

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
FISIOLOGIA VEGETAL**



**COMPETIÇÃO DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) E CAPIM-ARROZ
(*Echinochloa spp.*) SEMEADOS EM DIVERSAS DENSIDADES AO LONGO
DA ONTOGENIA DAS PLANTAS**

MAURICIO QUADROS DOS SANTOS

**PELOTAS
Rio Grande do Sul – Brasil
Setembro de 2009**

MAURICIO QUADROS DOS SANTOS

**COMPETIÇÃO DE ARROZ (*Oryza sativa*) E CAPIM-ARROZ
(*Echinochloa spp.*) SEMEADOS EM DIVERSAS DENSIDADES AO LONGO
DA ONTOGENIA DAS PLANTAS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Pelotas, sob orientação do Prof. Dr. Nei Fernandes Lopes, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fisiologia Vegetal, para obtenção do título de Mestre em Ciências (M.S.).

Prof. Dr. Dario Munt de Moraes
Co-orientador

Dr. Ariano Magalhães Junior

Prof. Dr. Nei Fernandes Lopes
Orientador

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação:
(Bibliotecária Daiane Schramm – CRB-10/1881)**

S237c Santos, Mauricio Quadros dos
Competição de arroz (*Oryza sativa* L.) e capim – arroz
(*Echinochloa spp.*) semeados em diversas densidades ao
longo da ontogenia das plantas. / Mauricio Quadros dos
Santos. - Pelotas, 2009.
59f. : il. ; gráfs. , tabs.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação
em Fisiologia Vegetal. Faculdade de Agronomia Eliseu Ma-
ciel. Universidade Federal de Pelotas. - Pelotas, 2009, Nei
Fernandes Lopes, Orientador.

1. Agronomia. 2. Arroz. 3. Capim. 4. Competição. I.
Lopes, Nei Fernandes, orient. II. Título.

CDD 631

AGRADECIMENTOS

A Deus, que me acompanhou e deu forças para vencer os obstáculos durante a realização do curso.

À Universidade Federal de pelotas pela oportunidade de participar do Programa de Pós-Graduação em fisiologia Vegetal.

A Capes pelo auxílio financeiro oferecido durante o curso.

Ao Professor Doutor Nei Fernandes Lopes pela valiosa e dedicada orientação, pela sua amizade, paciência, apoio e confiança e, acima de tudo, agradeço pela aceitação e compreensão da minha ausência, principalmente no período próximo a conclusão do curso.

Ao Professor Doutor Dario Munt de Moraes pela co-orientação, apoio e auxílio prestado no desenvolvimento deste trabalho.

Ao meu colega e grande amigo Matheus Voigt de Freitas, sem o qual a realização deste trabalho não seria possível. Agradeço pelo companheirismo, apoio, paciência e compreensão nos períodos difíceis e também pelos excelentes momentos compartilhados.

Ao meu amigo Jair Almeida da Silva que me apoiou durante o curso.

Aos funcionários do Laboratório de sementes, em especial à Luiza e Rudnei pela amizade, apoio técnico incondicional e agradável convívio durante o trabalho.

A minha família, pelo apoio, incentivo e dedicação, por minha formação, e por estarem sempre do meu lado.

Em especial, ao meu amor, e esposa Marielle Nunes dos Santos, que esteve presente em todos os momentos, principalmente nos mais difíceis, se

mostrando sempre disposta a ajudar. Agradeço todo carinho, paciência e todo tempo a mim dedicada e que espero poder retribuir.

Aos demais colegas e professores do curso de Pós-Graduação pelos anos de convivência.

Á todos que me ajudaram e apoiaram na concretização de mais uma meta da minha vida profissional.

MINHA HOMENAGEM

ÍNDICE

	Página
AGRADECIMENTOS.....	iii
SUMÁRIO.....	vii
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
CAPÍTULO 1.....	1
INTRODUÇÃO.....	1
MATERIAL E MÉTODOS.....	8
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	10
CONCLUSÃO.....	27
CAPÍTULO 2.....	28
INTRODUÇÃO.....	28
MATERIAL E MÉTODOS.....	31
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
CONCLUSÃO.....	42
CONCLUSÃO GERAL.....	43
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	44

SUMÁRIO

SANTOS, MAURICIO QUADROS DOS, M.Sc., Universidade Federal de Pelotas, setembro de 2009. **Competição de arroz (*Oryza sativa* L.) e capim-arroz (*Echinochloa spp.*) semeados em diversas densidades ao longo da ontogenia das plantas.** Orientador: Prof. Dr. Nei Fernandes Lopes. Co-orientador: Prof. Dr. Dario Munt de Moraes.

Competição pode ser definida a apreensão ou retirada conjunta, por duas ou mais plantas, de recursos essenciais para seu crescimento e desenvolvimento, os quais estão limitados no ecossistema comum. O objetivo desta pesquisa foi avaliar a competição entre o arroz e capim-arroz semeados em diversas densidades ao longo da ontogenia das plantas. A cultivar de arroz BRS Atalanta e o capim-arroz foram semeados em vasos plásticos não perfurados com capacidade de 7 litros, contendo 7,5 kg de solo como substrato e irrigados sempre que necessário para atingir a capacidade de campo, até o estágio de V4 da cultura do arroz, após irrigou-se diariamente mantendo uma lâmina de água em torno de 50 mm. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, em esquema fatorial (5x7), constituído por cinco densidades de plantas e sete épocas de colheita (14; 28; 42; 56; 70; 84 e 98 dias após a semeadura), com três repetições. Os tratamentos foram arranjos em série substitutiva, com cinco proporções de plantas de arroz e de capim-arroz (100:0 ; 75:25 ; 50:50 ; 25:75 ; 0:100), mantendo a população constante de 16 plantas vaso⁻¹ das espécies associadas.

Em cada coleta foi determinada altura, matéria seca de raiz, folhas, caule, panículas e grãos e as taxas de crescimento, além da produtividade. O capim-arroz é mais adaptado as condições do meio que ocorre no cultivo do arroz irrigado, com grande capacidade competitiva, sendo sua estatura superior a da espécie cultivada. Em todas as características de crescimento analisadas o capim-arroz sobrepujou o arroz, e mantiveram um padrão normal quando isoladas, porém quando em competição sofreram redução em função da competição.

SUMMARY

SANTOS, MAURICIO QUADROS DOS, M.Sc., Universidade Federal de Pelotas, setembro de 2009. **Competition between rice (*Oryza sativa* L.) and barnyardgrass (*Echinochloa* spp.) Sown in different densities along the ontogeny of plants.** Orientador: Prof. Dr. Nei Fernandes Lopes. Co-orientador: Prof. Dr. Dario Munt de Moraes.

Competition can be defined seizure or withdrawal joint of two or more plants, essential resources for their growth and development, which are limited in common ecosystem. The research aimed to evaluate the competition between rice and barnyardgrass seeded in different densities along the ontogeny of plants. The cv. BRS Atalanta and barnyardgrass were sown in plastic pots not drilled with capacity of 7 liters, containing 7.5 kg of soil as substrate and irrigated always that are needed to reach field capacity until the V4 stage of culture rice after irrigated daily to maintain a water depth around 50 mm. The experimental design was randomized blocks in factorial scheme (5x7) consisting of five plant densities and seven harvest times (14; 28; 42; 56; 70; 84 and 98 days after sowing), with three replications. The treatments were arranged in replacement series with five proportions of plants of rice and barnyardgrass (100:0, 75:25, 50:50, 25:75, 0:100), maintaining a constant population of 16 plants pot-1 of related species. At each sampling time was determined, dry root, leaves, stems, and panicles grains and growth rates, and productivity. This study found that barnyardgrass is more adapted to the environment conditions that occurs in rice cultivation, with great competitiveness, its height is greater than the cultivated species. In all the

growth characteristics analyzed barnyardgrass surpassed the rice, and maintained a normal pattern when isolated, but when they suffer a reduction in competition on the basis of competition.

INTRODUÇÃO GERAL

A cultura do arroz irrigado tem grande expressão econômica nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, com patamares de produtividade em torno de 7,2 t ha⁻¹, respectivamente (IRGA, 2007; EPAGRI, 2007). O arroz (*Oryza sativa* L.) é um dos cereais mais cultivados no mundo, e está presente na dieta de aproximadamente 50% da população mundial. No Brasil além da importância sócio – econômica, é responsável por cerca de 12% das proteínas e 18% das calorias presentes na alimentação básica do brasileiro (CONAB, 2004).

A área plantada de arroz no Brasil safra 2008/2009 foi de 2.922.600 hectares com uma produção de 12,7 milhões de toneladas e uma produtividade média de 4.323 kg há⁻¹ (CONAB, 2009). Ao passo que o Rio Grande do Sul é responsável pela produção de 7,8 milhões de toneladas (61,3% da produção nacional) em uma área cultivada de arroz de 1.105,6 mil hectares (35% da área brasileira).

Na produção de arroz dos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina predomina o sistema irrigado, onde a maior produtividade está associada ao aprimoramento de práticas culturais e ao uso de cultivares com alto potencial produtivo (YOKOVAMA et al., 1998). As plantas daninhas competem com a cultura do arroz por espaço, luz, água e nutrientes, sendo a competição por luz a forma mais importante. (FISCHER, 1985). A competição por luz é intensificada quando as plantas daninhas alcançam desenvolvimento suficiente e passam a sombrear as cultivadas. Fica implícito que as espécies que se desenvolvem simultaneamente, e com maior rapidez em altura e área foliar competem mais eficientemente pela luz (FISCHER, 1985; WALTER et al., 1988).

A falta de controle das plantas daninhas durante o ciclo fenológico da cultura do arroz irrigado pode ocasionar perdas na produtividade de grãos na ordem 80 a 90% (ANDRES & MACHADO, 2004). Na cultura do arroz irrigado destaca-se algumas plantas daninhas competidoras, como é o caso do arroz-vermelho (*Oryza sativa* L.), sendo controle difícil porque pertence a mesma espécie do arroz cultivado, e o capim-arroz (*Echinochloa spp.*), infestante de mesma família do arroz, de alto potencial de competitividade e vastamente distribuída em todas as regiões orizícolas do mundo (VALVERDE et al., 2001).

Competição pode ser definida como a apreensão ou retirada conjunta, por duas ou mais plantas, de recursos essenciais para seu crescimento e desenvolvimento, os quais estão limitados no ecossistema comum (PITELLI, 1981).

Os efeitos negativos da presença de *Echinochloa spp.* incluem competição por recursos limitantes, aumento do custo de produção, hospedagem de pragas e moléstias, depreciação da qualidade do produto, acamamento de plantas, dificuldade de colheita, e diminuição do valor comercial das áreas cultivadas (AGOSTINETO et al., 2007). Além disto, é considerada a segunda espécie daninha mais problemática do arroz irrigado, por estar amplamente distribuída, por ser de crescimento agressivo, o que dificulta a aplicação de métodos alternativos em relação controle químico (ANDRES et al., 2007).

Altas infestações de capim-arroz podem causar reduções de 90% na produtividade do arroz irrigado (MELO et al., 2006), por possuir metabolismo C₄, é altamente competitivo durante o verão, tendo elevada capacidade de extração de recursos naturais do ambiente para realizar processos essenciais como a fotossíntese (TAIZ & ZEIGER, 2004). Plantas com sistema de raízes mais desenvolvido tendem a explorar maior volume de solo e apresentar melhor desempenho em caso de escassez de recursos (SILVA et al., 2007).

O uso do nível de dano econômico (NDE) para a tomada de decisão de controle de plantas daninhas presentes na lavoura, compara as perdas estimadas de produtividade de grãos das culturas aos custos das opções de controle disponíveis, proporcionando uma análise de ganho obtido com o tratamento de controle utilizado. Também variações nos níveis de danos econômicos ocasionados pela competição

exercida pelo capim-arroz ao arroz irrigado, em função da população de planta daninha e da cultura, bem como da época de entrada d'água.

Trabalhos de pesquisa demonstram existir variabilidade na capacidade competitiva de cultivares de arroz com plantas daninhas (NI et al., 2000; BALBINO JUNIOR et al., 2003). O incremento da capacidade competitiva de certas cultivares tem sido atribuído aos seguintes fatores: emergência precoce, maior vigor de plântulas, aumento da taxa de expansão foliar, rápido desenvolvimento do dossel, maior estatura de planta, ciclo precoce e aumento no tamanho de raiz (BERKOWITZ, 1988). Desse modo, a utilização de cultivares com maior capacidade competitiva podem, em parte, reduzir a intensidade de competição das plantas daninhas.

Características iniciais vantajosas que favoreçam o crescimento são determinantes, porque é no período vegetativo que, em geral, se estabelecem as relações definitivas da competição em plantas daninhas e cultivadas. Nessa fase, o cultivar com capacidade competitiva superior poderá manifestar seu potencial de supressão sobre plantas concorrentes. O conjunto de características morfológicas e fisiológicas de cultivares de arroz define sua capacidade em competir com plantas daninhas pelos recursos do meio.

Grande parte dos estudos de interferência de plantas daninhas em culturas considera somente aspectos da ocorrência e do impacto da competição na produtividade final das culturas. Um número restrito de pesquisa foi realizado para quantificar a importância de características de plantas cultivadas na determinação de sua capacidade competitiva (RADOSEVICH et al., 1997; NI et al., 2000).

Duas características inerentes aos genótipos cultivados contribuem para o manejo integrado de plantas daninhas, uma é a tolerância às infestantes, em manter o rendimento da cultura, consistindo numa situação de competição com plantas daninhas, outra é a supressão das infestantes, que se refere à capacidade das culturas em reduzir o crescimento das plantas daninhas no processo de interferência (JANNINK et al., 2000).

O custo de controle do capim-arroz em lavouras arrozeiras e as crescentes preocupações ambientais enfatizam a aplicação de herbicidas ou de outros métodos de controle, somente nos casos em que os prejuízos causados pelas plantas daninhas

forem superiores ao da medida utilizada. Existem variações nos níveis de dano econômico ocasionados pela competição exercida pelo capim-arroz ao arroz irrigado, em função da população de plantas do competidor e de cultivares de arroz. Portanto, o objetivo da pesquisa foi avaliar a competição do arroz (*Oryza sativa* L.) e capim-arroz (*Echinochloa spp.*) semeados em diversas densidades ao longo da ontogenia das plantas.

