

REVISTA BRASILEIRA DE
AGROCIÊNCIA

Revista Técnico-Científica



VOLUME 12 - NÚMERO 1

jan-mar 2006

PELOTAS - RS

EDITORA UNIVERSITÁRIA

R. bras. Agrociência

Pelotas - RS

v.12

n.1

p.01-124

jan-mar.2006

COMPORTAMENTO DE POPULAÇÕES DE ARROZ IRRIGADO EM FUNÇÃO DAS PROPORÇÕES DE PLANTAS ORIGINADAS DE SEMENTES DE ALTA E BAIXA QUALIDADE FISIOLÓGICA

IRRIGATED RICE BEHAVIOUR IN FUNCTION OF SEEDLING PROPORTIONS ORIGINATED FROM HIGH AND LOW PHYSIOLOGICAL QUALITY SEEDS

Paulo Trajano Burck dos Santos Melo¹; Luis Osmar Braga Schuch²; Francisco Neto de Assis²; Germani Concenção³

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento de populações de plantas de arroz irrigado constituídas por diferentes proporções de plantas originadas de sementes de alto e de baixo vigor. O experimento foi conduzido em condições de campo na Universidade Federal de Pelotas, Capão do Leão/RS, constando de cinco tratamentos (0, 25, 33, 50 e 100% de sementes de alto vigor na mistura). A semeadura foi realizada em ambiente controlado, sendo as plântulas transplantadas para o campo quinze dias após a emergência, para garantir o estande e a uniformidade na linha de semeadura. Foram avaliados os parâmetros fisiológicos taxa de crescimento relativo (TCR), índice de área foliar (IAF), taxa de crescimento da cultura (TCC), taxa de assimilação líquida (TAL) e taxa de crescimento absoluto (TCA) pelo método intervalar entre 60 – 102 e 102 – 134 dias após transplante (DAT) no campo, além de altura e matéria seca de plantas, número de perfilhos aos 60, 102 e 134 DAT, número de panículas, rendimento biológico e rendimento de grãos aos 134 DAT. Aumentos na proporção de plantas originadas de sementes de alto vigor, no estabelecimento das comunidades de plantas de arroz, proporcionam redução nos parâmetros fisiológico após 60 DAT, acréscimos no IAF, produção de matéria seca, e rendimento de grãos superiores a 20% em relação ao uso de sementes com baixo vigor.

Palavras-chave: *Oryza sativa*, vigor, rendimento de grãos.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the behaviour of plant populations submitted to different proportions of seedlings originated from low and high physiological quality seeds. The trial was conducted at Universidade Federal de Pelotas, Pelotas/RS, Brazil, with five treatments (0, 25, 33, 50 and 100% of high vigor seeds in the mix). The seeds were sowed under controlled environment and transplanted to field 15 days after sowing, in order to secure the sowing stand and uniformity. The physiological parameters relative growing rate (TCR), leaf area index (IAF), crop growing rate (TCC), net assimilation rate (TAL) and absolute growing rate (TCA) were evaluated using the intervalar method between 60 – 102 and 102 – 134 days after transplanting (DAT) to field. Plant height, dry mass and tillering were evaluated at 60, 102 and 134 DAT, besides the number of panicles per plant, biological yield and grain yield were evaluated at 134 DAT. Increasing in proportion of plants from high vigor seeds, in the rice plants establishment showed reductions in physiological parameters after 60 DAT, increasing in IAF, dry matter production, and grain yield around 20% higher than plants from low vigor seeds.

Key words: *Oryza sativa*, vigor, grain yield.

INTRODUÇÃO

Muitos agricultores ainda não estão valorizando o conceito de qualidade fisiológica das sementes de arroz

irrigado na Região Sul do Estado do Rio Grande do Sul, sendo a comercialização e a valorização das sementes realizada apenas sobre atributos qualitativos: germinação e pureza.

A competição é definida como uma interação entre membros da mesma população ou de duas ou mais populações distintas, a fim de obter um recurso mutuamente necessário e disponível em quantidade limitada. A maneira como as plantas individualmente são capazes de aumentar o seu crescimento como um todo e assim competir por luz, água, e nutrientes minerais determina em grande parte o seu sucesso em diferentes ambientes. O conhecimento desses fatores e suas inter-relações também fornecem as informações para prever o desempenho de espécies e comunidades num ambiente em constantes mudanças naturais ou causadas pelo homem (RAVEN et al., 2001). HENNIG & FERRAZ (1983), também mencionam a competição entre os seres vivos como a concorrência por melhores condições de vida, existindo entre espécies (interespecífica) e entre indivíduos de uma mesma espécie (intraespecífica). Uma planta passa a competir quando o suprimento imediato de um único fator necessário diminui abaixo da demanda combinada de ambas. Os fatores pelos quais as plantas podem competir são água, nutrientes, luz, oxigênio, e dióxido de carbono, entretanto na fase reprodutiva ocorre competição por agentes de polinização e dispersão (DONALD, 1963).

