

VELOCIDADE DE EMERGÊNCIA E CRESCIMENTO INICIAL DE CULTIVARES DE ARROZ IRRIGADO INFLUENCIANDO A COMPETITIVIDADE COM AS PLANTAS DANINHAS¹

Emergence and Early Growth of Flooded Rice Cultivars Influencing the Competitive Ability with Weeds

BALBINOT JR., A.A.², FLECK, N.G.³, AGOSTINETTO, D.⁴, RIZZARDI, M.A.⁵, MEROTTO JR., A.⁶ e VIDAL, R.A.³

RESUMO - A utilização de cultivares de arroz com elevada habilidade competitiva constitui-se numa alternativa para minimizar os efeitos adversos das plantas daninhas sobre a produção das culturas; assim, a rapidez de emergência e a de crescimento inicial são características fisiológicas desejáveis, que aceleram a ocupação do espaço e a utilização dos recursos do meio por um cultivar, reduzindo dessa forma os efeitos competitivos das plantas daninhas. O objetivo deste trabalho foi de investigar variações nas velocidades de emergência e de crescimento inicial de plantas de diferentes cultivares de arroz irrigado. Para isso, foram conduzidos dois experimentos em vasos durante o verão de 1999/2000. Os cultivares avaliados foram: Bluebelle, BR IRGA 410, BRS Chuí, BRS Ligeirinho, BRS Taim, CICA 8, EEA 406, El Paso L 144, EPAGRI 108, IAS 12-9 Formosa, IR 841, IRGA 417, IRGA 418, IRGA 421 e XL 6. Avaliou-se a velocidade de emergência até os 10 dias após a semeadura (DAS). A velocidade de crescimento inicial foi caracterizada pelas variáveis área foliar, estágio de desenvolvimento, estatura e fitomassa seca da parte aérea e do sistema radicular, determinadas em duas épocas: aos 14 e 24 DAS. Os cultivares Ligeirinho e IR 841 foram os que mais se destacaram quanto à velocidade de emergência; em contrapartida, os cultivares Formosa e XL 6 demonstraram lenta emergência. Considerando conjuntamente as quatro variáveis relativas ao crescimento inicial de plantas, os cultivares de maior destaque para crescimento inicial mais rápido na primeira avaliação (14 DAS) foram Ligeirinho, El Paso e IRGA 418, enquanto Formosa, Bluebelle e XL 6 foram os de menor crescimento. Na segunda determinação (24 DAS), posicionaram-se em destaque Chuí, El Paso e Ligeirinho, enquanto IR 841 e Formosa apresentaram os piores desempenhos em variáveis de crescimento inicial.

Palavras-chave: competição, habilidade competitiva, fitomassa.

ABSTRACT - *The use of rice cultivars with high competitive ability can be a good alternative to minimize the adverse effects of weeds on the crop yield. Emergence velocity and early growth are desirable physiological characteristics, which accelerate space and the use of environmental resources. This research aimed to investigate variations in emergence and early growth velocities of several flooded rice cultivars. Two trials were conducted in pots during the 1999/2000 summer. Rice cultivars compared were: Bluebelle, BR IRGA 410, BRS Chuí, BRS Ligeirinho, BRS Taim, CICA 8, EEA 406, El Paso L 144, EPAGRI 108, IAS 12-9 Formosa, IR 841, IRGA 417, IRGA 418, IRGA 421, and XL 6. Emergence velocity up to 10 days after seeding (DAS) was analyzed. Early growth velocity was characterized by the variables: leaf area, development stage, seedling height, and dry matter of root and aerial plant parts, all evaluated at 14 and 24 DAS. Cultivars Ligeirinho*

¹ Recebido para publicação em 7/5/2001 e na forma revisada em 17/12/2001.

² Eng.-Agrônomo, aluno do Programa de Pós-graduação em Fitotecnia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS);

³ Eng.-Agrônomo, Ph.D., Professor do Departamento de Plantas de Lavoura da Fac. de Agronomia da UFRGS, bolsista do CNPq, Caixa Postal 776, Porto Alegre-RS, 91501-970. Autor para correspondência; ⁴ Eng.-Agrônomo, M.S., aluno do Programa de Pós-graduação em Fitotecnia da UFRGS. ⁵ Eng.-Agrônomo, M.S., Professor da Fac. de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo, aluno do Programa de Pós-graduação em Fitotecnia da UFRGS; ⁶ Eng.-Agrônomo, M.S., Professor do Departamento de Plantas de Lavoura da Fac. de Agronomia da UFRGS.



and IR 841 showed the highest emergence speed whereas Formosa and XL 6 showed the slowest. Considering together all four variables related to early seedling growth rate, the cultivars performing positively at the first evaluation (14 DAS) were Ligeirinho, El Paso, and IRGA 418, whereas Formosa, Bluebelle, and XL 6 had negative performance. At the second evaluation (24 DAS), Chuí, El Paso, and Ligeirinho had positive performance while IR 841 and Formosa had the worst performances, according to initial growth variables results.

Key words: competition, competition capacity, weed cultural management, dry matter.

INTRODUÇÃO

Uma prática importante a considerar na adoção do manejo cultural de plantas daninhas é a utilização de cultivares que apresentam elevada habilidade competitiva com infestantes. Nesse sentido, cultivares de arroz irrigado que possuem emergência precoce e alta taxa de crescimento inicial são mais hábeis em competir com plantas daninhas (Ni et al., 2000). A velocidade de crescimento inicial está diretamente ligada ao aproveitamento da radiação solar no início do ciclo das plantas cultivadas, pois nesse subperíodo de desenvolvimento ocorre menor absorção da radiação pela comunidade (Almeida et al., 1998). Além disso, o rápido crescimento de raízes permanentes maximiza o aproveitamento de água e de nutrientes pela cultura (Seibert & Pearce, 1993).

A capacidade de efetivar o processo germinativo no menor tempo é fator importante que propicia maior competitividade das culturas em relação às plantas daninhas (Roman et al., 1999). Em cevada, a lenta emergência, decorrente de sementes danificadas, reduziu sua habilidade competitiva contra infestantes (Rasmussen & Rasmussen, 2000). Diferenças na época de emergência podem influenciar as habilidades competitivas relativas de duas espécies; as primeiras plântulas a emergirem provavelmente apresentarão maior rendimento, porque elas são mais competitivas na utilização dos recursos do meio (água, nutrientes e luz) (Firbank & Watkinson, 1985).