CAPITULO 1

CRESCIMENTO DE PLANTAS DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) E CAPIM-ARROZ (*Echinichoa* sp.) ASSOCIADAS EM DIVERSAS DENSIDADES

INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) é o principal alimento para a maioria da população mundial, sendo, juntamente com o trigo e o milho, os alimentos mais produzidos no mundo. A maior produtividade do arroz irrigado está associada ao aprimoramento das práticas culturais, destacando-se, dentre estas, o controle de plantas daninhas. Os primeiros estádios de desenvolvimento do arroz é o período crítico de competição por espaço, nutrientes, luz e água entre plantas daninhas e a cultura.

Crescimento vegetal é o aumento irreversível do volume ocupado pela planta, o qual depende da taxa de divisão e de alongamento celular (TAIZ & ZEIGER, 1998). Em uma análise teórica, Fischer e Miles, (1973) estabeleceram que o aumento de 50% na taxa de crescimento radial faz dobrar a capacidade competitiva da planta.

A utilização de cultivares com elevada capacidade competitiva é importante para o manejo cultural de planta daninha, na busca por recursos limitados no meio, há prêmio aparente para aqueles vegetais que exibem estabelecimento precoce.

A planta em crescimento deve apoderar-se rapidamente do espaço, representado pelos recursos, sendo seu sucesso competitivo dependente do uso antecipado desses. Cada planta para de crescer quando seu espaço é restringido pelas

concorrentes, de tal forma que os últimos indivíduos a aparecer crescem muito pouco. Assim, os vegetais mais competitivos geralmente são os primeiros a emergir, indicando que a época de emergência torna-se mais importante do que o arranjo espacial de indivíduos na determinação do potencial competitivo dessa população de plantas (FISCHER & MILES, 1973).

As plantas daninhas apresentam vantagens competitivas em relação a cultura, pois precocemente ocupam o nicho e adquirem prioridade na apreensão dos recursos do meio. As maiores perdas de produtividade de grãos da cultura do arroz irrigado são decorrentes da interferência exercida pelas plantas daninhas, além de outros efeitos que causam ao sistema produtivo deste cereal (FLECK, 2000). No entanto as plantas da cultura do arroz, melhoradas geneticamente, respondem mais rapidamente a adubações, principalmente, a níveis altos de nitrogênio do que as plantas invasoras.

As condições do meio em que as plantas são submetidas podem influenciar os principais processos fisiológicos das plantas, a fotossíntese e a respiração, determinantes da produtividade das plantas. Estas captam energia luminosa para seu crescimento, por processo fotossintético, reduzindo o CO₂ atmosférico a compostos orgânicos essenciais à manutenção de sua biomassa, bem como a formação de novos tecidos. Dessa forma, a planta acumula biomassa durante o crescimento seguindo uma tendência logística simples, na qual inicialmente ocorre um crescimento lento, seguido por uma fase exponencial de ganhos lineares e finalmente a fase de incrementos decrescentes.

Este padrão da curva decorre do balanço entre disponibilidade e demanda de carbono experimentado pela planta. Fatores do meio e de manejo, condiciona características morfogênicas e estruturais do dossel e determinam o acúmulo de biomassa, ou seja, o crescimento da planta (CHAPMAN & LEMAIRE, 1993).

Análise de crescimento é técnica que pode ser empregada no estudo dos efeitos ambientais e da capacidade competitiva sobre o crescimento dos vegetais. Portanto, a interferência do ambiente e a capacidade competitiva sobre a produção das culturas pode ser evidenciada pelas alterações no crescimento dos vegetais (NILWIK, 1981). Para identificar tais alterações, o acúmulo de matéria seca é, talvez, o parâmetro

mais significativo, pois o mesmo é resultante da associação de vários outros componentes (MAGALHÃES, 1985; COLL et al., 1988).

A análise de crescimento possibilita a estimativa de taxas de crescimento que quantificam este balanço em determinado momento ou intervalo de tempo de interesse (HARPER, 1977; BEADLE, 1993). Esta é uma ferramenta bastante valiosa no entendimento das adaptações da planta sob diferentes condições de meio e manejo.

Baseado no exposto, este trabalho teve como objetivo comparar o crescimento das plantas de arroz e capim-arroz em diferentes densidades populacionais, em condições de casa de vegetação.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em condições de casa de vegetação do Departamento de Botânica, da Universidade Federal de Pelotas, Capão do Leão/RS, situada a 31º 27' S e 52º 21' W, na estação de crescimento 2008/2009. Foi utilizado como substrato solo do tipo Planossolo Háplico, que após análise físico-química (Tabela 1) foi corrigido e fertilizado conforme recomendações da SOSBAI (2007).

TABELA 1 – Análise físico-química do substrato

ANÁLISE BÁSICA						ANÁLISE AUXILIAR			
Arg	pH	IND	M.O.	P	K	Na	Al	Ca	Mg
(%)		SMP	(%)		mg L ⁻¹		(meq/ 100ml)		
20	4,9	6,2	1,4	1,3	68	4	1,2	0,6	0,5

A cv. BRS Atalanta e o capim-arroz foram semeados em vasos plásticos não perfurados com capacidade de 7 litros, contendo 7,5 kg de solo como substrato e irrigados sempre que necessário para atingir a capacidade de campo, até o estágio de V4 da cultura do arroz, após irrigou-se diariamente mantendo uma lâmina de água em torno de 50 mm. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, em esquema fatorial (5x7), constituído por cinco densidades de plantas e sete épocas de colheita (14; 28; 42; 56; 70; 84 e 98) dias após a semeadura, com três repetições.

Os tratamentos foram arranjados em série substitutiva, com cinco proporções de plantas de arroz e de capim-arroz (100:0 ; 75:25 ; 50:50 ; 25:75 ; 0:100), mantendo a população constante de 16 plantas vaso⁻¹ das espécies associadas.

Em cada coleta foi primeiramente, determinado o estágio de desenvolvimento do arroz segundo a classificação de Counce et al.,(2000), e medido a altura das plantas. A seguir as plantas foram cortadas rente ao solo, e separadas em partes (folhas, caules, raiz, panículas e sementes), imediatamente foi determinada a área foliar (A_f) por leitura em medidor de área (Licor, modelo LI-3000) e o índice de área foliar (L) calculado pela fórmula $L = A_f / S_t$, sendo S_t a superfície do vaso. As raízes foram retiradas em bloco de terra, e depois lavadas sobre peneira para eliminação do substrato aderente, após as mesmas foram medidas. Posteriormente foi determinada a matéria seca de cada órgão das plantas de arroz e capim-arroz, por meio de secagem em estufa a $70 \pm 2^\circ\text{C}$, até atingir massa constante.

Os dados primários de matéria seca total acumulada (W_t) foram ajustados pela equação logística simples, $W_t = W_m / (1 + A e^{-Bt})$, sendo W_m a estimativa assintomática do crescimento máximo, A e B constante de ajustamento, e a base natural de logaritmo neperiano e t tempo em dias após a semeadura enquanto, a área foliar (A_f) foi ajustada por polinômios ortogonais (RICHARDS, 1969).

Os valores instantâneos de taxas de produção de matéria seca (C_t) e taxa de crescimento de área foliar (C_a) foram obtidas por meio de derivadas das equações ajustadas da matéria seca total (W_t) e de área foliar (A_f) em relação ao tempo (RADFORD, 1967).

Para determinação dos valores instantâneos da taxa de crescimento relativo (R_w) foram empregados as fórmulas $R_w = C_t / W_t$ e $R_a = C_a / A_f$. Os valores instantâneos de taxa assimilatória líquida (E_a), razão de área foliar (F_a), razão de massa foliar (F_w) e área foliar específica (S_a) foram estimados por meio de equações: $E_a = C_t / A_f$; $F_a = A_f / W_t$; $F_w = W_f / W_t$ e $S_a = A_f / W_t$, conforme (RADFORD, 1967).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A matéria seca (W_t) foi sempre crescente para as duas espécies, mantendo a tendência logística ao longo da ontogenia das plantas, tanto para o arroz (Figura 1A) quanto para o capim-arroz (Figura 1B), com altos coeficientes de determinação ($R^2 \geq 0,95$) e ($R^2 \geq 0,94$), respectivamente.

O acúmulo de fitomassa seca do capim-arroz foi maior do que do arroz, entretanto, as duas espécies reduziram W_t em função do incremento da competição. As diferenças em W_t causadas pela concorrência foram desprezíveis até os 28 dias após a semeadura (DAS) a partir daí, acentuando-se de maneira destacada ao longo do ciclo de desenvolvimento de ambas as espécies.

Os W_t máximos para o arroz foram de 2223,6; 1851,1; 1270,6 e 849,8 g m⁻² e para o capim-arroz de 3865,0; 3231,3; 2030,3 e 791,4 g m⁻², respectivamente para 100, 75, 50 e 25% por espécie, atingidos aos 98 DAS, ocorrendo decréscimo em W_t de 16,8; 42,8 e 61,8% para o arroz e de 16,3; 47,5 e 79,5% para o capim-arroz em ordem decrescente de densidade de semeadura e de incremento na competição entre as espécies associadas. Em arroz, foi demonstrado que o acúmulo de massa até o início do afilhamento (35 DAS) é a característica mais importante na definição do potencial supressivo de plantas daninhas pelos cultivares (Ni et al., 2000).

Provavelmente, o capim-arroz como planta invasora seja mais adaptada as condições de competição do que o arroz, porém as plantas de arroz são provenientes de plantas melhoradas e selecionadas, respondendo melhor a adubações, principalmente aos fertilizantes nitrogenados.

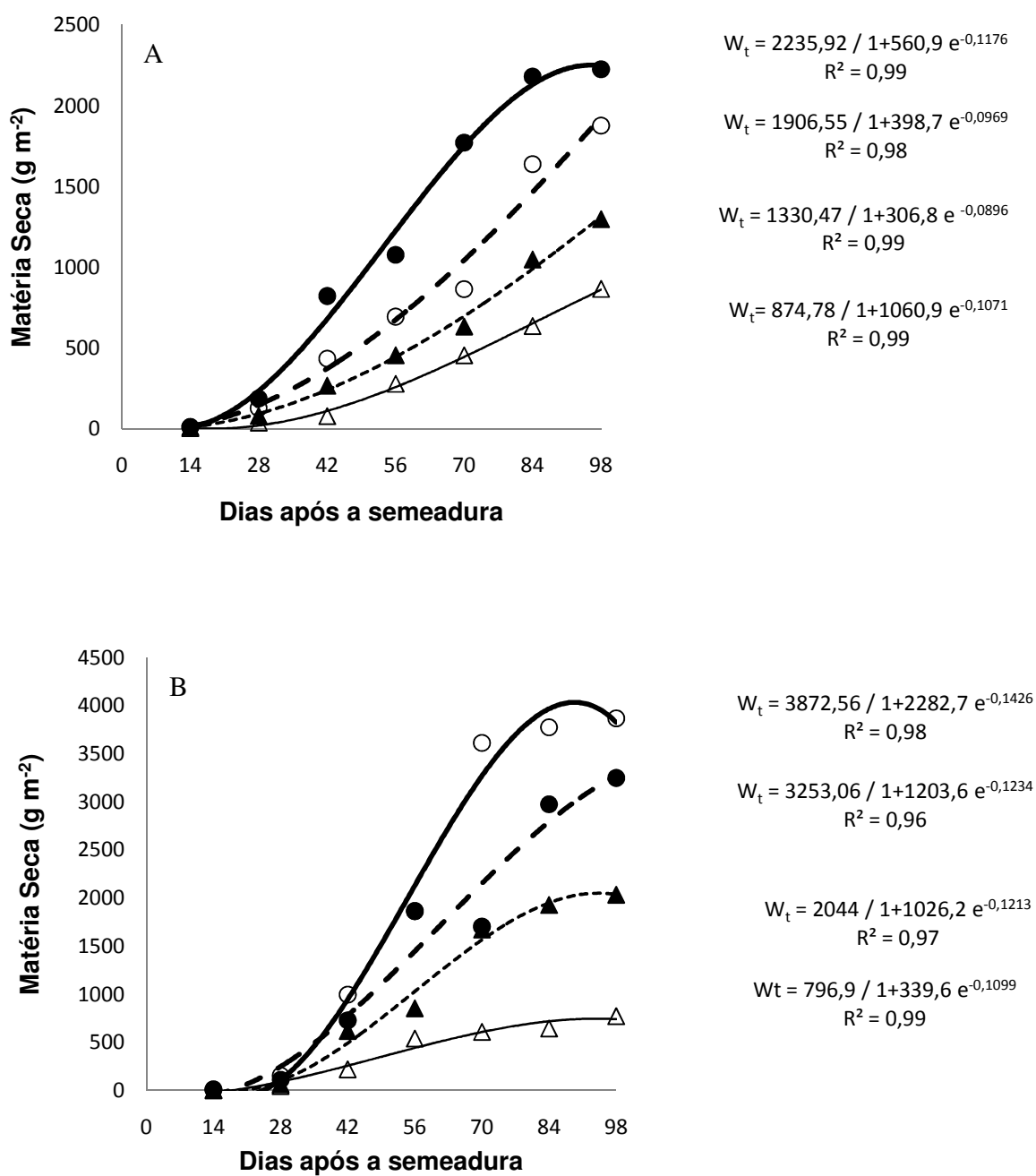


Figura 1– Acúmulo de matéria seca total de arroz (A) e capim-arroz (B) em função da ontogenia das plantas, associadas em diferentes densidades de semeadura, em sistema de competição, sendo 100% (— , ●); 75% (- - , ○); 50% (..... , ▲) e 25% (— , △).

A taxa de produção de fitomassa (C_t) é uma característica de crescimento empregada para expressar a eficiência de estande de plantas e revela o incremento de massa por unidade de área e de tempo. A taxa de crescimento das espécies foi significativamente reduzida em função do aumento na competição. (Figura 2A e 2B). Os C_t máximos foram de 64,9; 47,0; 28,0 e 22,1 $g\ m^{-2}d^{-1}$ para o arroz, atingidos aos 53; 58; 63 e 68 dias após a semeadura (DAS), enquanto, para o capim-arroz foram de 135,9; 99,5; 61,7 e 21,5 $g\ m^{-2}d^{-1}$, alcançados aos 56; 57; 56 e 54 DAS, respectivamente. A competição interespecífica prolongou o tempo para atingir o C_t máximo no arroz, em intervalos constantes de sete dias entre as densidades, totalizando 15 dias entre as populações extremas, sendo praticamente constante o tempo para alcançar o C_t máximos no capim arroz.