Durante a fase vegetativa, as plantas estão no auge de suas atividades metabólicas (fotossíntese, respiração e absorção de substâncias minerais). Do ponto de vista da competição por espaço nas comunidades vegetais, o rápido crescimento da parte aérea, parte subterrânea e partes responsáveis pela reprodução vegetativa (estolões e rizomas) será decisivo para o futuro do indivíduo, pois, é durante a fase de crescimento que se manifestam as características de plasticidade fenotípica e, sobretudo, as ações modificativas em relação às condições do hábitat (LARCHER, 2000).

Sob condições desfavoráveis, a campo, freqüentemente ocorrem atrasos na germinação. Estes atrasos são acentuados nas sementes de menor vigor, as quais, além do maior atraso resultam em plântulas fracas, onde algumas não sobreviverão, diminuindo o estande da cultura (NAKAGAWA, 1999).

A germinação e o vigor podem teoricamente influenciar o rendimento das culturas através de efeitos diretos e indiretos (ELLIS, 1992). Os efeitos indiretos incluem aqueles sobre a percentagem de emergência e o tempo de emergência, podendo afetar o rendimento da cultura por alterações da

¹ Eng. Agro. MSc. Dr. em Agronomia, FAEM/UFPEL, ptmelo@brturbo.com.br;

² Eng. Agro., MSc. Dr., Prof. Adjunto do Depto. de Fitotecnia FAEM/UFPEL. Cx. Postal, 354, Pelotas, RS, CEP 96010.900 E-mail: lobs@ufpel.edu.br;

³ Mestrando em Fisiologia Vegetal, UFPel/IB.

população de plantas, arranjo espacial e duração do ciclo. Os efeitos diretos relacionam-se com a capacidade diferenciada de plântulas acumularem matéria seca, em função da variação no nível de vigor das sementes. Os efeitos indiretos podem ocorrer devido à emergência mais precoce, mais uniforme, produção de plântulas com maior tamanho inicial, entre outras, que provocariam diferenças iniciais entre plântulas. Estes efeitos refletem em diferenças na produção de matéria seca, estatura de plantas, entre outros efeitos detectados em diferentes espécies, não refletindo necessariamente diferenças em taxas relativas de crescimento, expressa em gramas de matéria seca por área de superfície fotossintetizante. Os efeitos diretos foram relatados por HARRISON (1966), onde lotes de sementes de alfaca com menor percentual de germinação originaram plantas menores.

Não existe uma tese única em relação aos efeitos da qualidade das sementes sobre os componentes do rendimento. MARCOS FILHO (1999) trabalhando com soja observou que o crescimento da plântula depende da qualidade e quantidade das reservas acumuladas pelas sementes, já quando a planta passa a fotossintetizar torna-se autotrófica, não sendo mais importante as reservas da semente. Assim a persistência do efeito do vigor das sementes pode ser atenuada durante o desenvolvimento das plantas. Trabalhando na mesma cultura, SHEEREN (2002) e KOLCHINSKI (2003) encontraram resultados com ganhos de produtividade em função da qualidade inicial das sementes.

Entretanto, alguns autores alertam para problemas de desuniformidade na população de plantas em lavouras, ressaltando que emergência e o estande uniforme são essenciais para produção de grãos e sementes, pois o sincronismo na emergência e na floração, depende da uniformidade do estande. O vigor de crescimento é particularmente importante em arroz durante as fases iniciais de desenvolvimento, porque a competição com ervas daninhas é muito severa durante o estabelecimento da cultura. O período de emergência e o estágio de plântula representam um período particularmente sensível, sendo uma fase decisiva para a sobrevivência da planta e para a distribuição espacial de uma população de plantas.

Entre as características desejadas de cultivares de arroz irrigado, cita-se plantas com elevado vigor vegetativo inicial, procurando-se selecionar plantas ou linhagens vigorosas na germinação, desde que o vigor não conduza a um crescimento excessivo e a um sombreamento mútuo na época da formação das panículas. Vários autores consideram que o vigor inicial das plantas é importante para diminuir os prejuízos da competição com as plantas invasoras. KRYZANOWSKY & FRANÇA - NETO (1999), consideram a importância do vigor de sementes para a agricultura, no rápido e uniforme estabelecimento da população adequada de mudas ou plântulas no campo, pois, a qualidade dessas mudas ou plântulas irá refletir nos resultados da produção. Conseqüentemente, o vigor é o atributo de qualidade que melhor expressa o desempenho da semente, no que concerne ao seu ciclo vital de reprodução e propagação da espécie.

ALMEIDA & MUNDSTOCK (2001), trabalhando com desuniformidade na profundidade de semeadura de sementes de aveia concluíram que a competição intraespecífica resultante da desuniformidade de semeadura afetou a alocação de massa seca nas plantas, determinando menor emissão de filhios e menor alocação de matéria seca no colmo principal e filhios.

Já estão sendo estudados os efeitos do vigor de sementes no estabelecimento e desenvolvimento inicial das

plântulas para várias culturas; tendo-se trabalhos de SCHUCH et al. (2000) com aveia, HÖFS (2003) com arroz e KOLCHINSKI (2003) com soja, sobre este assunto. O objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento de populações de plantas de arroz irrigado em função das proporções de plantas originadas de sementes de alta e de baixa qualidade fisiológica.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Capão do Leão/RS, no ano agrícola 2002/03, em delineamento experimental de blocos casualizados, com 4 repetições.