Análise de dados através de modelo ecofisiológico demonstrou que 96% das variações de perda de produtividade na cultura da beterraba deveram-se às diferenças nas épocas de emergência das plantas daninhas e que somente 13% das diferenças de produtividade foram explicadas pelas variações na densidade das plantas daninhas (Kropff & Lotz, 1992). Em

decorrência de análise teórica, Fischer & Miles (1973) afirmaram que as infestantes que emergem um dia mais cedo do que a cultura são cerca de duas vezes mais competitivas do que as plantas daninhas que emergem simultaneamente com as plantas cultivadas.

A emergência rápida do arroz vermelho é fator importante para o estabelecimento das plântulas; assim, esta infestante ocupa logo os espaços e compete mais precocemente pelos recursos do ambiente em relação aos cultivares de arroz e, por isso, leva vantagem na competição (Diarra et al., 1985). As plantas daninhas apresentam maior rapidez de germinação porque geralmente germinam próximo à superfície do solo, enquanto as sementes das culturas freqüentemente estão posicionadas em maior profundidade. Além disso, no momento da semeadura da cultura, as sementes das plantas daninhas já estão pré-embebidas, tendo possibilidade de iniciar o processo de hidrólise dos compostos de reserva antes que as sementes de plantas cultivadas.

Em geral, as plantas apresentam modelo de crescimento do tipo sigmóide, ou seja, no início o crescimento é bastante lento e, após, aumenta de modo gradativamente rápido, até atingir um platô, quando então se estabiliza. A taxa reduzida de crescimento inicial da parte aérea de algumas plantas é decorrente da baixa velocidade de divisão e de alongação celular, proporcionando reduzida área foliar à planta e, conseqüentemente, menor aproveitamento da radiação fotossinteticamente ativa. Dessa forma, postula-se que aqueles genótipos que direcionam maior quantidade de fotoassimilados para produção de folhas durante a fase inicial do ciclo apresentam maior crescimento inicial, e isso pode refletir-se em maior potencial produtivo (Almeida et al., 1998).

Plantas cultivadas que apresentam acelerado crescimento inicial, com uniformidade de

ocupação do dossel, possuem alta capacidade de sombreamento precoce sobre as plantas daninhas, diminuindo, assim, a quantidade e a qualidade da luz incidente sobre estas. Espera-se que quanto maior for a quantidade de reserva contida nas sementes, maior será a taxa de crescimento inicial da planta. Em milho, foi observada correlação positiva do tamanho da semente com vigor e crescimento inicial da planta (Revilla et al., 1999). O rápido crescimento inicial é um requisito importante na determinação do potencial de supressão das culturas sobre as infestantes (Grundy et al., 1999). Em relação a esse aspecto, Cousens (1996) afirmou que a cevada é mais competitiva do que o trigo, por apresentar maior velocidade de crescimento inicial. Contudo, a redução induzida do vigor de plântulas de cevada propiciou aumento da fitomassa de plantas daninhas de até 210% (Rasmussen & Rasmussen, 2000).

Em campo, *Brachiaria brizantha* leva vantagem na competição com cultivares de arroz irrigado no início do ciclo, devido à maior velocidade de aumento do índice de área foliar e de estatura em relação à cultura (Fischer et al., 1995). Outra característica fisiológica que contribui para determinação da habilidade competitiva das plantas é a velocidade de crescimento das raízes. Assim, plantas de soja foram consideradas mais competitivas que *Amaranthus retroflexus* em razão da alta taxa de acúmulo de fitomassa no sistema radical, levando vantagem na absorção de nutrientes e de água (Shurtleff & Coble, 1985). De modo semelhante, segundo Monks et al. (1988), *Xanthium strumarium* e *Ipomoea purpurea* são infestantes que mostram potencial de dominação na competição quando crescem junto com a soja, devido ao rápido crescimento inicial e à elevada taxa de elongação radical.

Desse modo, o objetivo deste trabalho foi investigar variações nas velocidades de emergência e de crescimento inicial de plântulas de cultivares de arroz irrigado e como essas etapas se comportam, no conjunto, em afetar o período de estabelecimento da cultura.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação no Departamento de Plantas de

Lavoura da Faculdade de Agronomia da UFRGS, localizada no município de Porto Alegre-RS. Ele foi instalado em vasos com capacidade volumétrica de 1 litro e diâmetro de 15 centímetros, utilizando-se como substrato solo oriundo de lavoura orizícola, classificado como Planossolo Hidromórfico Eutrófico arênico, pertencente à unidade de mapeamento Vacacaí (Embrapa, 1999). Esse tipo de solo apresenta grande variabilidade nas suas propriedades físico-químicas; o pH é inferior a 6, a textura e a fertilidade são médias e o teor de matéria orgânica é inferior a 2,5% (Volkweiss, 1986).

O experimento foi constituído por dois bioensaios, realizados em dezembro/janeiro e março/abril. Os cultivares de arroz irrigado utilizados foram: Bluebelle, BR IRGA 410, BRS Chuí, BRS Ligeirinho, BRS Taim, CICA 8, EEA 406, El Paso L 144, EPAGRI 108, IAS 12-9 Formosa, IR 841, IRGA 417, IRGA 418, IRGA 421 e XL 6.

O número de sementes colocadas por vaso foi ajustado para cada cultivar de acordo com seu poder germinativo, determinado por meio do teste de germinação em laboratório, objetivando-se o estabelecimento de 20 plantas por vaso. A profundidade de semeadura foi uniformizada em 1,5 cm. Os vasos, com fundo perfurado, foram mantidos dentro de bandejas plásticas, por intermédio das quais foi fornecida água para manter o solo úmido através de capilaridade. O delineamento experimental utilizado foi o completamente casualizado, com seis repetições por cultivar.