A taxa de crescimento relativo (R_w) expressa o incremento da fitomassa seca em relação a biomassa pré-existente. Houve um aumento em R_w até os 17 DAS, com R_w máximos de 0,12; 0,10; 0,09 e 0,11 $g\ g^{-1}\ d^{-1}$, com declínio até o final do ciclo de desenvolvimento das plantas de arroz (Figura 3A), enquanto, no capim-arroz (Figura 3B) R_w máximos foram de 0,15; 0,17; 0,21 e 0,12 $g\ g^{-1}\ d^{-1}$, aos 17; 16; 16; 19 DAS, respectivamente com o incremento do nível de competição. Geralmente, o declínio em R_w com tempo é resultado em parte pelo aumento gradativo de tecidos não fotossintetizantes com a ontogenia da planta (WILLIAMS, 1946; LOPES et al., 1986; REYES-CUESTA et al., 1996; SILVA et al., 2007), além do efeito adicional da competitividade entre as espécies, que forçosamente conduziu a adaptação das plantas principalmente no que tange a luz, espaço e nutrientes. Segundo teoria proposta por Grime, citado por Radosevich et al., (1997), uma planta competidora é aquela que possui elevada velocidade de utilização dos recursos do meio, indisponibilizando-os para os seus vizinhos. Assim, uma planta competidora apresenta elevada taxa de crescimento relativo (R_w). Por outro lado, teoria estabelecida por Tillman, citado por Radosevich et al., (1997), postula que plantas competidoras necessitam de menos recursos e, portanto, conseguem sobreviver em ambientes desfavoráveis, ou seja, com baixo aporte de água, nutriente, espaço e/ou luz.

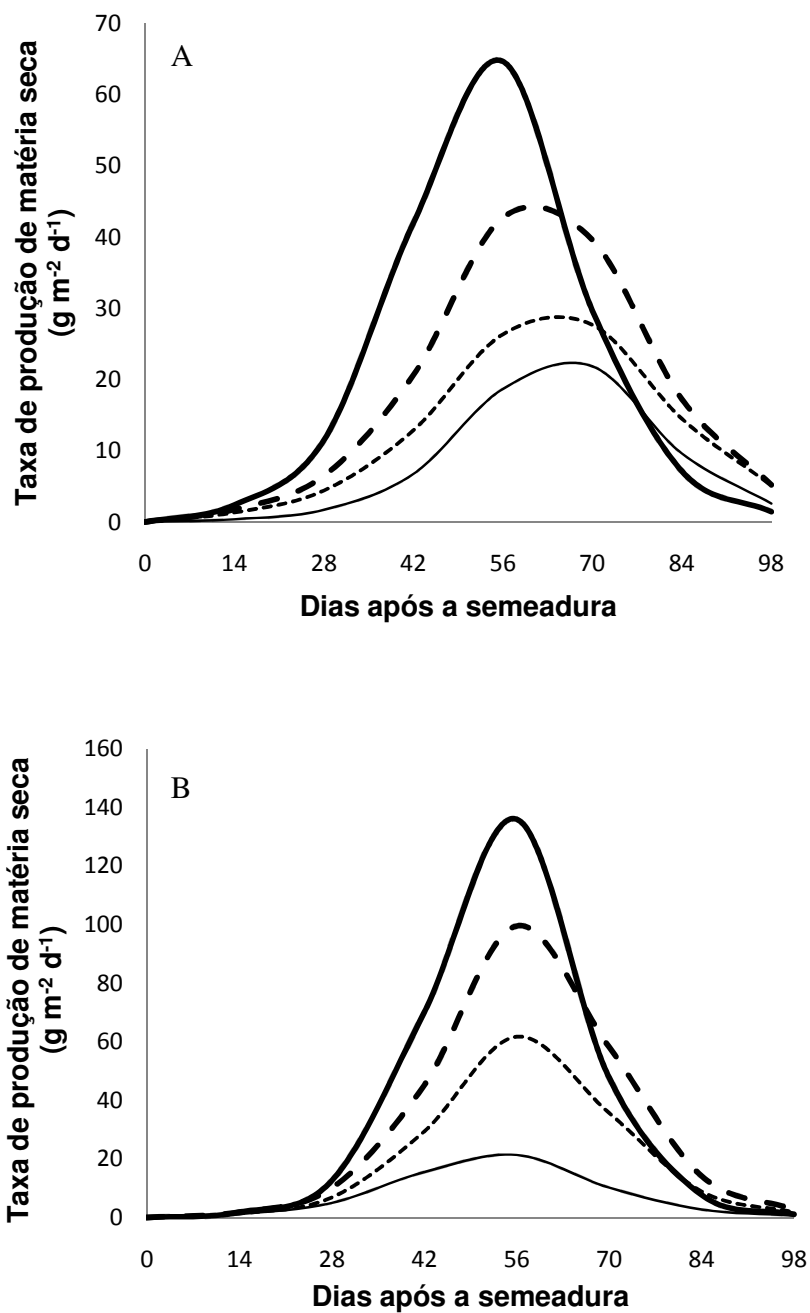


Figura 2 – Taxa de produção de matéria seca de arroz (A) e capim-arroz (B) em função da ontogenia das plantas, associadas em diferentes densidades de sementeira, em sistema de competição, sendo 100% (—), 75% (- -), 50% (.....) e 25% (—).

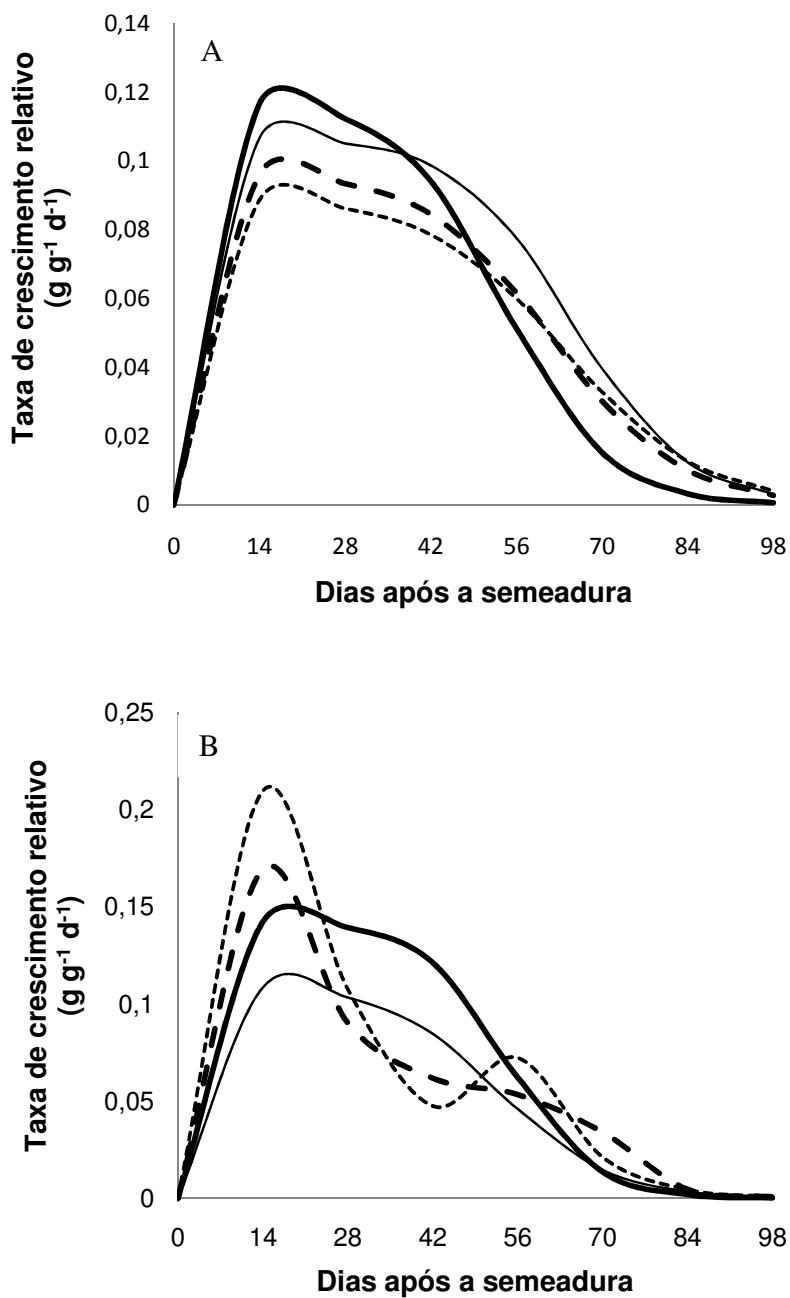


Figura 3 – Taxa de crescimento relativo do arroz (A) e capim-arroz (B) em função da ontogenia das plantas, associadas em diferentes densidades de semeadura, em sistema de competição, sendo 100% (—), 75% (- -), 50%, (.....) e 25% (—).

A área foliar (A_f) é uma característica de crescimento importante, pois influencia no acúmulo de matéria seca, o metabolismo vegetal, a capacidade fotossintética potencial, a qualidade da colheita e o rendimento da cultura (IBARRA, 1985; JORGE & GONZALES, 1997). Os dados primários de A_f foram ajustados por meio de polinômios ortogonais, sendo em ambas as espécies mantidas a tendência cúbica com altos coeficientes de determinação ($R^2 \geq 0,92$).

A_f máximos para o arroz foram de 7,5; 4,1; 2,3 e 0,99 $m^2 m^{-2}$, alcançados aos 73; 78; 64; e 60 DAS, com reduções de 45,3; 69,3 e 86,8% (Figura 4A), ao passo que, no capim-arroz os A_f máximos foram de 10,0; 8,2; 5,0 e 2,6 $m^2 m^{-2}$, atingidos aos 77; 77; 76 e 74 DAS, com diminuições de 18,0; 50,0 e 74% (Figura 4B), respectivamente em ordem decrescente de densidade de plantas. Ainda, as áreas foliares do capim-arroz foram superiores as do arroz, bem como as reduções em A_f em termos percentuais foram maiores nas plantas de arroz em relação à espécie concorrente, mostrando a elevada velocidade de acúmulo de área foliar do capim-arroz, que potencialmente pode competir com mais eficiência por luz no início do ciclo, sombreando as plantas vizinhas (FISCHER et al., 1995).

A taxa de crescimento de área foliar (C_a) foi crescente em ambas as espécies até o um máximo e depois decresceram com a ontogenia das plantas (Figuras 5A e 5B) apresentando em alguns tratamentos valores negativos com a intensificação da senescência.

Os C_a máximos do arroz (Figura 5A) foi de 0,13; 0,08; 0,09 e 0,04 $m^2 m^{-2} d^{-1}$ com o aumento da população infestante, atingidos aos 35; 38; 17 e 17 DAS, conforme respectivo incremento de competição. Enquanto no capim-arroz, os C_a máximo obtidos foi de 0,22; 0,18; 0,12 e 0,06 $m^2 m^{-2} d^{-1}$ aos 44; 34; 40 e 38 DAS em ordem crescente de competição, revelando reduções de 18,2; 45,4 e 72,7% (Figura 5B).

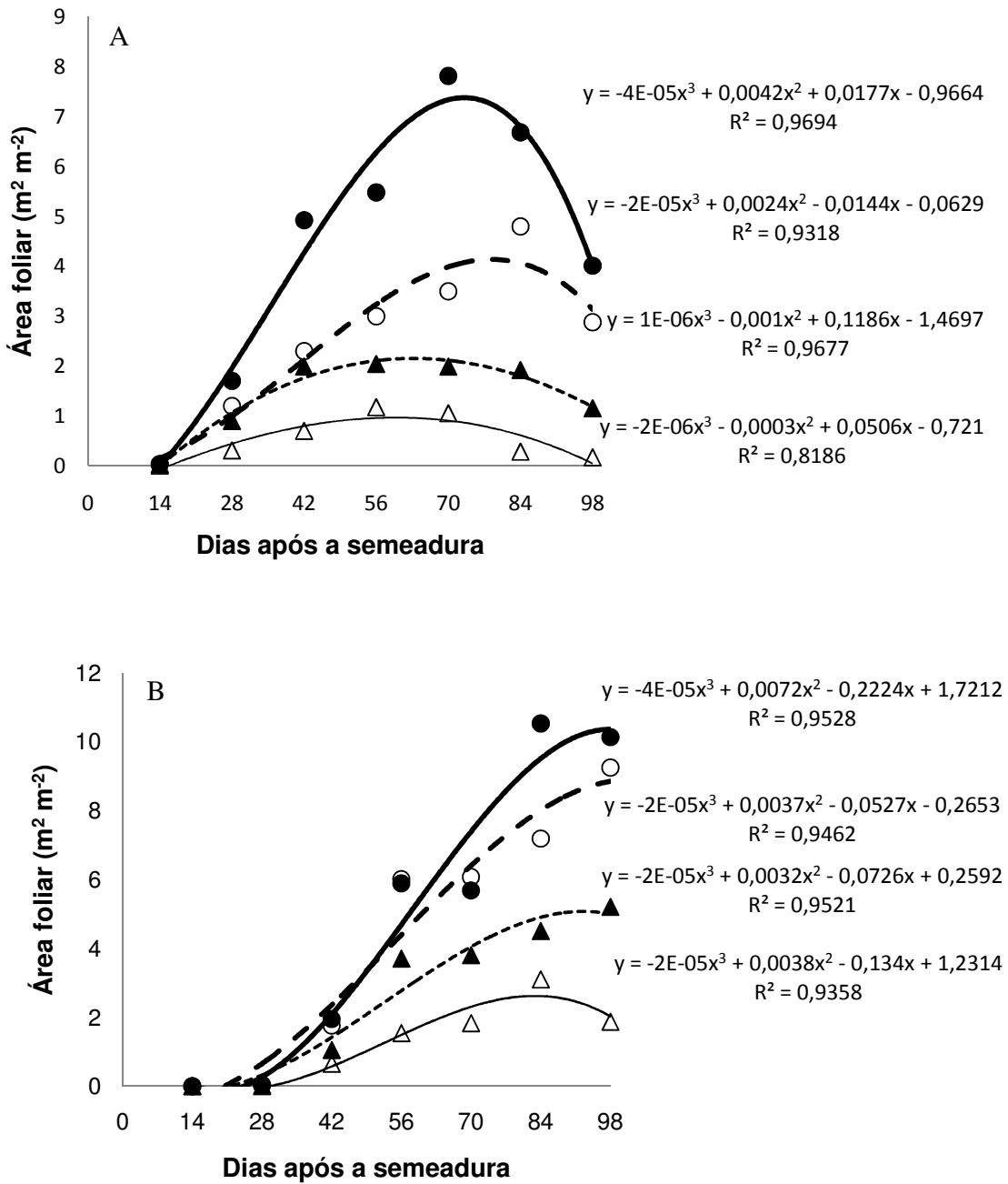


Figura 4 – Área foliar de arroz (A) e capim-arroz (B) em função da ontogenia das plantas, associadas em diferentes densidades de semeadura, em sistema de competição, sendo 100% (— , ●); 75% (- - , ○); 50% (····· , ▲) e 25% (— , △).