A correção da fertilidade foi realizada de acordo com análise de solo baseado nas normas da ROLAS (1994), sendo incorporados ao solo antes do transplante 60kg de P_2O_5 , 40kg de K_2O e 60 kg de N. A adubação nitrogenada foi dividida em três épocas, 1/3 incorporada antes do transplante, 1/3 no perfilhamento e 1/3 na diferenciação do primórdio floral.

Denominaram-se plantas "A" as originadas de sementes de alto vigor, e plantas "B", as originadas de sementes de baixo vigor. As sementes individualizadas originadas de lotes de alto e de baixo vigor foram semeadas em bandejas com vermiculita. A semeadura nas bandejas foi realizada no dia 13/11/2002, para posterior transplante para o campo.

Foram utilizadas sementes fiscalizadas de arroz irrigado da cultivar BR-IRGA 410, de dois lotes devidamente caracterizados como de alto e de baixo vigor (Tabela 1). Diariamente as plântulas emergidas foram contadas por unidade experimental até que fosse atingido um valor constante. Estes valores permitiram determinar o índice de velocidade de germinação, segundo a metodologia descrita por VIEIRA & CARVALHO (1994). Após a emergência foi realizado o raleio das plantas precoces oriundas de sementes de baixo vigor e das plântulas tardias nas bandejas de sementes de alto vigor. Quinze dias após a semeadura as plântulas emergidas foram transplantadas para o campo com distância entre linhas de 20 cm e 2,5 cm entre plantas ao longo da linha de semeadura, obtendo-se 40 plantas de arroz por metro linear.

Os tratamentos foram identificados em linhas individualizadas, assim como a origem das plantas ao longo das linhas, de alto e baixo vigor, conforme a seqüência prevista. Não foram necessários os tratamentos fitossanitários e o controle de plantas invasoras foi realizado manualmente, o mais precoce possível para evitar o efeito da competição com as plantas do experimento.

As três épocas de coleta de plantas para análise foram realizadas aos 60, 102 e 134 dias após transplante (DAT). As determinações foram conduzidas em 10 plantas, tomadas individualmente, de acordo com o vigor e a posição no arranjo, sendo as plantas cortadas rente ao solo por ocasião da colheita. Após a medição da parte aérea das plantas, determinação da área foliar em um determinador de área foliar Licor LI2600, realizou-se ainda sobre a mesa a contagem do número de filhios, número de panículas e número de grãos, bem como a retirada dos grãos para serem levadas ao secador. Após a secagem, foi realizada a pesagem utilizando-se balança centesimal e a determinação da umidade foi realizada com um aparelho Dickey-John modelo Multi-Grain para obter a produção por planta. A determinação do rendimento de grãos por parcela foi realizada a partir da média da soma da produção das plantas individuais. Após a trilha

das panículas de cada planta foi determinada a produção por planta de cada posição de semeadura. A determinação de matéria seca (MS) foi realizada em estufa a 60°C por 72 horas, permitindo a determinação do rendimento biológico. Cada posição no arranjo (Tabela 2), foi identificado e estudado individualmente.

A análise de variância foi realizada pelo teste F ao nível de 5% e, quando significativo, executou-se análise de regressão polinomial.

Tabela 1 - Caracterização dos lotes de sementes de alto e baixo vigor.

Lotes	1ª Contagem (%)	Teste Germinação (%)	IVG
Lote A	51	96	17,4
Lote B	27	81	13,0

Tabela 2 - Percentual de Plantas A e plantas B para as seqüências de semeadura

Tratamento	Plantas A (%)	Plantas B (%)	Total (%)
T1	0	100	100
T2	25	75	100
T3	33	67	100
T4	50	50	100
T5	67	33	100
T6	75	25	100
T7	100	0	100

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As características de crescimento foram estudadas pelas fórmulas intervalares (GARDNER et al., 1985). Estas características fisiológicas auxiliam na indicação do nível metabólico e de desenvolvimento da planta. Assim, pôde-se constatar quais os lotes de plantas (oriundas de sementes de alto ou de baixo vigor) cresceram mais no período avaliado (Figuras 1 a 5).

A análise da Figura 1, taxa de crescimento relativo (TCR) $\text{MSg MSg}^{-1} \text{dia}^{-1}$, mostra redução em relação ao incremento no percentual de sementes de alto vigor na

amostra. Este resultado indica que as plantas de baixo vigor estavam tentando compensar mais tardiamente a desvantagem no desenvolvimento inicial em relação as plântulas oriundas de sementes de alto vigor (URCHEI et al., 2000; AGUIAR NETO et al., 2000). Esta tendência em relação às plantas originadas de sementes de alto vigor foi observada em arroz por HÖFS (2003), onde estas plantas "A" aos 14 dias após a emergência (DAE) apresentaram TCR inferior ao das plantas originadas de sementes de baixo vigor (B).

