

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

CAMPUS – ITAQUI

CURSO AGRONOMIA

WILLIAN LUBIAN

**COMPETIÇÃO ENTRE ARROZ E ARROZ VERMELHO EM AMBIENTE NATURAL
E SOB INFLUÊNCIA DA QUANTIDADE DE RADIAÇÃO**

Itaqui, RS, Brasil 2015

WILLIAN LUBIAN

**COMPETIÇÃO ENTRE ARROZ E ARROZ VERMELHO EM AMBIENTE NATURAL
E SOB INFLUÊNCIA DA QUANTIDADE DE RADIAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Agronomia da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Carlos Eduardo Schaedler

**Itaqui
2015**

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do
Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais) .

L929c Lubian, Willian

Competição Entre Arroz e Arroz Vermelho em Ambiente
Natural e Sob Influência da Quantidade de Radiação /
Willian Lubian.

30 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) --
Universidade Federal do Pampa, BACHARELADO EM AGRONOMIA,
2015.

"Orientação: Carlos Eduardo Schaedler".

1. Luminosidade. 2. Oryza sativa. 3. Série de
Substituição. I. Título.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Santinho e Salete e meu irmão Diego por me amarem e sempre me apoiarem em todos os momentos.

Um forte abraço aos colegas da 5ª turma de agronomia da Universidade Federal do Pampa onde juntos lutamos por uma conquista em comum nos tornando mais do que colegas e sim grandes amigos.

Ao meu amigo, Célio U. M. Taborda, pela amizade e companheirismo ao longo de toda a graduação.

A todos os colegas do grupo Pet Agronomia Itaqui e aos colegas do Grupo de Herbologia do Pampa – GHEPA, onde aprendemos e crescemos com os trabalhos realizados em conjunto nesses grupos.

Ao meu orientador Carlos E. Schaedler por ser mais que um orientador e sim um grande amigo.

A Luciana Zago Ethur por sempre acolher a mim e aos meus colegas do Grupo Pet com um sorriso no rosto.

Aos colegas que levavam mate nas aulas todos os dias e aos assadores dos churrascos que me fizeram crescer durante a graduação.

WILLIAN LUBIAN

**COMPETIÇÃO ENTRE ARROZ E ARROZ VERMELHO EM AMBIENTE NATURAL
E SOB INFLUÊNCIA DA QUANTIDADE DE RADIAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Agronomia da
Universidade Federal do Pampa, como
requisito parcial para obtenção do Título
de Engenheiro Agrônomo.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido em: 21/01/2014
Banca examinadora:

Prof^o. Dr^o. Carlos Eduardo Schaedler
Orientador
Unipampa

Prof^o. Dr^o. Eduardo Bohrer de Azevedo
Unipampa

Prof^a. Dr^a. Elizete Beatriz Radmann
Unipampa

RESUMO

COMPETIÇÃO ENTRE ARROZ E ARROZ VERMELHO EM AMBIENTE NATURAL E SOB INFLUÊNCIA DA QUANTIDADE DE RADIAÇÃO

Autor: Willian Lubian

Orientador: Carlos Eduardo Schaedler

Itaqui, janeiro de 2015.

Em condição de redução da quantidade de luz, biótipos de arroz vermelho e arroz cultivado podem apresentar variação morfofisiológica, como aumento da parte aérea e redução da massa seca da parte aérea. O objetivo da pesquisa foi investigar a habilidade competitiva entre a cultivar IRGA 424 com o biótipo de arroz vermelho 32B em duas condições de luminosidade pelo método em série de substituição. Foram realizados dois experimentos em casa de vegetação na Universidade Federal do Pampa, campus Itaqui – RS, no ano de 2014. O delineamento experimental utilizado foi o completamente casualizado, com quatro repetições, sendo o experimento preliminar em série aditiva utilizado apenas para determinar a população do experimento dois, o experimento em série de substituição foi arranjado nas proporções de 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 e 100:0, com população total de 240 plantas m^{-2} . A análise da competitividade foi feita por meio de diagramas aplicados a experimentos substitutivos e uso de índices de competitividade relativa. Para simular o ambiente com redução da luminosidade foi construído estrutura em forma de túnel revestida com telado de modo a impedir a penetração direta de luz. As variáveis estudadas foram matéria seca da parte aérea das plantas, estatura, condutância estomática de vapores de água, fotossíntese e transpiração. Em condição natural de cultivo o biótipo de arroz vermelho apresentou maior habilidade competitiva em relação ao arroz cultivado. Não houve diferença entre a cultivar e o biótipo em condição de redução de luminosidade. O arroz vermelho teve taxa de transpiração cerca de três vezes maior quando em condição de baixa luminosidade, também o arroz cultivado teve maior taxa de

transpiração, no entanto, cerca de duas vezes maior que quando em condição natural de cultivo.

Palavras-Chave: Luminosidade, *Oryza sativa*, Série de Substituição.

ABSTRACT

COMPETITION AMONG RICE AND WEEDY RICE IN NATURAL ENVIRONMENT AND UNDER INFLUENCE OF RADIATION QUANTITY

Autor: Willian Lubian

Orientador: Carlos Eduardo Schaedler

Itaqui, janeiro de 2015.