Foram realizadas as seguintes determinações:

- **Peso médio das sementes:** para cada cultivar foram separadas cinco amostras de 100 sementes íntegras, as quais foram pesadas em balança analítica, para obtenção do peso de 1.000 sementes.
- **Porcentagem de páleas + lema:** foram amostradas 100 sementes de cada cultivar, das quais foram retiradas manualmente páleas e lema, que então foram pesadas separadamente. A determinação da porcentagem de pericarpo + endosperma visou estimar a quantidade de reservas das sementes, ignorando a contribuição de páleas e lema, pois



estas estruturas não são fontes de reserva para a germinação.

- *Velocidade de emergência*: esta característica foi avaliada com base no critério agrônomo, o qual consistiu na contagem diária das plântulas emergidas por vaso até o 10º dia após a semeadura (DAS). Considerou-se plântula emergida aquela que apresentava coleóptilo com comprimento superior a 1,5 cm. Para o cálculo do índice de velocidade de emergência (IVE), foi utilizada a equação sugerida por Edmond & Drapala (1958): $V_E = (N_1 \cdot D_1) / (N_n \cdot D_n) / (D_1 + D_2 \dots D_n)$, em que: V_E = velocidade de emergência; N_1 = número de plântulas emergidas no 1º dia; N_n = número acumulado de plântulas emergidas; D_1 = 1º dia de contagem; e D_n = número de dias contados após a semeadura.

Aos 10 DAS foi realizado desbaste do excesso de plantas nos vasos, mantendo-se as 10 mais vigorosas. Aos 14 e 24 DAS, foram feitas as seguintes determinações, utilizando-se três repetições em cada data:

Área foliar: foi determinada em laboratório, com auxílio de determinador de área foliar (modelo Area Meter 3100).

Estádio de desenvolvimento das plântulas: esta determinação foi realizada visualmente, utilizando-se a escala de desenvolvimento fenológico proposta por Haun (1973).

Estatuta das plântulas de arroz: foi determinada pela mensuração da altura da sua parte aérea, tomando-se o comprimento desde o nível do solo até o ápice destas, com o limbo foliar distendido.

Fitomassa seca das partes aérea e radical: foram determinadas separadamente, procedendo-se ao arranque das plântulas de arroz, lavando-as em água corrente e separando as partes aérea e radical. Após esse procedimento, o material foi colocado em estufa para secar à temperatura de 65 °C, até atingir peso constante.

Inicialmente, procedeu-se à análise de variância individual para os bioensaios, a fim de verificar a homogeneidade dos erros experimentais. Depois disso, os dados dos dois bioensaios foram submetidos à análise conjunta de variância, e as médias dos tratamentos

foram comparadas aplicando-se o teste de Tukey. Em ambas as análises, adotou-se o nível de 5% de probabilidade. Também foram calculados os coeficientes de correlação linear simples entre as variáveis analisadas, estabelecendo-se o nível de significância em 1%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve diferença significativa na velocidade de emergência entre os cultivares analisados (Tabela 1). Em geral, os cultivares IR 841, Ligeirinho, CICA 8 e IRGA 418 apresentaram os maiores IVEs nos dois bioensaios, enquanto Formosa e XL 6 obtiveram os menores IVEs nos dois bioensaios (Tabela 1). Já os cultivares Bluebelle e EEA 406 apresentaram baixos IVEs apenas em um dos bioensaios. Não se esperava que o cultivar XL 6, que é híbrido, apresentasse IVE tão baixo, devido ao efeito de heterose que se observa nesses tipos de genótipos, contrariando a proposta de Johnson et al. (1997), que sugerem a exploração do vigor híbrido para incrementar a velocidade dos processos fisiológicos e o potencial produtivo do arroz em regiões de clima tropical. Os demais cultivares não referidos especificamente apresentaram desempenho intermediário ao dos grupos referidos. No primeiro bioensaio, a diferença nos IVEs dos cultivares IR 841 e XL 6 foi de aproximadamente 40%. No segundo bioensaio, o cultivar Ligeirinho apresentou IVE aproximadamente duas vezes superior ao do cultivar Formosa. Dessa maneira, é provável que os cultivares de emergência mais veloz apresentem maior habilidade em competir com infestantes já a partir do início do seu ciclo, conforme enfatizam Shurtleff & Coble (1985). Segundo Johnson et al. (1998), os efeitos deletérios nas culturas, decorrentes da competição das plantas daninhas por água, luz e nutrientes, ocorrem com maior intensidade no início do ciclo das plantas cultivadas.

Apesar de os dois bioensaios serem conduzidos em condições distintas de temperatura e fotoperíodo, os dados comprovam que, na maioria dos casos, não há variações acentuadas nas posições relativas dos cultivares, demonstrando que a característica genética dos cultivares é um fator condicionante de rapidez de emergência. Cabe ressaltar que essas variações também podem ser decorrentes de diferenças

do vigor das sementes, o qual não foi avaliado no experimento. O peso das sementes não se correlacionou significativamente com velocidade de emergência (dados não-mostrados). Foi apontado por Kigel & Galili (1995) que a característica genética que confere alta velocidade de síntese de enzimas degradativas é um fator importante na rápida germinação das sementes.

Outra característica fisiológica importante na definição do potencial competitivo das culturas é sua velocidade de crescimento inicial (Ni et al., 2000). Nesse sentido, a rapidez no aumento da área foliar é uma característica a ser considerada para determinar a velocidade de crescimento de um vegetal (Horak & Loughin, 2000). O aumento acelerado da área foliar da cultura permite o sombreamento precoce das infestantes, diminuindo seu efeito adverso sobre as plantas cultivadas (Cousens, 1996; Horak & Loughin, 2000; Rasmussen & Rasmussen, 2000).

Em média, no bioensaio 2 os cultivares atingiram maior área foliar, comparativamente ao bioensaio 1 (Tabela 2). Considerando conjuntamente os dois bioensaios, verifica-se que os cultivares El Paso e IR 841 tiveram posições consistentes de destaque na primeira determinação de área foliar. Houve correlação significativa ($r=0,69$) entre velocidade de emergência e área foliar aos 14 DAS no bioensaio 1. Na segunda avaliação, os destaques gerais foram para os cultivares Chuí e XL 6. De outro modo, na primeira e na segunda avaliação o cultivar Formosa ocupou a pior posição.