O Índice de Área Foliar (IAF) na Figura 2, apresentou diferenças entre os tratamentos estudados somente para o primeiro intervalo de avaliação (60-102 DAT). A TCC mostrou diferenças em ambos os intervalos de avaliação (60-102 e 102-134 DAT), mostrando que as plantas oriundas de sementes de baixo vigor mantiveram, também no segundo intervalo, tendência de maior crescimento da cultura (Figura 3). No entanto, devido a grande desvantagem no período inicial (provavelmente no período anterior à primeira avaliação), as plantas de baixo vigor, ou não obtiveram vantagem nas variáveis diretas avaliadas ou, no máximo, mostraram-se similares às de alto vigor em alguns atributos (Figuras 6 a 12).

A análise da taxa de assimilação líquida (TAL) $\text{MSg cm}^{-2} \text{dia}^{-1}$ (Figura 4), crescimento absoluto (TCA) MSg dia^{-1} (Figura 5), e os valores médios para as plantas de arroz coletadas nos sete diferentes arranjos de semeadura (Tabela 1) apresentaram diferenças de acordo com o teste F.

Segundo MARCOS FILHO (1999), com a evolução do ciclo da cultura ocorre redução da influência do vigor de sementes, pois o desempenho das plantas depende menos das reservas das sementes e mais das relações genótipo x ambiente. O desempenho inicial das estruturas presentes nas sementes é importante para o crescimento imediato após a emergência, pois após a planta se tornar autotrófica a maioria dos fotoassimilados é direcionada para a produção de matéria seca, inclusive da parte econômica (TEKRONY & EGLI, 1991). Assim, os melhores resultados observados nos parâmetros fisiológicos para plantas oriundas de sementes de menor vigor, indicam que estas estavam tentando compensar a desvantagem no arranque de emergência e menor vigor de crescimento inicial (Figuras 1 a 5).

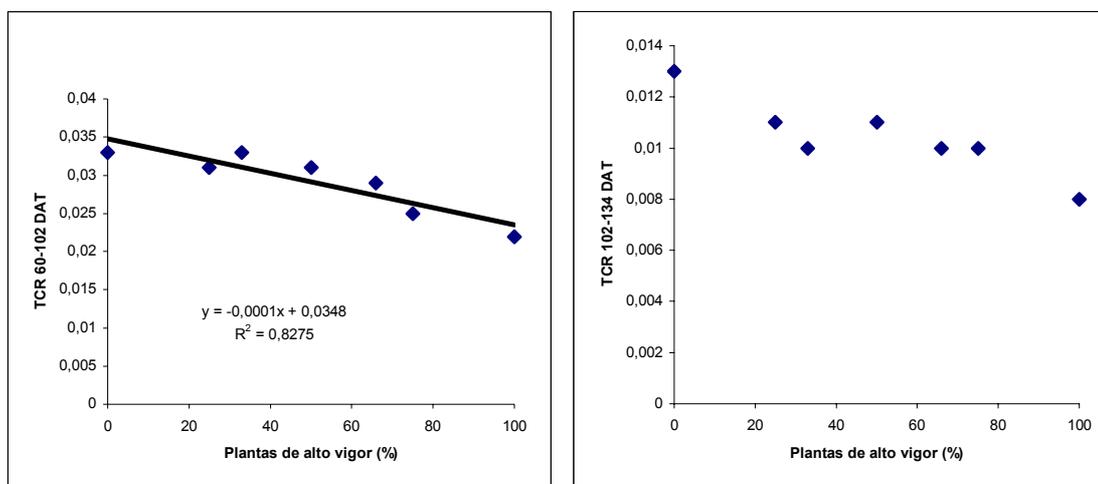


Figura 1 - Taxa de crescimento relativo (TCR) $\text{MSg MSg}^{-1} \text{dia}^{-1}$ das plantas de arroz em função de diferentes arranjos de semeadura.

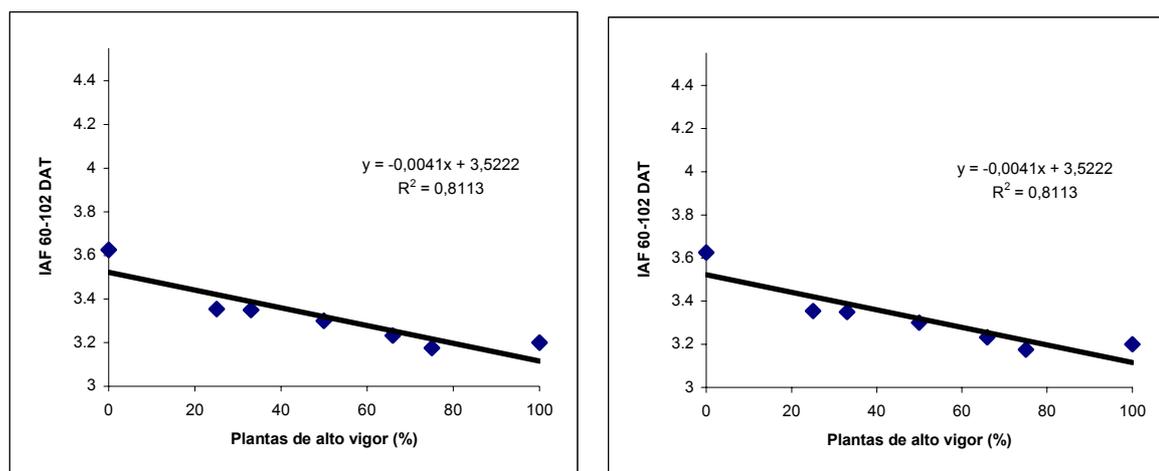


Figura 2 - Índice de Área Foliar (IAF) das plantas de arroz em função de diferentes arranjos de semeadura.