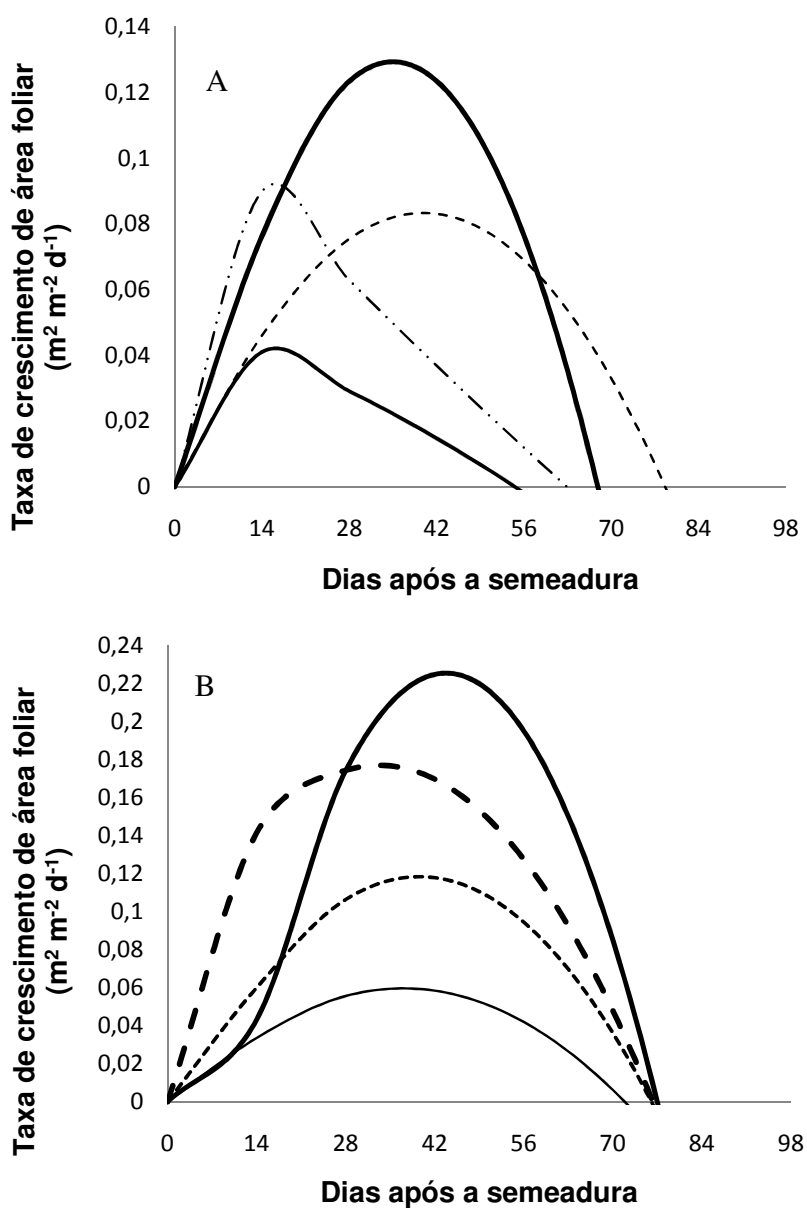


Figura 5 – Taxa de crescimento de área foliar do arroz (A) e capim-arroz (B) em função da ontogenia das plantas, associadas em diferentes densidades de semeadura, em sistema de competição, sendo 100% (—), 75% (- -), 50% (.....) e 25% (—).

A taxa de crescimento relativo de área foliar (R_a) é a taxa de incremento de A_f em relação a A_f pré-existente. Os R_a máximos para o arroz (Figura 6A) atingiram os valores de 0,135; 0,287; 0,070; e 0,090 $m^2 m^{-2} d^{-1}$, alcançados aos 29; 29; 44 e 28 DAS, respectivamente com o incremento da relação de competição, com posterior decréscimo. Ao passo que para o capim-arroz (Figura 6B), em todas as relações de competição houve um pico de máximo de 0,21; 0,10; 0,13 e 0,34 $m^2 m^{-2} d^{-1}$, atingidos aos 29; 29; 45 e 29 DAS, respectivamente com o incremento da relação de competição.

A taxa assimilatória líquida (E_a) de uma planta é o incremento de biomassa por unidade de área foliar e de tempo, ou seja, expressa à taxa fotossintética líquida, excluindo da fotossíntese bruta a respiração e a fotorrespiração em termos de matéria seca produzida. Esta característica de crescimento (E_a) sofre menor influência da ontogenia da planta do que R_w , também a taxa assimilatória líquida é dependente da radiação solar, das condições internas da planta, do próprio índice de área foliar e do balanço de CO_2 .

No arroz (Figura 7A) os E_a máximos foram de 16,7; 13,1; 13,8 e 24,5 $g m^{-2} d^{-1}$, obtidos aos 52; 56; 66 e 69 DAS de acordo com o aumento da densidade da espécie concorrente, respectivamente. Ao passo que no capim-arroz os E_a máximos foram obtidos aos 53; 56; 54 e 16 DAS, com os resultados de 18,1; 12,0; 15,2 e 11,9 $g m^{-2} d^{-1}$.

Em geral, a curva de E_a seguiu um padrão esperado, pois assim como ocorre com a R_w , E_a também apresenta decréscimo ontogênico, porém em menor proporção. Essa queda nos valores de E_a , durante o desenvolvimento da planta, provavelmente ocorre devido ao aumento da idade média das folhas, aliado ao auto-sombreamento das folhas inferiores da planta, reduzindo, assim, a sua taxa fotossintética.

No entanto é importante ressaltar que a E_a não é determinada somente pela taxa fotossintética, mas também pela dimensão da área foliar, duração do período vegetativo, distribuição das folhas no dossel, ângulo foliar, translocação e partição de assimilados.

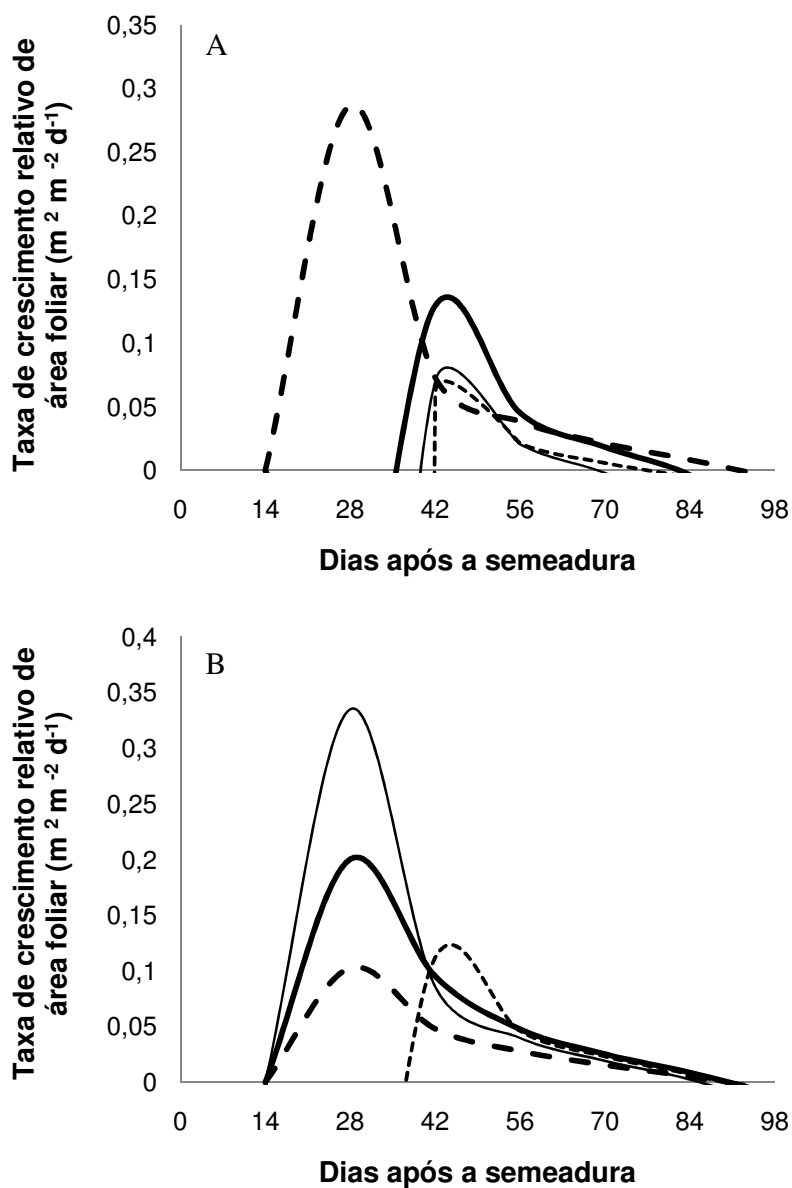


Figura 6 – Taxa de crescimento relativo de área foliar (A) e capim-arroz (B) em função da ontogenia das plantas, associadas em diferentes densidades de semeadura, em sistema de competição, sendo 100% (—), 75% (- -), 50% (.....) e 25% (- · -).

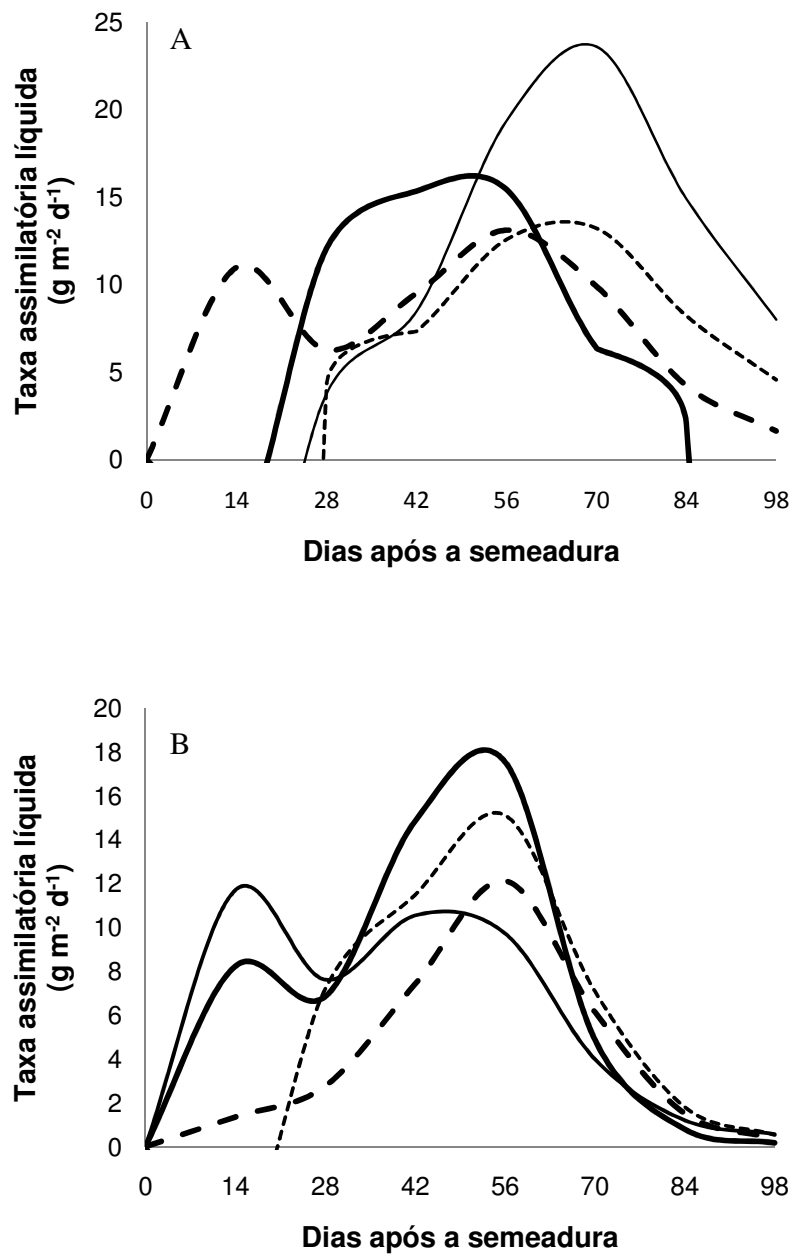


Figura 7 – Taxa de assimilatória líquida do arroz (A) e capim-arroz (B) em função da ontogenia das plantas, associadas em diferentes densidades de sementeira, em sistema de competição, sendo 100% (—), 75%(- -), 50%(.....) e 25%(— —).

A razão de área foliar (F_a) é um componente morfofisiológico do crescimento que expressa a razão entre a área foliar e a massa seca total e representa a superfície assimilatória por unidade de matéria seca total. Os valores de F_a normalmente decrescem com a ontogenia das plantas (HUNT, 1982), sendo assim F_a permite detectar a translocação e partição de assimilados para as folhas (SCOTT & BATCHELOR, 1979). Razão de área foliar esta correlacionada positivamente com a taxa de crescimento relativo e também com a taxa de assimilação líquida (SEIBERT & PEARCE, 1993).

A razão de área foliar atingiu os valores máximos de 0,010; 0,015; 0,021 e 0,028 m^2g^{-1} , respectivamente com o aumento da intensidade de competição, alcançados aos 30; 29; 28 e 31 DAS (Figura 8A). Enquanto no capim-arroz os F_a máximo foram de 0,023; 0,127; 0,018 e 0,014 m^2g^{-1} correspondentes aos dias 27; 15; 26 e 14 respectivamente em ordem decrescente de densidade da espécie concorrente (Figura 8B).

Padrão semelhante é obtido para a maioria das culturas, onde a razão de área foliar aumenta rapidamente até um máximo na fase inicial do estágio vegetativo, decrescendo, posteriormente, com o desenvolvimento vegetal. Esse comportamento indica que, inicialmente, a maior parte dos assimilados é convertido em folhas visando elevar a captação de radiação solar disponível (PEREIRA & MACHADO, 1987), sendo na ocasião o dreno metabólico preferencial.