A área foliar por planta depende diretamente do tamanho e do número de folhas (Paranhos et al., 1991). Nesse sentido, a velocidade de emissão de folhas, ou do avanço de estágio, é um parâmetro que pode contribuir na análise do crescimento inicial de um vegetal. Em média, o estágio dos cultivares aos 14 DAS, no bioensaio 2, foi superior ao do bioensaio 1; já aos 24 DAS essa diferença foi menos acentuada (Tabela 3).

Tabela 1 - Índices de velocidade de emergência de sementes de cultivares de arroz irrigado, avaliados em dois bioensaios. UFRGS, Porto Alegre-RS, 2000

Bioensaio 1		Bioensaio 2	
Cultivares	IVE ^{1/}	Cultivares	IVE
IR 841	16,1 a ^{2/}	BRS Ligeirinho	17,3 a
BRS Ligeirinho	16,0 a	IR 841	16,9 ab
CICA 8	15,6 ab	CICA 8	16,5 ab
IRGA 418	15,4 ab	IRGA 418	16,4 ab
BRS Chuí	15,0 abc	IRGA 417	15,8 ab
EEA 406	14,9 abc	BRS Taim	15,4 ab
IRGA 421	14,7 abc	BRS Chuí	15,2 abc
IRGA 417	14,5 abc	BR IRGA 410	15,0 abcd
BR IRGA 410	13,9 abcd	IRGA 421	14,8 bcde
Bluebelle	13,3 bcd	EPAGRI 108	12,8 cdef
EPAGRI 108	13,3 bcd	El Paso L 144	12,7 def
BRS Taim	13,2 bcd	Bluebelle	12,5 ef
El Paso L 144	12,9 cd	EEA 406	11,6 fg
IAS 12-9 Formosa	11,7 d	XL 6	9,3 gh
XL 6	11,6 d	IAS 12-9 Formosa	8,2 h
Médias	13,9		14,3
CV (%)	8,4		8,7

^{1/} Calculado pela equação proposta por Edmond & Drapala (1958).

^{2/} Médias seguidas de letras distintas, comparadas nas colunas, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



Tabela 2 - Área foliar (cm²/planta) de cultivares de arroz irrigado, avaliada aos 14 e 24 dias após a semeadura em dois bioensaios. UFRGS, Porto Alegre-RS, 2000

Bioensaio 1			Bioensaio 2		
Cultivares	14 DAS	24 DAS	Cultivares	14 DAS	24 DAS
BRS Ligeirinho	4,57 a ^{1/}	13,7 a	CICA 8	5,50 a	16,4 de
El Paso L 144	4,29 ab	12,2 ab	BR IRGA 410	5,06 ab	18,4 cd
IRGA 418	4,00 ab	11,4 abc	IR 841	4,89 ab	17,7 cd
IR 841	3,81 abc	10,6 abc	El Paso L 144	4,73 ab	20,1 abc
IRGA 421	3,56 abcd	13,7 a	XL 6	4,60 abc	23,0 ab
BRS Chuí	3,49 abcd	13,9 a	BRS Ligeirinho	4,45 abc	16,8 cde
IRGA 417	3,43 abcd	8,0 c	IRGA 421	4,08 abc	19,9 bcd
CICA 8	3,26 abcd	10,9 abc	EPAGRI 108	3,91 bc	23,3 ab
BRS Taim	3,23 abcd	11,1 abc	BRS Taim	3,90 bc	13,7 e
EEA 406	3,16 abcd	11,3 abc	BRS Chuí	3,74 bc	23,6 a
XL 6	3,08 abcd	12,4 ab	Bluebelle	3,70 bc	16,5 de
EPAGRI 108	3,01 bcd	10,6 abc	IRGA 417	3,68 bc	17,7 cd
BR IRGA 410	2,90 bcd	9,9 bc	IRGA 418	3,61 bc	17,7 cd
Bluebelle	2,31 cd	8,6 c	EEA 406	3,15 cd	18,4 cd
IAS 12-9 Formosa	2,11 d	8,2 c	IAS 12-9 Formosa	1,96 d	13,6 e
Médias	3,35	11,13	Médias	4,07	18,45
CV(%)	14,5	8,3	CV(%)	14,5	8,3

^{1/} Médias seguidas de letras distintas, comparadas nas colunas, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 3 - Estádio de desenvolvimento do colmo principal de cultivares de arroz irrigado, avaliado aos 14 e 24 dias após a semeadura em dois bioensaios. UFRGS, Porto Alegre-RS, 2000

Bioensaio 1			Bioensaio 2		
Cultivares	14 DAS	24 DAS	Cultivares	14 DAS	24 DAS
IRGA 417	3,00 ^{1/} a ^{2/}	4,93 c	IRGA 417	3,53 a	5,36 a
IRGA 418	2,98 a	4,82 cd	BR IRGA 410	3,41 ab	4,82 bcd
IAS 12-9 Formosa	2,93 ab	5,00 bc	IRGA 421	3,37 ab	5,05 ab
BRS Ligeirinho	2,90 ab	4,68 cde	IR 841	3,27 abc	5,07 ab
El Paso L 144	2,89 ab	4,89 cd	BRS Ligeirinho	3,17 bcd	4,44 ef
IR 841	2,85 abc	5,00 bc	IAS 12-9 Formosa	3,14 bcd	4,94 bc
IRGA 421	2,85 abc	5,32 ab	El Paso L 144	3,14 bcd	4,80 bcd
BRS Taim	2,85 abc	5,01 bc	BRS Taim	3,13 bcd	4,67 cde
BRS Chuí	2,82 abc	4,98 c	IRGA 418	3,12 bcd	4,80 bcd
BR IRGA 410	2,65 bcd	5,65 a	EPAGRI 108	3,02 cd	4,90 bc
EPAGRI 108	2,56 cde	4,82 cde	BRS Chuí	3,02 cd	5,07 ab
CICA 8	2,48 def	4,48 ef	CICA 8	2,99 cd	4,17 fg
XL 6	2,29 ef	4,57 def	Bluebelle	2,88 de	4,04 g
Bluebelle	2,24 f	4,24 fg	XL 6	2,65 ef	4,55 de
EEA 406	2,19 f	3,97 g	EEA 406	2,46 f	3,97 g
Médias	2,70	4,82	Médias	3,09	4,71
CV(%)	3,6	2,4	CV(%)	3,6	2,4

^{1/} Determinado segundo escala de Haun (1973).