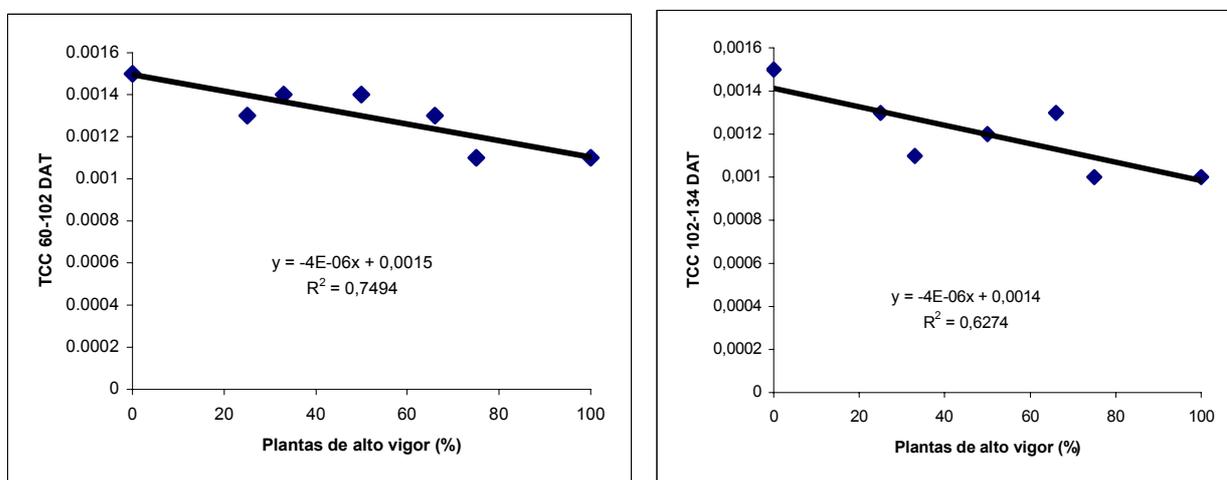


Figura 3 - Taxa de crescimento da cultura (TCC) $\text{MSg cm}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ das plantas de arroz em função de diferentes arranjos de semeadura.

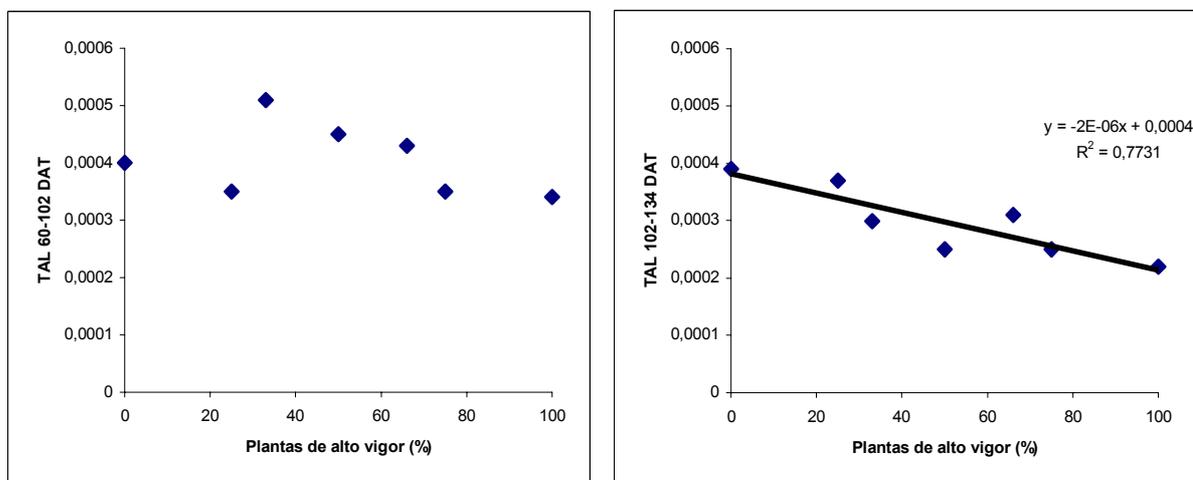


Figura 4 - Taxa de assimilação líquida (TAL) $\text{MSg cm}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ das plantas de arroz em função de diferentes arranjos de semeadura.