A taxa de crescimento relativo e a razão de área foliar apresentam semelhantemente forte tendência de decréscimo à medida que as plantas envelhecem, sendo explicado em parte pelo aumento gradual de tecido não assimilatórios, partes reprodutivas e raízes, que competem decisivamente com estruturas vegetais pelos assimilados produzidos, induzindo a senescência foliar (LOPES & MAESTRI, 1973). F_a pode decrescer em função do aumento da interferência de folhas superiores (auto-sombreamento) ocorrendo diminuição da área foliar útil (BENINCASA, 1988). A redução do valor de F_a em função do aumento da competição, pode inferir que provavelmente a massa seca total da parte aérea diminuiu com o aumento da competição, enquanto a área foliar de plantas se manteve estável, o que acarretou menor valor desta variável mesmo sem alteração da área foliar da planta. No entanto, uma hipótese é de que a

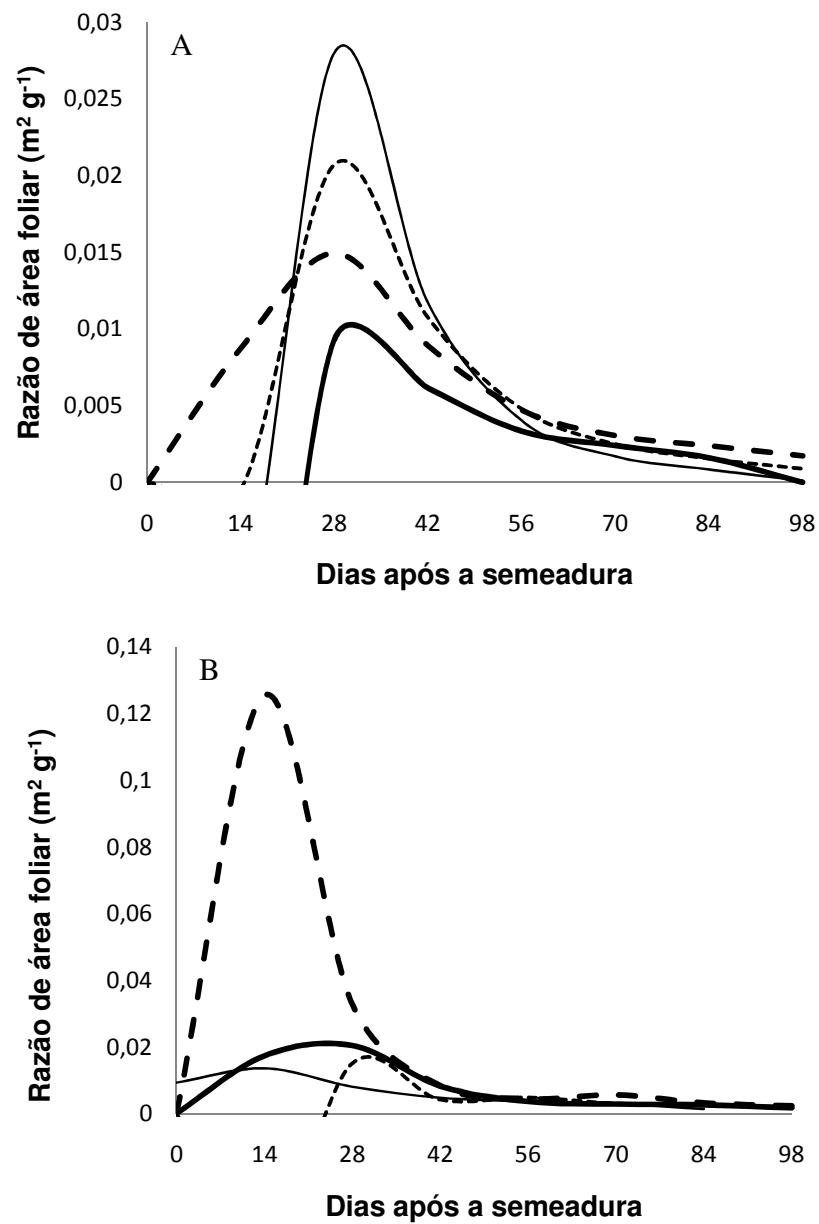


Figura 8 – Razão de área foliar do arroz (A) e capim-arroz (B) em função da ontogenia das plantas, associadas em diferentes densidades de semeadura, em sistema de competição, sendo 100% (—), 75% (---), 50%(.....) e 25% (-.-.).

espessura da folha nessa situação pode ter sido alterada em função da intensidade de competição à qual a planta estava submetida (SILVA et al., 2005).

A razão de massa foliar (F_w) é um componente da razão de área foliar e representa a matéria seca acumulada nas folhas em relação à matéria seca total. Todavia, expressa a fração de matéria seca não exportada das folhas para o resto da planta, sendo uma característica genética a qual está sob a influência de variáveis ambientais.

A razão de massa foliar aumentou, acentuadamente, no início do ciclo de desenvolvimento em ambas as espécies, caracterizando uma fase de grande crescimento foliar, estando os fotoassimilados alocados principalmente para as folhas. Os F_w máximos do arroz (Figura 9A) foram de 0,68; 1,05; 0,56 e 0,76 $g\ g^{-1}$ aos 23; 15; 16 e 28 DAS respectivamente com o aumento da densidade da espécie concorrente. Ao contrário o capim arroz (Figura 9B) foi de 2,20; 1,98; 2,34 e 0,71 $g\ g^{-1}$ aos 29; 28; 28 e 28 DAS respectivamente ao incremento da competição.

A F_w indica a porcentagem de massa seca acumulada em folhas em relação à massa seca total acumulada na parte aérea da planta. Assim, menores valores desta variável podem indicar que a planta está sob alta competição e privilegia o acúmulo de massa em colmos, como forma de incrementar sua estatura e sobressair à competição por luz. Da mesma forma, maiores valores desta variável indicam que a planta recebe luz adequadamente e privilegia o acúmulo de massa proporcional ao aumento da área foliar em detrimento dos colmos (LARCHER, 2006).

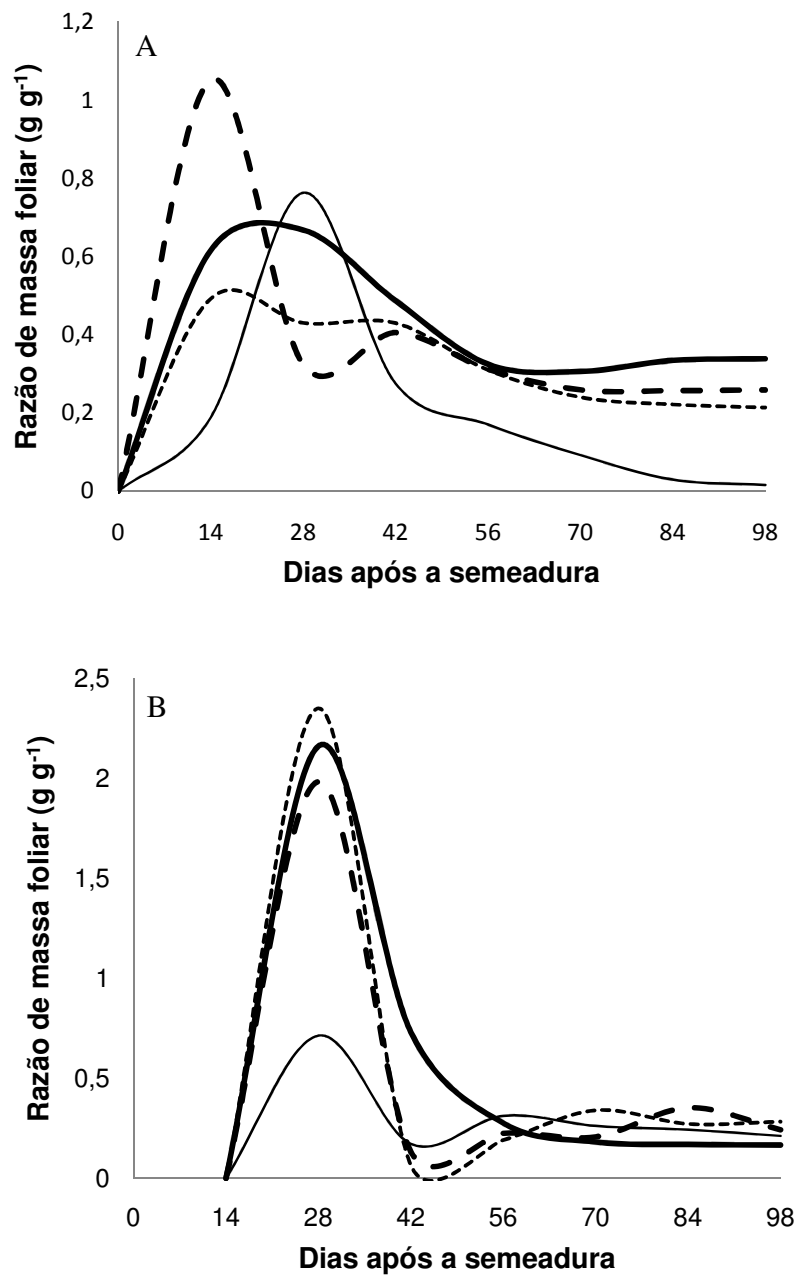


Figura 9 – Razão de massa foliar do arroz (A) e capim-arroz (B) em função da ontogenia das plantas, associadas em diferentes densidades de semeadura, em sistema de competição, sendo 100% (—), 75% (- -), 50% (.....) e 25% (——).

A área foliar específica (S_a) revela a relação entre a área foliar e a matéria seca da folha. É um componente morfológico e anatômico da razão da área foliar, pois relaciona a superfície (componente morfológico) com a massa seca da própria folha (componente anatômico), em virtude de estar relacionado à posição interna (número ou tamanho das células do mesófilo foliar). Houve forte tendência de declínio de S_a com o passar do tempo. Os S_a máximos para o arroz (Figura 10A) foram de 0,017; 0,049; 0,046 e 0,028 $m^2 g^{-1}$, alcançados aos 31; 29; 28 e 31 DAS, respectivamente com o aumento da competição. Enquanto, no capim-arroz os S_a máximos foram de 0,03; 0,24; 0,23 e 0,08, atingidos aos 36; 42; 28 e 42 DAS, com o aumento da concorrência (Figura 10B). O declínio nos valores S_a com a idade das plantas, independente da espécie, é resultado da redução ou paralisação da expansão de A_f , aliados ao incremento de W_f (BRIGHENTI et al, 1993).

A área foliar específica (S_a) do arroz cv. BRS Atalanta foi influenciada pelo aumento da densidade de plantas de capim-arroz. S_a descreve indiretamente a adaptação da planta à quantidade e qualidade da luz do ambiente onde está estabelecida, ou seja, valores mais altos representam folhas menos espessas, em razão da eficiência na quantidade de luz recebida pela planta. Sob condições de deficiência luminosa, a planta tende a incrementar sua área foliar para maximizar a captação da radiação, sem correspondente aumento na massa seca dessa folha, como consequência, a folha fica menos espessa. Por outro lado, sob luz excessiva, as plantas tendem a diminuir a área foliar, como forma de proteger os cloroplastos do excesso de luz, mantendo a massa seca da folha, em decorrência disso, a folha apresenta menor S_a , sendo mais espessa que folhas desenvolvidas sob nível adequado de radiação solar (LARCHER, 2006).

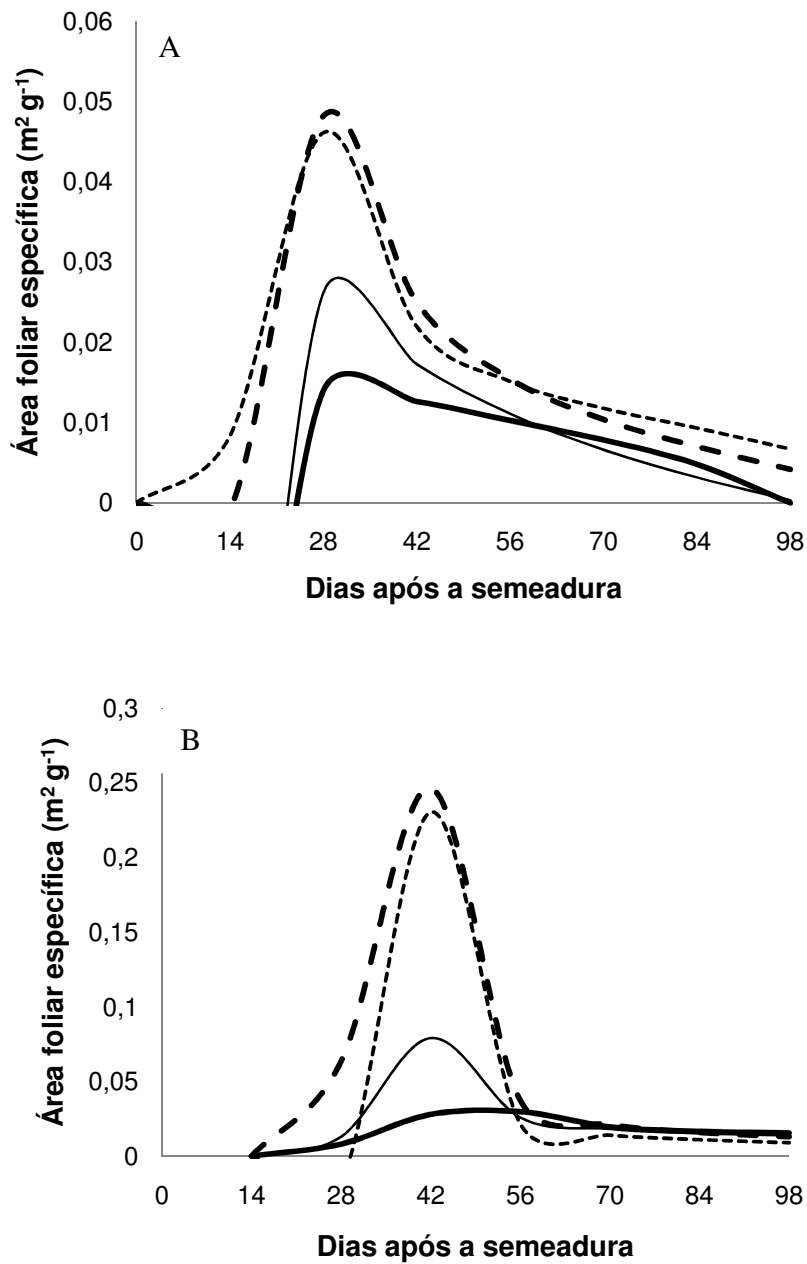


Figura 10 – Área foliar específica do arroz (A) e capim-arroz (B) em função da ontogenia das plantas, associadas em diferentes densidades de semeadura, em sistema de competição, sendo 100% (—), 75% (- -), 50% (.....) e 25% (—).