^{2/} Médias seguidas de letras distintas, comparadas nas colunas, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Aos 14 DAS, no bioensaio 1, os cultivares IRGA 417, IRGA 418, Formosa, Ligeirinho e El Paso destacaram-se por terem emitido maior número de folhas (Tabela 3). Esse fato não era esperado para os cultivares Formosa e El Paso, pois eles apresentaram baixo IVE (Tabela 1), atrasando a emissão das primeiras folhas. Além disso, são cultivares de ciclo médio, apresentando desenvolvimento de planta mais lento do que os precoces. Por outro lado, os cultivares Bluebelle e EEA 406 apresentaram o menor número de folhas emitidas aos 14 DAS no bioensaio 1. Aos 24 DAS, no bioensaio 1, o cultivar BR IRGA 410 obteve o maior número de folhas emitidas (Tabela 3), demonstrando seu alto potencial de emissão de folhas após 14 dias da semeadura. Ainda, aos 24 DAS, o cultivar que apresentou o menor avanço fenológico foi EEA 406.

No bioensaio 1, o desenvolvimento dos cultivares BR IRGA 410 e IRGA 421 evoluiu rápido da primeira para a segunda determinação. No bioensaio 2, em ambas as determinações, o cultivar IRGA 417 apresentou maior número de folhas emitidas (Tabela 3). No mesmo bioensaio, verificou-se que o cultivar IRGA 417 não se destacou em termos de área foliar

(Tabela 2), indicando que este cultivar apresenta elevada taxa de emissão de folhas; entretanto, são folhas de tamanho reduzido, o que limitou a superfície foliar total. Segundo Paranhos et al. (1991), o principal componente da área foliar por planta é o tamanho do limbo foliar e não o número de folhas. Em ambos os bioensaios, os cultivares que geralmente apresentaram os estádios fenológicos menos avançados foram EEA 406, Bluebelle e XL 6 (Tabela 3). Em geral, estes cultivares também apresentaram baixa velocidade de emergência (Tabela 1), o que atrasou a emissão das primeiras folhas.

Dentre as características morfológicas, a estatura elevada de planta é a que mais fortemente se relaciona com o baixo crescimento de plantas daninhas, devido ao sombreamento imposto pela cultura (Garrity et al., 1992). Por isso, o crescimento precoce em estatura é uma característica almejada no processo supressivo das plantas daninhas pela cultura. Nos dois bioensaios ocorreram diferenças significativas na estatura de plantas (Tabela 4). Em média, o crescimento em estatura dos cultivares foi superior no bioensaio 2, em relação ao bioensaio 1.

Tabela 4 - Estatura (cm) de planta de cultivares de arroz irrigado, medida aos 14 e 24 dias após a semeadura em dois bioensaios. UFRGS, Porto Alegre-RS, 2000

Cultivares	Bioensaio 1		Cultivares	Bioensaio 2	
	14 DAS	24 DAS		14 DAS	24 DAS
BRS Ligeirinho	19,5 a ^{1/}	30,6 a	BRS Ligeirinho	30,3 a	35,5 bc
El Paso L 144	18,6 ab	22,3 cd	IRGA 418	25,2 b	34,1 bc
EEA 406	17,4 abc	22,3 cde	IRGA 417	24,9 bc	37,9 a
IRGA 418	16,6 abcd	27,4 b	El Paso L 144	24,1 bcd	30,6 de
IRGA 417	16,4 bcd	24,3 c	BR IRGA 410	23,5 bcd	29,1 def
BRS Chuí	16,0 bcd	23,0 cd	EEA 406	23,0 bcde	36,2 ab
EPAGRI 108	15,1 cde	20,0 fg	CICA 8	22,7 bcdef	27,6 fg
BRS Taim	14,6 cdef	21,7 def	BRS Taim	22,3 cdef	26,4 g
CICA 8	14,4 def	18,4 gh	IRGA 421	22,0 def	30,7 de
IRGA 421	14,3 def	22,2 cdef	EPAGRI 108	21,2 defg	29,2 def
Bluebelle	13,6 def	20,0 efg	BRS Chuí	20,3 efg	31,2 d
BR IRGA 410	12,3 ef	18,2 gh	IR 841	20,0 fgh	23,3 h
IR 841	12,2 f	16,3 h	Bluebelle	19,0 gh	33,8 c
XL 6	11,9 f	18,3 gh	XL 6	18,8 gh	28,6 efg
IAS 12-9 Formosa	11,9 f	18,7 g	IAS 12-9 Formosa	17,1 h	31,2 d
Médias	15,0	21,6	Médias	22,3	31,0
CV(%)	5,4	3,0	CV(%)	5,4	3,0

^{1/} Médias seguidas de letras distintas, comparadas nas colunas, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



Em ambos os bioensaios, na primeira avaliação, destacou-se o cultivar Ligeirinho; já na segunda avaliação as posições de destaque foram ocupadas por Ligeirinho e IRGA 417. Estes cultivares também tenderam a apresentar elevada velocidade de emergência (Tabela 1). Houve correlação significativa ($r=0,68$) entre velocidade de emergência e estatura de planta aos 14 DAS no bioensaio 2. Outro fator que deve ser considerado é que os cultivares Ligeirinho, IRGA 418 e IRGA 417 apresentam baixa exigência térmica para iniciar o período reprodutivo. Cultivares com baixa exigência térmica (precoces), geralmente, têm maior velocidade de crescimento em estatura. É provável que estes cultivares consigam competir mais eficientemente pelo recurso luz no início do seu ciclo.

Nos dois bioensaios, na primeira avaliação, apresentaram estaturas menores os cultivares Formosa e XL 6, enquanto na segunda avaliação a menor estatura foi medida em IR 841. Comparando o comportamento dos cultivares no bioensaio 2, verificou-se que Bluebelle e Formosa melhoraram suas posições relativas, apresentando rápido aumento em estatura; em contrapartida, CICA 8, El Paso e IRGA 410

perderam diversas posições da primeira para a segunda avaliação, demonstrando lento crescimento no período.