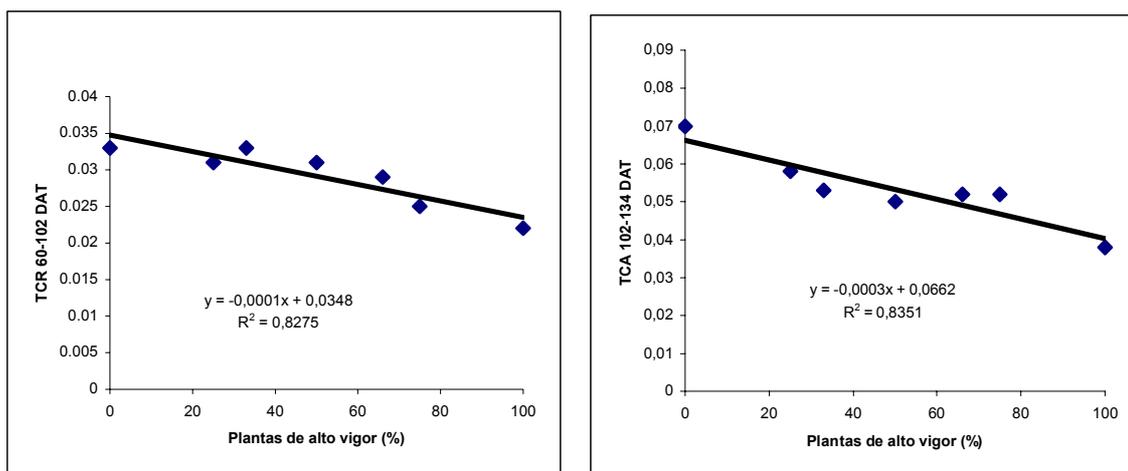


Figura 5 - Taxa de crescimento absoluto (TCA) MSg dia⁻¹ das plantas de arroz em função de diferentes arranjos de semeadura.

Em relação às variáveis altura de planta (Figura 6), matéria seca total (Figura 7) e perfilhos por planta (Figura 8), foram observados efeitos dos tratamentos com ajuste de regressão, ou seja, esta análise mostrou tendência de aumento nestas variáveis com o aumento da porcentagem de plantas oriundas de lotes de alto vigor na amostra. Para a variável área foliar não houve significância estatística.

A análise de regressão para as variáveis altura de plantas (Figura 9), matéria seca total (figura 10), número de panículas por planta (Figura 11) e rendimento biológico (Figura 12), mostrou efeito linear crescente para estas variáveis. Para o rendimento de grãos, o efeito foi de acréscimos decrescentes no rendimento com o incremento no percentual de sementes de alto vigor na amostra (Figura 13).

O número de panículas por planta (Figura 11), o rendimento biológico (Figura 12) e o rendimento de grãos (Figura 13) seguiram a tendência do aumento da matéria seca (Figura 10), ou seja, a planta com estrutura mais desenvolvida apresentou número superior de panículas por planta, melhor rendimento biológico e rendimento de grãos. Para as variáveis área foliar, número de perfilhos por planta e índice de colheita (IC) não ocorreu significância estatística.

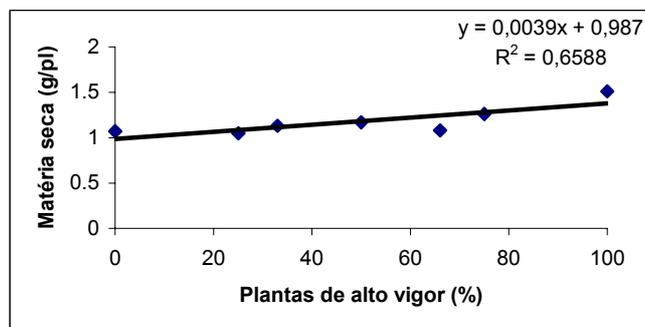


Figura 7 - Matéria seca de plantas de arroz aos 60 DAT nos diferentes tratamentos. UFPel – FAEM, Capão do Leão/RS, 2002/03.

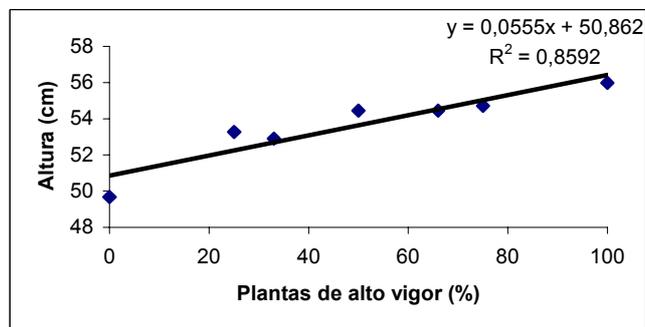


Figura 6 - Altura de planta de arroz aos 60 DAT nos diferentes tratamentos. UFPel – FAEM, Capão do Leão/RS, 2002/03.

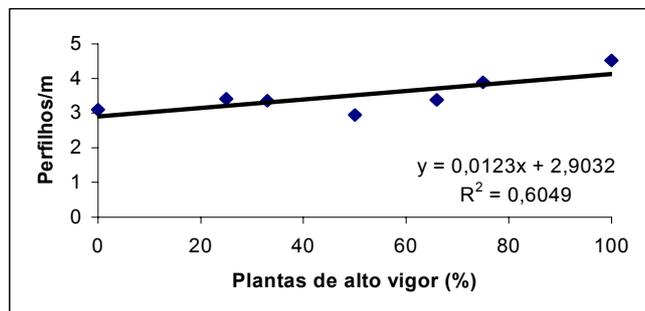


Figura 8 - Número de perfilhos por planta de arroz aos 60 DAT nos diferentes tratamentos. UFPel – FAEM, Capão do Leão/RS, 2002/03.