CONCLUSÃO

O capim-arroz é mais adaptado e possui capacidade competitiva maior que o arroz, tendo grande capacidade de acumular matéria seca e aumentar a maquinaria fotossintética (área foliar), além disto, é superior em todas as características de crescimento em relação ao arroz.

CAPITULO II

ALTURA, PARTIÇÃO DE ASSIMILADOS E RENDIMENTO DE GRÃOS EM PLANTAS DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) E CAPIM-ARROZ (*Echinochloa spp.*) SUBMETIDA À COMPETIÇÃO EM DIFERENTES DENSIDADES

INTRODUÇÃO

O arroz é considerado planta semi-aquática, podendo ser cultivado tanto em condições de solo submerso, como em solos bem drenados (GOMES & AZAMBUJA, 2003). Em função de sua versatilidade, é um dos cereais mais cultivados no mundo, especialmente na Ásia (NEDEL et al., 2004).

As plantas daninhas concorrem com as de arroz por espaço, luz, água e nutrientes, constituindo um dos principais fatores limitantes da produtividade nas lavouras de arroz irrigado do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina (ANDRES & MACHADO, 2004). A diversidade de espécies infestantes aliada ao elevado índice de ocorrência das mesmas, dificulta seu controle, com conseqüências negativas sobre o rendimento e qualidade dos grãos (SOSBAI, 2007). A competição exercida pelo capim-arroz ao arroz cultivado é um dos principais fatores responsáveis pela redução do potencial de produtividade do cereal em várias regiões do mundo (FISCHER et al., 1997). No estado do Rio grande do Sul, resultados demonstram perdas de

produtividade de 26% para populações de 13 plantas de capim-arroz m⁻² (MENEZES et al., 2003).

A posição que a espécie ocupa numa comunidade vegetal, incluindo a localização no espaço e no tempo, e a função que exerce na comunidade representam seu nicho ecológico. Quanto maior for a sobreposição de nichos (semelhança entre espécies), mais intensa será a competição por recursos do meio (RADOSEVICH et al., 1997).

No que concerne à competição por luz, a estatura das plantas daninhas é importante na competição com as cultivadas, sendo o crescimento uma função do sombreamento exercido interespecificamente (KWON et al., 1991).

O acúmulo de matéria seca, normalmente, é seqüencial, ocorrendo mudanças no dreno metabólico preferencial de um órgão para outro, em virtude das transformações morfológicas das plantas ao longo do ciclo de desenvolvimento, como em milho (LOPES & MAESTRI, 1973) e soja (MELGES et al., 1989). Existe dependência funcional de crescimento entre os diversos órgãos da planta, sendo correlações entre taxas de crescimento, e governadas tanto pelas condições internas de crescimento como as do ambiente.

Inicialmente, as raízes e as folhas foram os drenos metabólicos preferenciais, porém após algum tempo de desenvolvimento ocorre uma mudança do depósito metabólico preferencial para o caule. Quando o caule atinge a taxa máxima de produção de matéria seca tem início a formação da panícula, com conseqüente mudança do dreno preferencial para essas partes, de modo acentuado e definitivo, estando de conformidade com resultados encontrados em milho (LOPES & MAESTRI, 1973), e em soja, (MELGES et al., 1989).

Há abundantes evidências de que a produção de grãos e cereais é relacionada com a área foliar após a emergência da espiga e não antes, como demonstraram Archbold & Mukerjee (1942), citados por Allison (1964 a), Thorne & Watson (1955) e Allison (1964 b).

Normalmente, ocorre rápido decréscimo da área foliar, após a formação dos órgãos reprodutivos nos cereais. Watson (1956) sugeriu que a produção de grãos pode ser aumentada, se a área foliar se mantiver em alto nível, durante mais tempo. Allison

(1964), concluiu que o milho tem menor índice de área foliar máximo do que os cereais de inverno (trigo, cevada, aveia, centeio, etc.), porém, suas folhas persistem por mais tempo, o que explica em parte sua maior produção de grãos, além disso, os cereais de inverno são plantas C_3 e o milho possui metabolismo C_4 sendo, mais eficiente fotossinteticamente.

A variação na quantidade de biomassa e de área foliar em função do tempo é empregada nas estimativas de índices fisiológicos, que podem caracterizar a capacidade produtiva do genótipo. Por outro lado, as alterações de fatores ambientais podem induzir as plantas a redirecionarem a distribuição dos fotoassimilados, conseqüentemente, modificando o crescimento e a morfologia. Portanto, este trabalho teve por objetivo analisar a produtividade, partição de matéria seca e rendimento de grãos de arroz (*Oryza sativa* L.) e de capim-arroz (*Echinochloa spp.*), quando submetidas à competição ao longo da ontogenia das plantas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em condições de casa de vegetação do Departamento de Botânica, da Universidade Federal de Pelotas, Capão do Leão/RS, situada a 31º 27' S e 52º 21' W, na estação de crescimento 2008/2009. Foi utilizado como substrato solo do tipo Planossolo Háplico, que após análise físico-química (Tabela 1) foi corrigido e fertilizado conforme recomendações da SOSBAI (2007).

TABELA 1 – Análise físico-química do substrato

ANÁLISE BÁSICA				ANÁLISE AUXILIAR					
Arg	pH	IND	M.O.	P	K	Na	Al	Ca	Mg
(%)		SMP	(%)		mg L ⁻¹		(meq/ 100ml)		
20	4,9	6,2	1,4	1,3	68	4	1,2	0,6	0,5

A cv. BRS Atalanta e o capim-arroz foram semeados em vasos plásticos não perfurados com capacidade de 7 litros, contendo 7,5 Kg de solo como substrato e irrigados sempre que necessário para atingir a capacidade de campo, até o estágio de V4 da cultura do arroz, após irrigou-se diariamente mantendo uma lâmina de água em torno de 50 mm. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, em esquema fatorial (5x7), constituído por cinco densidades de plantas e sete épocas de colheita (14; 28; 42; 56; 70; 84 e 98 dias após a semeadura), com três repetições.

Os tratamentos foram arranjados em série substitutiva, com cinco proporções de plantas de arroz e de capim-arroz (100:0; 75:25; 50:50; 25:75; 0:100), mantendo a população constante de 16 plantas vaso⁻¹ das espécies associadas.

Em cada coleta foi primeiramente, determinado o estágio de desenvolvimento do arroz segundo a classificação de COUNCE et al. (2000), e medido a altura das plantas. A seguir as plantas foram cortadas rente ao solo, e separadas em partes (folhas, caules, raiz, panículas e sementes).

As raízes foram retiradas em bloco de terra, e depois lavadas sobre peneira para eliminação do substrato aderente. Posteriormente foi determinada a matéria seca de cada órgão das plantas de arroz e capim-arroz, por meio de secagem em estufa a $70 \pm 2^\circ\text{C}$, até atingir massa constante.

Os dados de matéria seca de folha, raiz, caule, panículas e grãos foram ajustados por meio de polinômios ortogonais (RICHARDS, 1969), enquanto, as taxas instantâneas de produção de matéria seca da folha, caule, raiz, panícula e grãos foram obtidos a partir das derivadas das equações ajustadas da matéria seca de cada órgão em função do tempo (RADFORD, 1967).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Entre as características morfológicas, a estatura de planta é a que mais relaciona-se com o baixo crescimento de plantas daninhas, em virtude do sombreamento imposto pela cultura (KWON et al., 1991; GARRITY et al., 1992; MCDONALD & RIHA, 1999; BENNITT & SHAW, 2000). Plantas cultivadas com elevada estatura reduzem a quantidade e qualidade da luz incidente sobre as infestantes. Nesse caso, há redução da taxa fotossintética destas e, conseqüentemente, diminuição do potencial de dano à cultura. Em arroz irrigado, a luz é o recurso mais disputado na competição, destacando a importância da estatura de planta na definição da capacidade competitiva da cultura (FISCHER, et al., 1995).

A altura das plantas manteve-se crescente ao longo do período avaliado do ciclo de desenvolvimento das espécies estudadas, para o arroz (Figura 1A) a altura máxima foi de 0,67; 0,70; 0,74 e 0,79 m planta⁻¹, aos 98 DAS, respectivamente com o aumento da densidade da espécie concorrente. Ao passo que o capim-arroz (Figura 1B) atingiu a altura máxima de 1,13; 1,32; 1,42 e 1,47 m planta⁻¹, alcançados aos 98 DAS, respectivamente com o aumento da densidade da espécie concorrente. Evidenciando assim que com o incremento da competição as espécies envolvidas estiolam a procura de luz, situação esta, imposta pelo sombreamento interespecífica.

A matéria seca das folhas (W_f) em função da ontogenia das plantas manteve tendência cúbica, em ambas as espécies, independente do nível de competição. O W_f foi reduzida com o incremento da competição nas duas espécies estudadas.

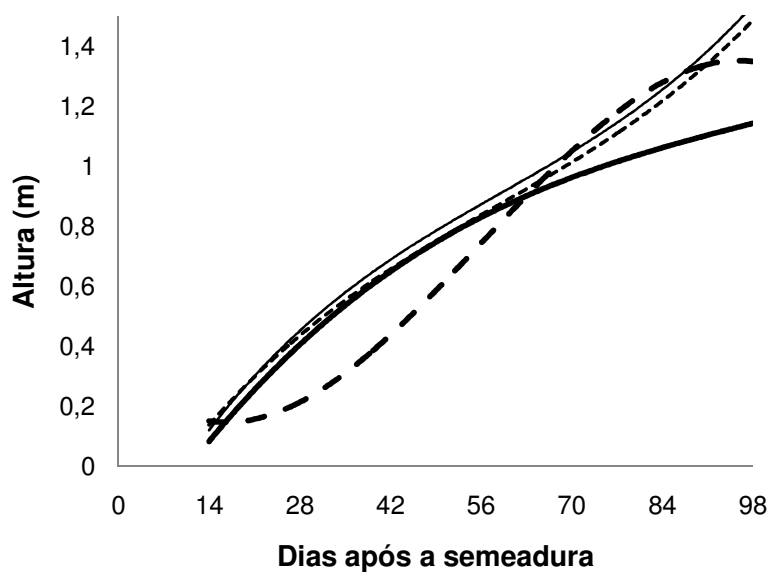
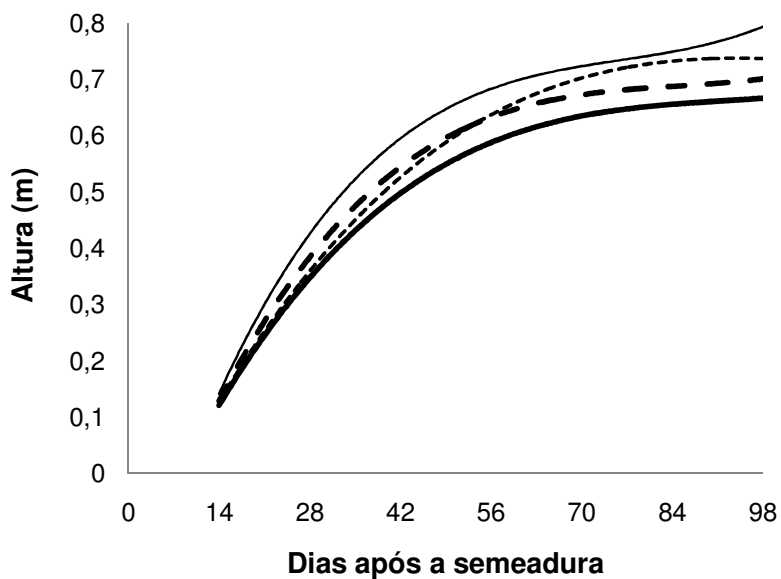


Figura 1 – Altura das plantas de arroz (A) e capim-arroz (B) em função da ontogenia das plantas, associadas em diferentes densidades de semeadura, em sistema de competição, sendo 100% (—), 75% (- -), 50% (.....) e 25% (- · - ·).

Os valores máximos de W_f para o arroz (Figura 2A) foram de 490,2; 425,5; 289,6 e 183,7 g m⁻², aos 82; 82; 84 e 85 DAS, respectivamente, com reduções de 13,2; 40,9 e 62,5% com o incremento da densidade da espécie concorrente, com $R^2 \geq 0,94$. Ao passo que no capim-arroz (Figura 2B), os W_f máximos foram de 945,4; 732,7; 551,2 e 135,1g m⁻², alcançados aos 98, 84, 86 e 74 DAS, respectivamente, para 100, 75, 50 e 25% de plantas, com diminuição de 22,5; 41,7 e 85,7% e $R^2 \geq 0,90$.

Na fase de maturação, houve um decréscimo progressivo em W_f para as duas espécies, provavelmente em função da taxa de senescência foliar ter sobrepujado a taxa de emissão de novas folhas. Este fato é devido à forte capacidade mobilizadora de assimilados pelas panículas que são os drenos metabólicos preferenciais em detrimento das folhas.

O acúmulo de biomassa nas raízes (W_r), também manteve tendência cúbica com o passar do tempo, com coeficientes de determinação superiores a 0,94 e 0,99 para o arroz e capim-arroz respectivamente. Os W_r máximos do arroz (Figura 3A) foram de 541,3; 339,6; 233,5 e 167,5g m⁻² alcançados aos 72; 84; 73 e 84 DAS, com reduções de 37,2; 56,9 e 69%, respectivamente com o incremento da competição interespecífica. No capim-arroz (Figura 3B) os W_r máximos foram de 1484,7; 1245,9; 606,3 e 167,2g m⁻² atingidos aos 84; 86; 80; 78 DAS, com reduções de 16,3; 59,2 e 88,8% respectivamente com o aumento relativo da concorrência.

O acúmulo de biomassa do caule (W_c), sofreu modificações pela associação das espécies em sistema de competição, mantendo-se crescente ao longo do período avaliado e com altos coeficientes de determinação, $R^2 \geq 0,93$ para o arroz e $R^2 \geq 0,98$ para o capim-arroz. Os valores máximos de W_c para o arroz (Figura 4A), foram de 752,2; 537,6; 371,4 e 257,0g m⁻², com redução de 28,5; 50,6 e 70,0%. No capim-arroz (Figura 4B) os W_c máximos foram de 1420,3; 1211,1; 995,4 e 412,6g m⁻², com reduções de 14,7; 30,0 e 70,9% alcançados aos 98 DAS em ambas espécies, respectivamente com o aumento relativo da competição entre as espécies.