Outro indicativo que caracteriza a velocidade de crescimento de uma planta é sua velocidade de acúmulo de fitomassa no início do ciclo. Em arroz irrigado, a competição ocorre de maneira mais acentuada pelo recurso radiação solar (Castro & Garcia, 1996). Em razão disso, a velocidade de acúmulo de fitomassa na parte aérea da cultura torna-se fator fundamental para o sucesso competitivo das plantas de arroz sobre as plantas daninhas. Na Tabela 5, verifica-se que aos 14 DAS, nos dois bioensaios, o cultivar Ligeirinho obteve a melhor posição, enquanto o cultivar Formosa apresentou a pior. Houve correlação significativa ($r=0,68$ e $r=0,77$) entre velocidade de emergência e acúmulo de fitomassa da parte aérea, determinados aos 14 DAS, em ambos os bioensaios. É provável que o cultivar Ligeirinho, quando submetido à competição com infestantes, apresente elevada velocidade de ocupação do espaço aéreo e, por isso, consiga competir eficientemente pelo recurso determinante da produtividade (luz), comparativamente ao cultivar Formosa, pelo menos no início do ciclo da cultura.

Tabela 5 - Fitomassa seca da parte aérea (mg/planta) de cultivares de arroz irrigado, avaliada aos 14 e 24 dias após a semeadura em dois bioensaios. UFRGS, Porto Alegre-RS, 2000

Bioensaio 1			Bioensaio 2		
Cultivares	14 DAS	24 DAS	Cultivares	14 DAS	24 DAS
BRS Ligeirinho	34 a ^{1/}	133 ab	BRS Ligeirinho	42 a	117 def
IRGA 418	32 ab	124 abcde	CICA 8	41 ab	117 def
El Paso L 144	32 ab	144 a	El Paso L 144	40 ab	145 abc
BRS Chuí	30 ab	142 a	BR IRGA 410	40 ab	120 cdef
IRGA 417	30 ab	102 de	IRGA 418	39 ab	131 bcde
CICA 8	29 bc	114 bcde	IRGA 417	37 abc	144 abc
IR 841	29 bc	99 e	BRS Taim	37 abc	99 f
EPAGRI 108	29 bcd	109 bcde	BRS Chuí	36 abc	145 abc
IRGA 421	28 bcde	141 a	IR 841	35 abc	112 def
BRS Taim	27 bcde	128 abc	IRGA 421	35 bc	135 bcd
EEA 406	27 bcde	99 e	EPAGRI 108	34 bc	162 a
BR IRGA 410	25 cdef	115 bcde	XL 6	32 c	149 ab
Bluebelle	24 def	104 cde	EEA 406	32 c	124 bcdef
XL 6	23 ef	126 abcd	Bluebelle	31 c	130 bcde
IAS 12-9 Formosa	21 f	101 de	IAS 12-9 Formosa	20 d	109 ef
Médias	28	118	Médias	35	129
CV(%)	10,1	7,0	CV(%)	10,1	7,0

^{1/} Médias seguidas de letras distintas, comparadas nas colunas, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Houve correlação significativa ($r=0,90$ e $r=0,76$) entre área foliar e fitomassa da parte aérea, determinadas aos 14 DAS, em ambos os bioensaios. Aos 24 DAS, estas duas características novamente se correlacionaram significativamente ($r=0,82$ e $r=0,86$). Outra característica associada à fitomassa aérea acumulada foi estatura de planta ($r=0,82$ e $r=0,77$), determinada aos 14 DAS em ambos os bioensaios.

Para fitomassa aérea, em ambos os bioensaios, o cultivar Ligeirinho obteve a melhor posição aos 14 DAS; no entanto, El Paso, IRGA 418 e IRGA 417 também foram bem classificadas quanto a essa variável. Por outro lado, na avaliação realizada aos 14 DAS, o cultivar Formosa obteve o pior desempenho, seguindo-se-lhe Bluebelle e XL 6. Já na determinação de 24 DAS, maiores valores de fitomassa aérea nos dois bioensaios foram constatados para os cultivares El Paso, Chuí e XL 6, enquanto valores baixos foram obtidos consistentemente nos cultivares IR 841 e Formosa.

Em condição de lavoura, a competição por água e nutrientes entre plantas daninhas e arroz cultivado em geral não assume expressividade, se comparada com a competição pelo recurso luz. Contudo, em situação de elevada

infestação, a competição por nutrientes, principalmente nitrogênio, pode limitar a produtividade da cultura. Devido a esse fato, o crescimento acelerado do sistema radical do arroz constitui-se numa característica desejável. O rápido crescimento das raízes pode proporcionar significativa vantagem competitiva em casos em que predominarem interações abaixo do solo (Seibert & Pearce, 1993). Os nutrientes absorvidos no início da estação de crescimento e, em consequência, privados de uso pelas plantas vizinhas podem ser posteriormente redistribuídos para outras partes da planta.

Ao serem considerados conjuntamente os dois bioensaios, pode-se verificar que, na primeira determinação, os cultivares IR 841, El Paso e Ligeirinho apresentaram rápido acúmulo de fitomassa radical (Tabela 6). O cultivar Ligeirinho também havia se destacado aos 14 DAS em termos de acúmulo de fitomassa aérea (Tabela 5), demonstrando que ele apresenta alometria pronunciada. Já para essa época, IR 841 não se destacou na característica fitomassa aérea, indicando que ele investe prioritariamente suas reservas no sistema radical. Nesse período, o cultivar Formosa obteve menor massa de raízes.