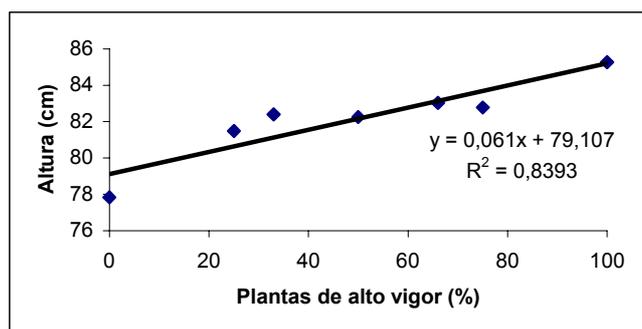


Figura 9 - Altura de plantas de arroz aos 134 DAT nos diferentes tratamentos. UFPel – FAEM, Capão do Leão/RS, 2002/03.

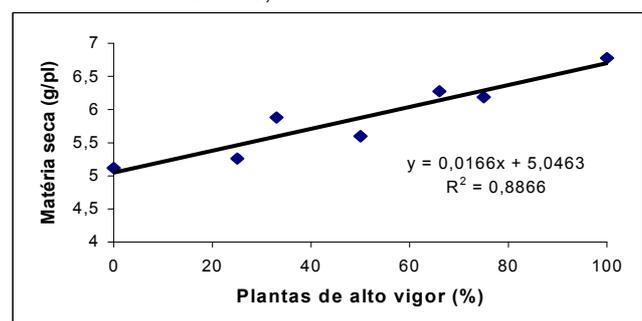


Figura 10 - Matéria seca das plantas de arroz aos 134 DAT nos diferentes tratamentos. UFPel – FAEM, Capão do Leão/RS, 2002/03.

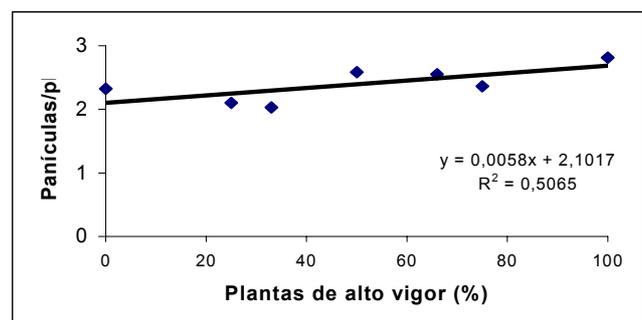


Figura 11 - Número de panículas por planta aos 134 DAT avaliação nos diferentes tratamentos. UFPel – FAEM, Capão do Leão/RS, 2002/03.

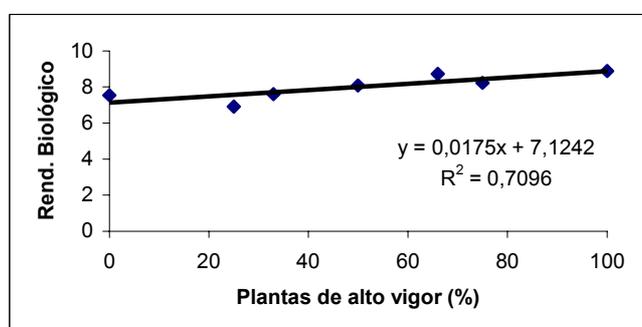


Figura 12 - Rendimento biológico das plantas de arroz nos diferentes tratamentos. UFPel – FAEM, Capão do Leão/RS, 2002/03.

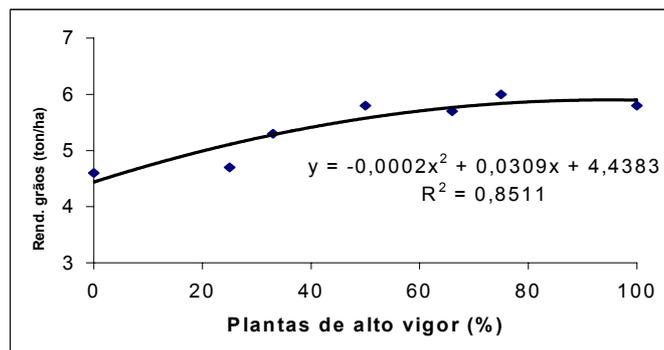


Figura 13 - Rendimento de grãos das plantas de arroz em função do percentual de sementes de alto vigor na amostra. UFPel – FAEM, Capão do Leão/RS, 2002/03.

MEROTTO JUNIOR et al. (1999), trabalhando com semeaduras de milho em datas distintas, ao longo da linha de semeadura, encontraram diferenças no rendimento de grãos, causadas pela desuniformidade de emergência. As plantas que emergem tardiamente são dominadas, acontecendo uma compensação por parte das plantas que emergem primeiro. Mas esta compensação não é suficiente para proporcionar um rendimento de grãos semelhante ao de uma comunidade com emergência uniforme. Os resultados obtidos para rendimento de grãos de arroz neste trabalho (Figura 13), estão de acordo com os observados por estes autores para o milho.