O acúmulo de biomassa nas panículas (W_p) foi crescente a partir dos 42 DAS em ambas as espécies analisadas em competição e os W_p máximos para o arroz (Figura 5A), foram de 856; 609,6; 368,2 e 135,4g m⁻² atingidos aos 98 DAS, com reduções de 46,3; 67,6 e 88,1%. Enquanto no capim-arroz (Figura 5B) foram de 82,3;

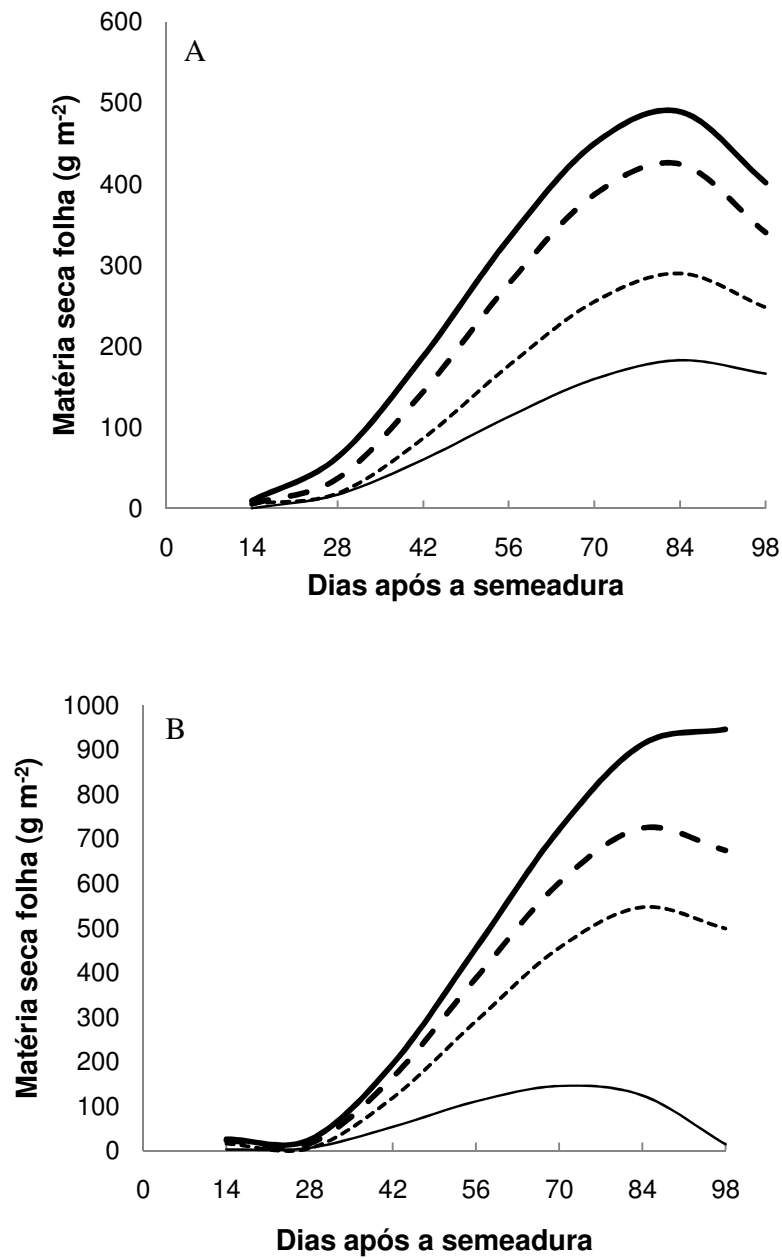


Figura 2 – Matéria seca das folhas de arroz (A) e capim-arroz (B) em função da ontogenia das plantas, associadas em diferentes densidades de semeadura, em sistema de competição, sendo 100% (—), 75%(- -), 50% (.....) e 25%(—).

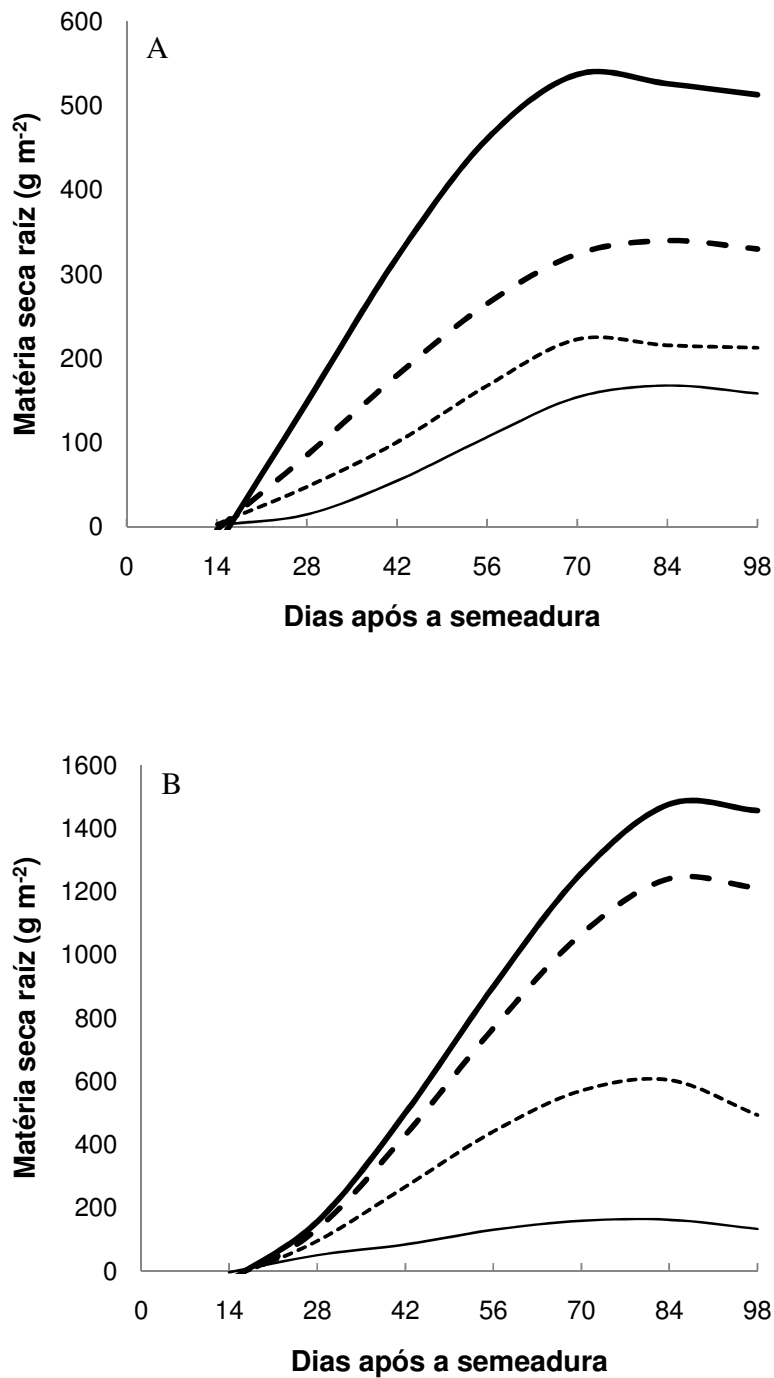


Figura 3 – Matéria seca de raiz do arroz (A) e capim-arroz (B) em função da ontogenia das plantas, associadas em diferentes densidades de semeadura, em sistema de competição, sendo 100% (—), 75% (- - ·), 50% (.....) e 25%(—).

62,1; 54,1 e 33,5g m⁻², alcançados aos 98 DAS, com reduções de 24,5; 34,3 e 59,3%, respectivamente em ordem decrescente de densidade da espécie concorrente.

Todas as pesquisas buscam o maior potencial produtivo das cultivares e o rendimento de grãos é a informação de maior importância no ponto de vista agrônomo. Os máximos acúmulos de matéria seca de grãos alcançados para o arroz (Figura 6) foi de 7673,9; 5486,4; 3313,8 e 1380,6 kg ha⁻¹, com reduções de 28,5; 56,8 e 82%, respectivamente com o aumento da competição relativa.

Os máximos resultados obtidos de rendimento de grãos no arroz foram de 8671,5; 6199,6; 3744,6 e 1560,1 kg ha⁻¹, aos 98 DAS.

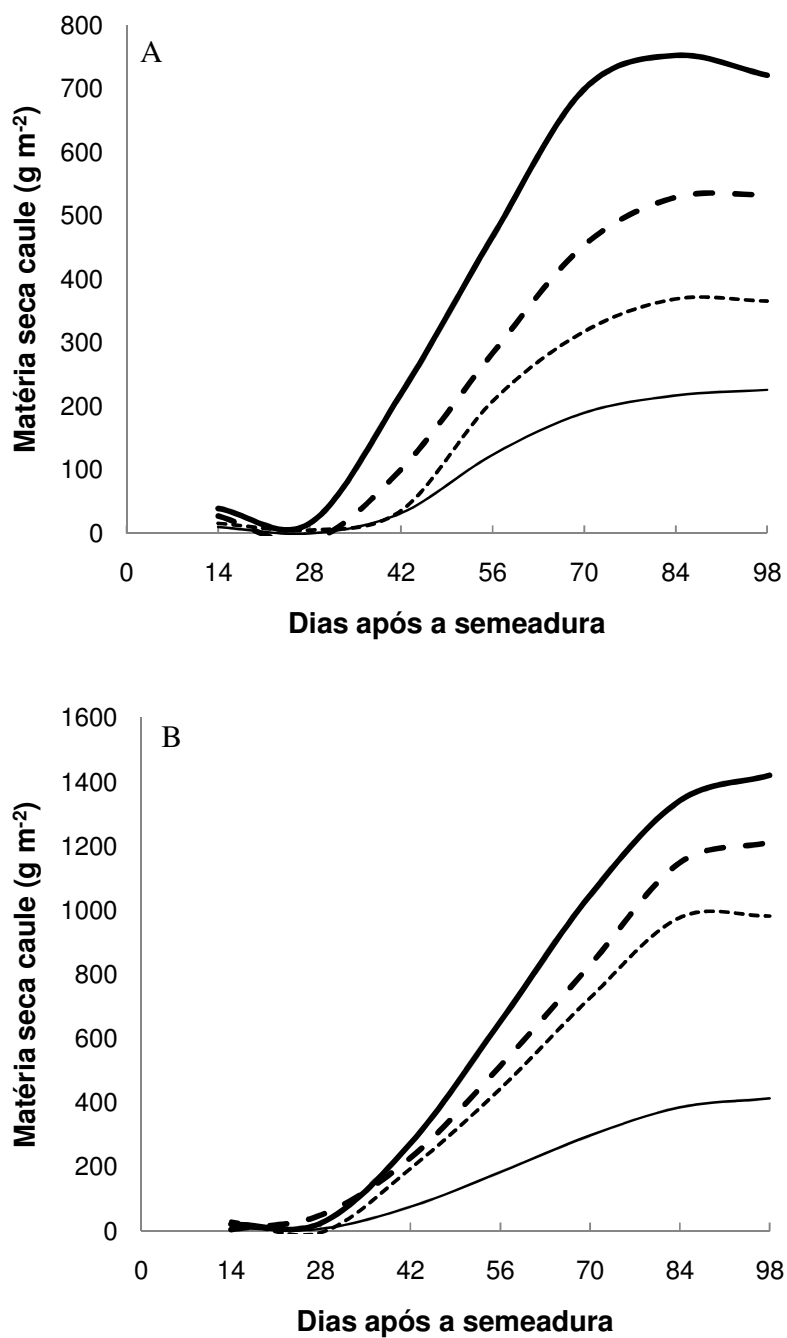


Figura 4 – Matéria seca de caule do arroz (A) e capim-arroz (B) em função da ontogenia das plantas, associadas em diferentes densidades de semeadura, em sistema de competição, sendo 100% (—), 75%(- -), 50% (.....) e 25%(—).

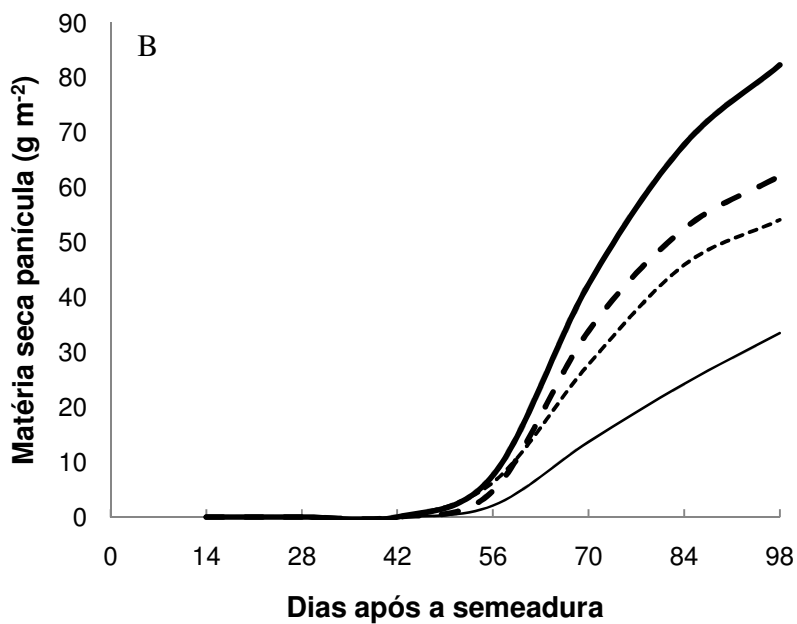
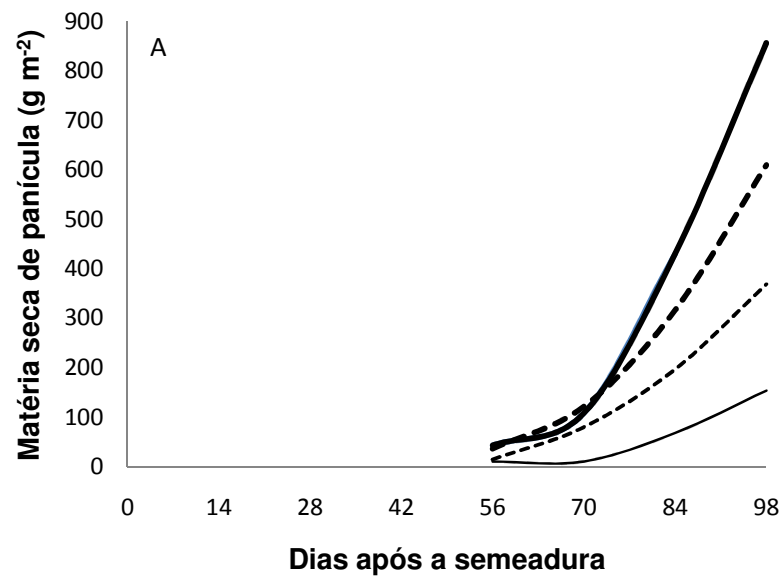


Figura 5 – Matéria seca de panícula do arroz (A) e capim-arroz (B) em função da ontogenia das plantas, associadas em diferentes densidades de sementeira, em sistema de competição, sendo 100% (———), 75%(- - -), 50% (······) e 25%(———).

