte aérea no início do ciclo foram aquelas que se mostraram mais competitivas. Estas variáveis foram superiores

na cultivar Catetão do que a Jatobá, tanto na ausência como na presença da planta daninha nas duas condições hídricas avaliadas.

Apesar de que a planta daninha não apresentou um grande volume de raízes, comparado aos cultivares de arroz, acredita-se que esta investiu primeiramente no desenvolvimento radicular (ocupando mais espaço na fase inicial) uma vez que a mesma tem como característica um crescimento inicial lento da parte aérea. Além disto, foi evidente a maior profundidade de exploração que estas raízes alcançaram.

No entanto, não deve ser ignorado que fisiologicamente a *S. verticillata* é superior aos cultivares de arroz pelo fato da mesma ser uma planta C<sub>4</sub>, enquanto o arroz C<sub>3</sub>, o que lhe confere maior eficiência no processo fotossintético e uso da água. Associado a isto deve ser lembrado que devido ao experimento ser conduzido em condições de casa de vegetação foram registradas dentro da mesma temperaturas acima de 3° do que da parte externa. Segundo Taiz e Zeiger (2006), a fotossíntese e a respiração são inibidas sob altas temperaturas, e taxas de respiração elevadas em relação á fotossíntese, sob temperaturas altas, são mais prejudiciais em plantas C<sub>3</sub> do que em plantas C<sub>4</sub> expressos em redução no acúmulo de massa seca.

A *S. verticillata* também evidenciou reduções nos seus componentes vegetativos, sempre em maior grau nas condições de estresse hídrico em convivência com o cultivar de arroz Catetão, enquanto sem comprometimento hídrico destacou-se a cultivar Jatobá.

Nas maiores densidade de plantas por vaso da planta daninha registraram-se as maiores porcentagens de redução nas características avaliadas, em parte explicada pela competição intraespecífica que certamente se estabeleceu na *S. verticillata*.

**Tabela 2.** Relação de massa seca de raízes/massa seca parte aérea em gramas de cultivares de arroz Jatobá e Catetão, crescidas com diferentes densidades de *S. verticillata* em duas condições hídricas, após um período de 57 dias de crescimento. Gurupi-TO, 2009.

Densidade de <i>S. verticillata</i> (Plantas/vaso)	SEM ESTRESSE HÍDRICO		COM ESTRESSE HÍDRICO	
	CULTIVAR		CULTIVAR	
	JATOBÁ	CATETÃO	JATOBÁ	CATETÃO
0	1,05	1,03	1,47	1,89
2	1,19	1,06	1,46	1,71
4	1,08	1,06	1,36	1,42
8	0,99	1,05	1,22	1,22

## CONCLUSÕES

O estresse hídrico e aumento da densidade de plantas de *S. verticillata* convivendo com as cultivares de arroz Jatobá e Catetão promoveram reduções significativas em todos os componentes vegetativos dos mesmos.

Os componentes vegetativos mais afetados pelo estresse hídrico foram a área foliar de plantas e massa seca da parte aérea.

A cultivar Catetão foi mais resistente ao estresse hídrico do que a cultivar Jatobá.

A cultivar Catetão foi mais competitiva do que a cultivar Jatobá quando em convivência com *S. verticillata*.

A cultivar Jatobá exerceu um poder redutor maior nos componentes vegetativos da *S. verticillata* quando crescida em condições sem estresse hídrico.

## LITERATURA CITADA

ALCANTARA, E. N.; CARVALHO, D. A. Período de competição de plantas daninhas com arroz de sequeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 5, p. 599-609, 1985.

AZEVEDO, D. M. P.; COSTA, N. L.; Efeito do período de matocompetição sobre a produção do arroz de sequeiro em Porto Vermelho-RO. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS DE PLANTAS DANINHAS, 1988. Piracicaba: **Resumos**. Piracicaba, SBCPD, 1988, P. 51.

BALBINOT JR., A. A.; FLECK, N. G.; BARBOSA NETO, J. F.; RIZZARDI, M. A. Características de plantas de arroz e a habilidade competitiva com plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v.21, n.2, p.165-174, 2003.

CAMARA, G.; SOUZA, R. C. M.; FREITAS, U. M.; GARRIDO, J. Spring: integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modeling. **Computers & Graphics**, Dordrecht, v. 20, n. 3, p. 395-403, 1996.

CRUSCIOL, C. A. C.; ARF, O.; SORATTO, R. P.; RODRIGUES, R. A. F.; MACHADO, J. R. Manejo de irrigação por aspersão com base no “kc” e adubação mineral na cultura de arroz de terras altas. *Bragantia*, Campinas, v. 62, n. 3, p.465-475, 2003.

EMBRAPA, EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO SISTEMAS DE PRODUÇÃO, **Cultivo do arroz de terras altas. Sistemas de Produção**. N. 1, 2003, ISSN 1679-8869, Versão Eletrônica, Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Arroz/ArrozTerrasAltas/adubacao.htm>>, Acesso em: 11/08/2009.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISAS AGROPECUÁRIAS. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, 1999. 412p.

GERIK, T. J.; FAVER, K. L.; THAXTON, P. M. Late season water stress in cotton: I. Plant growth, water uses and yield. **Crop Science**, Madison, v. 36, p. 914-921, 1996.

KÖPPEN, W. 1948. *Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra*. Fondo de Cultura Econômica. México. 479p.

SILVA, M. R. M. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura do arroz de terras altas. Jaboticabal, 2006. 90 p. **Tese de Doutorado** (Doutorado em Agronomia)- Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal.

SILVA, S. C.; ASSAD, E. D. Zoneamento de riscos climáticos para o arroz de sequeiro nos Estados de Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Tocantins e Bahia. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, 2001. v.9 n.3, Santa Maria p. 536-543.

STONE, L. F.; MOREIRA, J. A. A.; SILVA, S. C. da. Tensão da água no solo e produtividade do arroz, Circular Técnica 19, **Embrapa – Cnpaf**, Goiânia, 1986, 6 p.

TAIZ, L. ZEIGER, E. **Plant Physiology**. California: The Benjamin/ Cummings Publishing Company, Inc., Redwood City, 1991.

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)