O rendimento de grãos da cultura também foi incrementado com o aumento na percentagem de plantas oriundas de sementes de alto vigor (Figura 13), confirmando dados obtidos em trabalhos anteriores (NAFZIGER et al. (1991) e MEROTTO JUNIOR et al. (1999), com milho; EGLI (1993) e KOLCHINSKI (2003), com soja. Por se tratarem de plantas com ausência de perfilhamento (milho e soja), os possíveis danos iniciais pela competição intraespecífica apresentam menor capacidade de compensação. No entanto, além destes autores, HÖFS (2003) também encontrou benefícios no rendimento de grãos com a utilização de sementes de arroz de alto vigor, similares aos observados neste trabalho (Figura 13), mesmo sendo esta uma planta bastante plástica. Além disso, o incremento no número de panículas (Figura 11), pode ter sido um dos responsáveis pelo incremento no rendimento de grãos observado.

CONCLUSÕES

Aumentos na proporção de plantas originadas de sementes de alto vigor, no estabelecimento das comunidades de plantas de arroz, proporcionam acréscimos no IAF, na produção de matéria seca e no rendimento de sementes;

Aumentos na proporção de plantas originadas de sementes de alto vigor, proporcionaram redução nos parâmetros fisiológico após 60DAT.

O uso de sementes de alto vigor no estabelecimento de comunidades de arroz, proporciona acréscimos superiores a 20% no rendimento de grãos, em relação ao uso de sementes com baixo vigor.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR NETO, A. O.; RODRIGUES, J. D.; PINHO, S. Z. Análise de crescimento na cultura da batata submetida a diferentes lâminas de irrigação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.5, p.901-907, 2000.
- ALMEIDA, M. L.; MUNDSTOCK, C. M. O afilhamento da aveia afetado pela qualidade da luz em plantas sob competição. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n.3, p. 393-400, 2001.
- DONALD, C. M. Competition among crop and pasture plants. **Advances in Agronomy**, New York, v.15, p.1-118, 1963.
- EGLI, D. B. Relationship of uniformity of soybean seedling emergence to yield. **Journal of Seed Technology**, Tifton, v.17, n.1, p.22-28, 1993.
- ELLIS, R. H. Seed and seedling vigour in relation to crop growth and yield. **Plant Growth Regulation**, New York, v.11, p.249-255, 1992.
- GARDNER, F. P.; PEARCE, R. B.; MITCHELL, R. L. **Physiology of crop plants**. 5ª.ed., Ames: Iowa State University Press, 1985. 327p.
- HARRISON, B. J. Seed deterioration in relation to seed storage conditions and its influence upon seed germination, chromosomal damage and plant performance. **Journal of Natural Institute of Agriculture and Botany**, New York, v.10, p.644-663, 1966.
- HENNIG, G. J.; FERRAZ G. C. **Biologia Geral**. 12ª ed. Porto Alegre: Mercado Aberto, 1983. 360p.
- HÖFS, A. **Vigor de sementes de arroz e desempenho da cultura**. Pelotas, 2003. 44p. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel – Universidade Federal de Pelotas.
- KOLCHINSKI, E. M. **Vigor de sementes de soja e aspectos do desempenho em campo**. Pelotas, 2003. 44p. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel – Universidade Federal de Pelotas.
- KRYZANOWSKY, F. C.; FRANÇA-NETO, J. B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. ABRATES: Londrina, 1999. 218p.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. Rima Artes e Textos: São Carlos. 2000. 531p.
- MARCOS FILHO, J. Conceitos e testes de vigor para sementes de soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 1999, Londrina. **Anais...** Londrina: Embrapa Soja, 1999, p.220-226.
- MEROTTO JUNIOR, A.; SANGOI, L.; ENDER, M.; et al. A desuniformidade de emergência reduz o rendimento de grãos de milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 29, n.4, p. 595-601, 1999.
- NAFZIGER, E. D.; CARTER, P. R.; GRAHAM, E. E. Response of corn to uneven emergence. **Crop Science**, Madison, v.31, p.811-815, 1991.
- NAKAGAWA, J. Germinação das sementes. **Seed News**, Pelotas, nº13, 1999.
- RAVEN, P. H.; EVERT, R. F. EICHHORN, S. E. **Biologia vegetal**. Rio de Janeiro, RJ: Editora Guanabara Koogan S. A., 2001. 906p.
- ROLAS. **Recomendações de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 3ªEd. Passo Fundo, SBCS-Núcleo Regional Sul, 1994. 223p.
- SCHUCH, L. O. B.; NEDEL, J. L.; ASSIS, F. N.; et al. Vigor de sementes e análise de crescimento de aveia preta. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.57, n.2, p.305-312, 2000.
- SHEEREN, B. **Vigor de sementes de soja e produtividade**. Pelotas, 2002. 45p. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel – Universidade Federal de Pelotas.
- TEKRONY, D. M.; EGLI, D. B. Relationship of seed vigor to crop yield: A review. **Crop Science**, Madison, v.31. p.816-822, 1991.
- URCHEI, M. A.; RODRIGUES, J. D.; STONE, L. F. Análise de crescimento de duas cultivares de feijoeiro sob irrigação, em plantio direto e preparo convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.3, p.497-506, 2000.
- VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. **Teste de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 164p.