Tabela 6 - Fitomassa seca do sistema radical (mg/planta) de cultivares de arroz irrigado, avaliada aos 14 e 24 dias após a semeadura em dois bioensaios. UFRGS, Porto Alegre-RS, 2000

Bioensaio 1			Bioensaio 2		
Cultivares	14 DAS	24 DAS	Cultivares	14 DAS	24 DAS
IR 841	56 a ^{1/}	157 cdef	BRS Ligeirinho	34 a	105 a
El Paso L 144	54 ab	199 bc	EPAGRI 108	26 ab	82 a
BRS Ligeirinho	53 ab	265 a	IRGA 418	25 ab	68 a
IRGA 417	53 ab	138 ef	El Paso L 144	25 ab	88 a
IRGA 418	46 abc	124 f	IRGA 421	25 ab	90 a
CICA 8	39 abcd	146 def	IR 841	24 ab	66 a
IRGA 421	37 bcde	170 bcdef	BR IRGA 410	23 ab	78 a
BRS Taim	35 cdef	146 ef	IRGA 417	23 ab	86 a
BR IRGA 410	35 cdef	132 ef	BRS Chuí	23 ab	75 a
BRS Chuí	33 cdef	210 b	BRS Taim	22 ab	66 a
EEA 406	31 cdef	196 bcd	CICA 8	21 ab	70 a
EPAGRI 108	26 def	165 bcdef	EEA 406	18 ab	63 a
XL 6	20 ef	179 bcde	Bluebelle	16 b	76 a
IAS 12-9 Formosa	19 ef	163 bcdef	XL 6	16 b	93 a
Bluebelle	19 f	142 ef	IAS 12-9 Formosa	12 b	69 a
Médias	37	169	Médias	22	78
CV(%)	20,6	14,2	CV(%)	20,6	14,2

^{1/} Médias seguidas de letras distintas, comparadas nas colunas, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



Na segunda determinação (24 DAS), Ligeirinho apresentou a maior fitomassa radicular. Em sentido oposto, o cultivar IRGA 418 apresentou consistentemente desempenho relativo inferior. Evidencia-se, ainda, que o cultivar IR 841 parece investir mais no acúmulo de fitomassa aérea entre o 14^o e o 24^o DAS, reduzindo os recursos direcionados ao crescimento radical.

Segundo Ni et al. (2000), há correlação negativa entre taxa de acúmulo inicial de fitomassa pelo arroz e fitomassa de plantas daninhas. Na Tabela 7, pode-se observar que, em média, houve maior acúmulo de fitomassa total no bioensaio 1, comparativamente ao bioensaio 2. No bioensaio 1, em ambas as avaliações, e no bioensaio 2, apenas aos 14 DAS, o cultivar Ligeirinho destacou-se com o maior acúmulo de fitomassa total. Provavelmente isso esteja ligado ao seu ciclo super precoce e ao fato de apresentar elevada velocidade de emergência (Tabela 1), já que houve correlação significativa ($r=0,69$ e $r=0,79$) entre velocidade de emergência e fitomassa total acumulada aos 14 DAS para os dois bioensaios. Outro fator que deve ser enfatizado é que o cultivar Ligeirinho apresentou elevada área foliar nas duas

avaliações, principalmente no bioensaio 1 (Tabela 2), contribuindo para o elevado acúmulo de fitomassa pelas plantas desse cultivar. Houve correlação significativa ($r=0,89$ e $r=0,64$) entre fitomassa total e área foliar determinadas aos 14 DAS nos bioensaios 1 e 2, respectivamente. Aos 24 DAS, houve correlação significativa ($r=0,67$) entre área foliar e fitomassa total apenas no bioensaio 2. Além dos fatores já analisados, o cultivar Ligeirinho também se destacou em termos de estatura (Tabela 4), o que contribuiu para o seu elevado acúmulo de fitomassa, pois se constatou haver associação significativa ($r=0,83$) entre estatura de planta e fitomassa total acumulada aos 14 DAS no bioensaio 2.

Considerando conjuntamente os dois bioensaios, constata-se que, além do cultivar Ligeirinho, o El Paso também se destacou consistentemente entre as melhores posições para fitomassa total. Por outro lado, os cultivares Formosa e Bluebelle tenderam, em geral, a ocupar as posições de menor destaque. Ainda, observa-se que os cultivares IR 841 e XL 6 mudaram suas posições relativas entre os períodos avaliados: o primeiro negativamente e o segundo positivamente.

Tabela 7 - Fitomassa seca total (mg/planta) de cultivares de arroz irrigado, avaliada aos 14 e 24 dias após a semeadura em dois bioensaios. UFRGS, Porto Alegre-RS, 2000

Cultivares	Bioensaio 1		Cultivares	Bioensaio 2	
	14 DAS	24 DAS		14 DAS	24 DAS
BRS Ligeirinho	88 a ^{1/}	398 a	BRS Ligeirinho	77 a	222 abc
El Paso L 144	86 a	342 ab	IRGA 418	65 ab	200 abc
IR 841	85 ab	256 cde	El Paso L 144	65 ab	232 ab
IRGA 417	83 abc	239 e	BR IRGA 410	63 ab	199 abc
IRGA 418	78 abcd	247 de	CICA 8	62 ab	187 abc
CICA 8	69 abcde	259 cde	IR 841	61 ab	178 bc
IRGA 421	65 bcde	312 bc	EPAGRI 108	60 ab	245 a
BRS Chuí	63 cdef	351 ab	IRGA 417	60 ab	229 ab
BRS Taim	62 defg	273 cde	BRS Taim	60 ab	166 c
BR IRGA 410	60 defgh	261 cde	IRGA 421	59 ab	225 abc
EEA 406	59 defgh	295 bcde	BRS Chuí	59 ab	219 abc
EPAGRI 108	55 efgh	274 cde	EEA 406	50 bc	187 abc
XL 6	43 fgh	304 bcd	Bluebelle	48 bc	206 abc
Bluebelle	42 gh	247 de	XL 6	48 bc	241 a
IAS 12-9 Formosa	40 h	264 cde	IAS 12-9 Formosa	32 c	177 bc
Médias	65	287	Médias	58	207
CV(%)	11,7	8,6	CV(%)	11,7	8,6

^{1/} Médias seguidas de letras distintas, comparadas nas colunas, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Com base nos resultados obtidos nesses ensaios conduzidos em vasos, deve-se partir para investigação conduzida em campo, a fim de verificar se as diferenças encontradas no período de estabelecimento da cultura se mantêm consistentes durante todo o ciclo dos cultivares e, acima de tudo, se essas vantagens realmente apresentam associação relevante no processo de competição com as plantas daninhas.