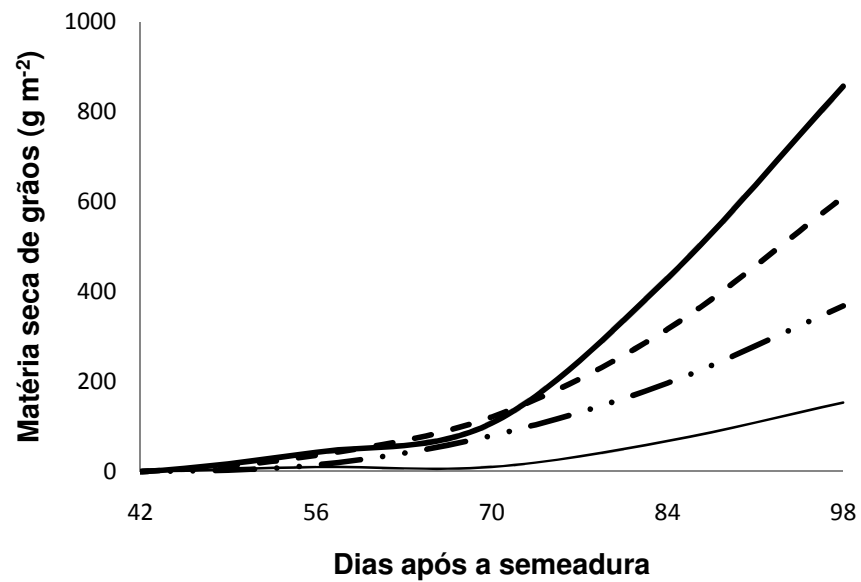


Figura 6 – Acúmulo de matéria seca de grãos de arroz em função da ontogenia das plantas, associadas em diferentes densidades de semeadura, em sistema de competição com capim-arroz, sendo 100% (—), 75% (- -), 50% (.....) e 25%(—).

Tabela 1 – Rendimento de grãos de arroz em função da ontogenia das plantas, associadas em diferentes densidades de semeadura, em sistema de competição com capim-arroz.

	100:00 (kg ha ⁻¹)	75:25 (kg ha ⁻¹)	50:50 (kg ha ⁻¹)	25:25 (kg ha ⁻¹)
Arroz	8671,5 a	6199,6 b	3744,6 c	1560,1 d

CONCLUSÃO

A mudança no dreno metabólico preferencial entre órgãos é seqüencial, inicialmente as raízes e folhas, a seguir o caule atingindo o máximo no início da fase reprodutiva das espécies, as panículas passam a ser o dreno metabólico preferencial de forma definitiva e mais acentuada. No entanto, mesmo tendo ocorrido mudança no dreno metabólico preferencial, os demais órgãos permanecem acumulando matéria seca, porém com taxas mais reduzidas.

O capim-arroz se mostrou mais adaptado à competição do que o arroz, pois possui uma estatura superior, acumula maior quantidade de matéria seca de folhas, raízes e caule.

A produtividade do arroz decresce acentuadamente com o incremento na densidade (competição) do capim-arroz.

CONCLUSÃO GERAL

Verificou-se que o capim-arroz é mais adaptado as condições do meio que ocorre no cultivo do arroz irrigado, com grande capacidade competitiva, sua estatura é superior a da espécie cultivada.

Em todas as características de crescimento analisadas o capim-arroz sobrepujou o arroz, e mantiveram um padrão normal quando isoladas, porém quando em competição houve redução em função da competição.

A relação interespecífica mostra uma capacidade de competição de ambas as espécies, podendo ser a luz o fator de maior relevância, devido ao sombreamento entre as plantas, o que dá grande vantagem para o capim-arroz pela sua estatura.

A produtividade é drasticamente reduzida em função do incremento da densidade de plantas de capim-arroz.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINETO, D.; GALON, L.; TIRONI, S.P.; PINTO, J.J.O.; NEVES, R.; Períodos de competição de capim-arroz (*Echinochloa spp.*) na cultura do arroz irrigado. **Anais da XXVII Reunião da cultura do arroz irrigado**. 2007, Pelotas., p. 127 – 129,

ALLISON, J.C.S.; Physiological studies of the post-flowering period in *Zea mays* L.; **University de London**, (London), p. 10-25, (Tese de PhD), 1964a.

ALLISON, J.C.S.; A comparison between mayse and wheat in respect of leaf after flowering and growth. **Journal Agricultural science**, (Ashford), v.63, n.1, p.1–4, 1964b.

ANDRES, A. et al. Detecção de resistência de capim-arroz (*Echinochloa spp.*) ao herbicida quinclorac em regiões orizícolas do sul do Brasil. **Planta Daninha**, (Viçosa) v.25, p.221-226, 2007.

ANDRES, A.; MACHADO, S. L. O.; **Plantas daninhas em arroz irrigado**. 2004. IN: GOMES, A. S.; MAGALHÃES JR., A. M. (Eds.). **Arroz irrigado do Sul do Brasil**. Brasília. Embrapa informação tecnológica, p.457-546, 2004.

BALBINOT JR., A. A. et al. Competitividade de cultivares de arroz irrigado com cultivar simuladora de arroz-vermelho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n.1, p. 53-59. 2003.

BEADLE, C. L.; growth analysis. IN: HALL, D. O.; BOLHARNORDENKAMPF, H. R.; LEE GOOD, R. C. et al. (Eds.) Photosynthesis and production in a change environment. London: **A field and laboratory manual**. P. 36-46,. 1993.

BENNETT, A. C.; SHAW, D. R. **Effect of Glycine max cultivar and weed seed characteristics**. Weed Science, Lawrence, v. 48, n. 4, p. 431-435, 2000.

BERKOWITZ, A. R.; Competition for resources in weed-crop mixtures. IN: ALTIERE, M. A.; LIEBMAN, M. (Eds.) Weed management in agroecosystems. **Ecological Approaches**. Boca Raton: CRC Press, p. 89-120, 1988.

CHAPMAN, D. F.; LEMAIRE, G.; Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. IN: **International grassland Congress**. Australia.17, p. 95-104, 1993.

COLL, J. B.; RODRIGO, G. N.; GARCIA, B. S.; TOMÉS, R. S.; **Fisiologia Vegetal**. Madrid. Ediciones Pirámide, p. 819, 1988.

CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento). **Comparativo da área, conjunturas e características socioeconômicos da cultura do arroz**. 2007.

COUNCE, P. A.; KEISLING, T. C.; MITCHELL, A.; A uniform, objective, and adaptive system for expressing rice development. **Crop science**, Madison.v. 40, n. 2, p. 436-443, 2000.

FISCHER, A. J.; Aspectos de La interferência entre lãs mazelas y cultivos. IN: SHENK, M.; FISCHER, A. J.; BERNAL, V. (Eds). Principios básicos sobre el manejo del mazelas. El Zamorano: **Escuela Agrícola Panamericana**, p. 21-40. (Publicación MIPH-EAP, 65) 2005.

FISCHER, A. J.; RAMÍREZ, H. V.; LOZANO, J.; Supression of junglerice (*Echinochloa colona* (L.) Link) by irrigated rice cultivars in Latin América. **Agronomy Journal**, Madison., v. 89, n.3, p. 516-521, 1997.

FISCHER, R. A.; MILES, R. E.; The role of spatial pattern in the competition between crop plants and weeds. **A theoretical analysis. Mathematical. Biosciences**. New York., v. 18, p. 335-350, 1995.

FLECK, N. G.; **Controle de plantas daninhas na cultura do arroz irrigado através da aplicação de herbicidas com ação seletiva**. Porto Alegre. 1 ed. , Ed. Autor, p. 32, 2000.

GALON, L.; DAL MAGRO, T.; MISTURA, C. C.; Controle de capim-arroz com herbicida penoxulam aplicado em pós-emergência da cultura do arroz e das plantas daninhas. IN: **XXIV Congresso Brasileiro da ciência das plantas daninhas**, São Pedro. **Anais**. Londrina: SBCPD, 2004. V. único. *CD_ROM*. Goiânia: Embrapa – CNPAF, p. 488-491, 2004.

GARRITY, D. P.; MOVILLON, M.; MOODY, K. **Differential weed suppression ability in upland rice cultivars.** *Agronomy journal*, Madison, v. 84, n. 4, p. 586-591, 1992.

GOMES, A. S.; AZAMBUJA, I. H. V.; Uso e manejo de água nas lavouras de arroz do Rio Grande do Sul. IN: **Simpósio Sul-Brasileiro de Qualidade de Arroz**, 1., Pelotas. **Anais.** ABRAPÓS, p. 57-81. 2003.

GOMES, A. S.; PAULETTO, E. A.; PETRINI, J. A.; SOUZA, R. O.; Manejo da água em arroz irrigado: Implicações e Recomendações técnicas. IN: GOMES, A. S.; PAULETTO, E. A.; (Eds.). Manejo de solo e da água em áreas de várzea. Pelotas, **Embrapa Clima Temperado**, p. 103-200. 2002.

HARPER, J. L.; Population biology of plants. **Academic Press**, San Diego. p. 892, 1977
JANNINK, J.L.; ORF, J.H.; JORDAN, N.R.; SHAW. R.G.; **Index selection for weed suppressive ability in soybean.** *Crop Science*, Madison, v.40, n.4, p. 1087-1094, 2000.

KNOW, S. L.; SMITH JUNIOR, R. J.; TALBERT, R. E.; Interference durations of red rice (*Oryza sativa*) in rice (*Oryza sativa*). **Weed Science**. Champaign, v. 39, n. 3, p. 363-368, 1991.

KWON, S. L.; SMITH JUNIOR, R. J.; TALBERT, R. E. **Interference durations of red rice (*Oryza sativa*) in rice (*Oryza sativa*).** *Weed Science*, Champaign, v. 39, n. 3, p. 363-368, 1991.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal.** São Carlos: RIMA, p. 636, 2006.

LOPES, N. F.; MAESTRI, M.; Análise de crescimento e conversão de energia solar em populações de milho (*Zea mays* L.). **Revista Ceres**, Viçosa, Minas Gerais, v. 20, n. 109, p. 189-201, 1973.

MAGALHÃES, A. C. N.; **Análise quantitativa do crescimento**. IN: FERRI, M. G.; (Coord.) Fisiologia Vegetal. 2 ed. **Rev. Annual**. São Paulo, Ed. Pedagógica e Universitária, v. 1, cap. 8, p. 333-350, 1985.

McDONALD, A. J.; RIHA, S. J. **Model of cropweed competition applied to maize: Abolition theophrasti interactions II: assessing the impact of climate: implications for economic thresholds**. Weed Research, Oxford, v. 39, n. 5, p. 371-381, 1999.

MELGES, E.; LOPES, N. F.; OLIVA, M. A.; Crescimento, produção de matéria seca e produtividade de soja submetida a quatro níveis de radiação solar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, V. 24, n. 9, p. 1073-1080, 1989.

MELO, P. T. B. S.; et al. Comportamento de populações de arroz irrigado em função das proporções de plantas originadas de sementes de alta e baixa qualidade fisiológica. **Revista Brasileira de agrociência**, v. 12, p. 37-43. 2006.

MENEZES, V. G.; RAMÍREZ, H.; Controle de capim-arroz (*Echinochloa crusgalli*) e capim capivara (*Hymenachne amplexicaulis*) com o herbicida clincher em arroz irrigado no sistema pré-germinado.. IN: Congresso brasileiro de Arroz Irrigado, 3., Reunião da Cultura do Arroz Irrigado, 25, Balneário Camboríu. **Anais**. EPAGRI, p. 507-509, 2003.

NI, H. et al.; *Oryza sativa* plant traits conferring competitive ability against weeds. **Weed science**., v.48, n. 2; p. 200-204. 2000.

NILWIK, H. J. M.; Growth analysis of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.): 2. Interacting effects of irradiance, temperature and plant age in controlled conditions. **Annals of Botany**, London. v. 49, n. 1, p. 137-145, 1981.

PITELLI, R. A.; **Competição por nutrientes entre a cultura do arroz e a comunidade infestante. Efeitos do espaçamento e da fertilização nitrogenada.** Tese (Doutorado em solos e nutrição de plantas). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba. 1981.

RADFORD, P. J.; Growth analysis formula their use and abuse. **Crop Science**, Madison, v. 7, n. 42, p. 171-175, 1967.

RADOSEVICH, S.; HOLT, J.; GHERSA, C.; **Weed ecology.** 2. Ed.; Wiley, p. 588, 1997.
RICHARDS, F. J.; The quantitative analysis of growth. IN: STEWARD, F. C.; (ed.) A treatise. **Plant Physiology**. New York, Academic Press, p. 3-76, 1969.

SANINT, L. R.; Evolution tecnológica, perspectivas futuras y situación mundial Del arroz. IN: **Reunião da Cultura do Arroz Irrigado**, Balneário Camború, 22, p. 7-30,. 1997.

SILVA, A. C. et al. Análise de crescimento de *Brachiaria brizantha* submetida a doses reduzidas de fluazifop-p-butil. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 23, n. 1, p. 45-5, 2005.

SILVA, A., A. et al; Competição entre plantas daninhas e culturas. IN: SILVA, A. A.; SILVA, J. F. (Ed.) **Tópicos de manejo de plantas daninhas.** UFV, Viçosa., p. 17-61, 2007.

SOSBAI. **Recomendações Técnicas das Pesquisa de Arroz Irrigado para o Sul do Brasil.** 2007. P. 115, Pelotas.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology.** 2.ed. Sunderland: Sinauer associates, p.792 1998.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; **Fisiologia Vegetal.** Porto Alegre, Artmed, p. 768, 2004.

WALKER, G.K.; BLACKSHAW,R.E.;DEKKER,J.; **Leaf area and competition for light between plant species using direct sunlight transmission.** Weed technol.,v.2,p.159-165, 2000.

WATSON, D.J.; **Leaf growth in relation to crop yield.** In: Milthorpe, F.L. (ed). **The growth of leaves.** Butterworths Scientific Publication, London. V.7, n.1, p.140-150, 1956.