Os resultados obtidos permitem concluir que os cultivares de arroz irrigado investigados apresentam variação nas velocidades de emergência e de crescimento inicial das plântulas, as quais, possivelmente, estão associadas às características genéticas dos cultivares; há associação consistente entre velocidade de emergência e rapidez de crescimento inicial; o cultivar Ligeirinho apresenta rápida emergência e rápido crescimento inicial, destacando-se dentre os demais cultivares.

LITERATURA CITADA

- ALMEIDA, M.L.; MUNDSTOCK, C.M.; SANGOI, L. Conceito de ideotipo e seu uso no aumento do rendimento potencial de cereais. *Ci. Rural*, v.28, n.2, p.325-332, 1998.
- CASTRO, C.R.; GARCIA, R. Competição entre plantas com ênfase no recurso luz. *Ci. Rural*, v.26, n.1, p.167-174, 1996.
- COUSENS, R.D. Comparative growth of wheat, barley, and annual ryegrass (*Lolium rigidum*) in monoculture and mixture. *Austr. J. Agric. Res.*, v.47, n.3, p.449-464, 1996.
- DIARRA, A.; SMITH JR., R.J.; TALBERT, R.E. Growth and morphological characteristics of red rice (*Oryza sativa*) biotypes. *Weed Sci.*, v.33, n.3, p.310-314, 1985.
- EDMOND, J.B.; DRAPALA, W.J. The effects of temperature, sand soil and acetone on germination of okra seeds. *Proc. Am. Soc. Hortic.*, v.71, p.428-434, 1958.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: 1999. 412p.
- FIRBANK, L.G.; WATKINSON, A.R. On the analysis of competition within two-species mixtures of plants. *J. Appl. Ecol.*, v.22, p.503-517, 1985.
- FISCHER, R.A.; CHATEL, M.; RAMIREZ, H.; LOZANO, J.; GUIMARAES, E. Components of early competition between upland rice (*Oryza sativa* L.) and *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A.Rich) Stapf. *Int. J. Pest Manag.*, v.41, n.2, p.100-103, 1995.
- FISCHER, R.A.; MILES, R.E. The role of spatial pattern in the competition between crop plants and weeds. A theoretical analysis. *Mathem. Biosc.*, v.18, p.335-350, 1973.
- GARRITY, D.P.; MOVILLON, M.; MOODY, K. Differential weed suppression ability in upland rice cultivars. *Agron. J.*, v.84, n.4, p.586-591, 1992.
- GRUNDY, A.C.; BOND, W.; BURSTON, S. Weed suppression by crops. In: **THE 1999 BRIGHTON CROP PROTECTION CONFERENCE: Weeds**. Brighton: British Crop Protection Council, 1999. p.957-962.
- HAUN, J.R. Visual quantification of wheat development. *Agron. J.*, v.65, n.1, p.116-119, 1973.
- HORAK, M.J.; LOUGHIN, T.M. Growth analysis of four *Amaranthus* species. *Weed Sci.*, v.48, n.3, p.347-355, 2000.
- JOHNSON, D.E.; JONES, M.P.; DINGKUHN, M.; MAHAMANE, M.C. The response of *O. glaberrima*, *O. sativa* and an interspecific hybrid rice cultivar to weed competition. In: **THE 1997 BRIGHTON CROP PROTECTION CONFERENCE: Weeds**. Brighton: British Crop Protection Council, 1997. p.197-202.
- JOHNSON, D.E.; DINGKUHN, M.; JONES, M.P.; MAHAMANE, M.C. The influence of rice plant type on the effect of weed competition on *Oryza sativa* and *Oryza glaberrima*. *Weed Res.*, v.38, n.3, p.207-216, 1998.
- KIGEL, J.; GALILI, G. **Seed development and germination**. New York: Marcel Dekker, 1995. 853p.
- KROPFF, M.J.; LOTZ, L.A.P. Optimization of weed management systems: the role of ecological models of interplant competition. *Weed Technol.*, v.6, n.2, p.462-470, 1992.
- MONKS, D.W.; OLIVER, L.R.; BOZSA, R.C. Seedling growth of soybeans (*Glycine max*) and selected weeds. *Weed Sci.*, v.36, n.2, p.167-171, 1988.



- NI, H.; MOODY, K.; ROBLES, R.P. *Oryza sativa* plant traits conferring competitive ability against weeds. **Weed Sci.**, v.48, n.2, p.200-204, 2000.
- PARANHOS, J.T.; MARCHEZAN, E.; DUTRA, L.M.C.; AUDE, M.I. Índice de área foliar de três cultivares de arroz irrigado. **Ci. Rural**, v.21, n.1, p.35-41, 1991.
- RASMUSSEN, K.; RASMUSSEN, J. Barley seed vigour and mechanical weed control. **Weed Res.**, v.40, n.2, p.219-230, 2000.
- REVILLA, P.; BUTRÓN, A.; MALVAR, R.A.; ORDÁS, A. Relationships among kernel weight, early vigor, and growth in maize. **Crop Sci.**, v.39, n.3, p.654-658, 1999.
- ROMAN, E.S.; THOMAS, A.G.; MURPHY, S.D. Modeling germination and seedling elongation of common lambsquarters (*Chenopodium album*). **Weed Sci.**, v.47, n.1, p.149-155, 1999.
- SEIBERT, A.C.; PEARCE, R.B. Growth analysis of weed and crop species with reference to seed weight. **Weed Sci.**, v.41, n.1, p.52-56, 1993.
- SHURTLEFF, J.L.; COBLE, H.D. The interaction of soybean (*Glycine max*) and five weed species in the greenhouse. **Weed Sci.**, v.33, n.5, p.669-672, 1985.
- VOLKWEISS, S. Fertilidade. In: SIMPÓSIO SOBRE ALTERNATIVAS PARA O SISTEMA TRADICIONAL DE UTILIZAÇÃO DE VÁRZEAS DO RIO GRANDE DO SUL, Porto Alegre, 1984. **Anais...** Brasília: PROVARZEAS/PROFIR, 1986. p.119-128.