In reducing the amount of light condition, weedy rice biotypes and rice crop may have morphophysiological variation. The aim of the research was to investigate the competitive ability between IRGA 424 cultivar and weedy rice biotype 32B in two light conditions by replacement series method. Experiments were conducted in a greenhouse at the Federal University of Pampa, campus Itaqui - RS, in 2014. The experimental design was completely randomized with four replications, a preliminary experiment in additive series and the other treatments were arranged in a replacement series where the proportions of cultivated rice plants and red rice were 100: 0, 75:25, 50:50, 25:75 and 100: 0, with a total population of 240 plants m⁻². Competitive analysis was performed using diagrams usually applied to replacement series and use of relative competitive indices. To simulate the environment with reduction of radiation was built a shaped structure as a coated tunnel in order to prevent the penetration of direct light. The variables studied were shoot dry mass, plant height, stomatal conductance of water vapor, photosynthesis and transpiration. In natural condition, weedy rice biotype showed greater competitive ability in relation to rice crop. There was no difference between the crop and weedy biotype in radiation reduction condition. Weedy rice had a transpiration rate about three times higher when in low radiation condition; rice crop was also greater transpiration rate, however, about two times greater when in the natural condition.

Key words: Luminosity, *Oryza sativa*, Replacement Series.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	4
RESUMO.....	6
ABSTRACT.....	8
INTRODUÇÃO.....	10
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	10
METODOLOGIA.....	14
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	19
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	26
REFERÊNCIAS.....	28

INTRODUÇÃO

Dentre as espécies daninhas que frequentemente infestam lavouras arrozeiras, o arroz vermelho (*Oryza sativa*) é uma das mais importantes no Estado do Rio Grande do Sul, devido à limitação no potencial produtivo do arroz cultivado causado pela competição dos recursos do meio (AGOSTINETTO et al., 2001). Essa planta daninha pertence à mesma espécie do arroz cultivado caracterizando assim competição intraespecífica, ou seja, entre indivíduos da mesma espécie a qual faz com que se torne mais acirrada a concorrência por luz, água e nutrientes, devido a similaridade entre ambos, as condições edafoclimáticas que favorecem o arroz cultivado, geralmente favorecem o arroz vermelho (AGOSTINETTO et al., 2001).

Em estádios iniciais de crescimento, quando não se tem competição com plantas daninhas, ocorre investimento de fotoassimilados por parte das plantas na produção de raízes (VIDAL et al., 2012). Todavia, para estes autores, em condições de competição a planta prioriza o crescimento de caule, ramos e folhas, de modo a facilitar absorção de luz, melhorando seu potencial competitivo. Com o sombreamento causado pelo dossel ou por acúmulo de partículas poluidoras suspensas na atmosfera (ESTRADA et al., 1980), e também sobre as folhas de plantas, a conversão de energia luminosa em energia química tende a ser reduzida, podendo afetar variáveis de crescimento (AUMONDE et al., 2012) como a produção de matéria seca da parte aérea e estatura.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Entre os produtos destinados a alimentação humana o arroz está juntamente com o trigo e o milho entre os principais cereais produzidos no mundo (CONAB, 2014).

Nos últimos anos, observou-se crescimento considerável no setor orizícola no País. Entre as safras 1990/91 e 2012/13, a produção aumentou em torno de 22%, e esse aumento da produção tem como seu principal responsável as novas tecnologias no setor, sementes de qualidade, cultivares adaptados e com maior

potencial produtivo, junto de manejo fitossanitário adequado, técnicas essas que auxiliam a cultura desenvolver seu máximo potencial produtivo. O Rio Grande de Sul se destaca como um dos principais responsáveis pelo crescimento do setor no Brasil, onde o mesmo aumentou em cerca 89% sua produção entre as safras dos últimos 22 anos (CONAB, 2014). Segundo esses autores, produzindo atualmente cerca de 2/3 da produção nacional do grão (CONAB, 2014).

A cultura do arroz irrigado é cultivada dentro do Estado do Rio Grande do Sul em diferentes regiões, se estendendo desde a fronteira oeste, campanha, depressão central, planície costeira até o extremo sul do Estado, sendo que durante a safra 2013/14 foram semeadas 1.1 milhão de ha, com produtividade média em torno de 7,2t ha⁻¹ (CONAB, 2014). Essas regiões possuem características de clima, solo, altitude, pluviosidade, sistematização de suas lavouras, tipos de pragas infestantes e sistemas de manejo muito heterogêneos. Em meio a essas peculiaridades, o arroz vermelho não é regra, sendo ele a principal planta daninha infestante da cultura.

A produtividade média em algumas áreas de cultivo está aquém das obtidas em campos experimentais. Dentre as prováveis causas dessa lacuna destacam-se: uso de cultivares inadequado e de sementes de baixa qualidade, semeadura fora da época recomendada, manejo inadequado do solo e da água, aplicações errôneas e utilização de herbicidas ineficientes, adubação insuficiente e em época incorreta e, principalmente, controle deficiente de plantas daninhas (FLECK et al., 2008; SANTOS et al., 2007). O arroz vermelho destaca-se como a principal planta daninha da cultura do arroz irrigado, principalmente devido a sua semelhança morfofisiológica em relação a cultura. Quanto mais semelhantes morfofisiologicamente forem as competidoras, as perdas de produtividade das mesmas se elevarão em decorrência da competição (LAMEGO et al., 2004.)

O arroz vermelho botanicamente pertence a mesma espécie do arroz cultivado e devido essa semelhança entre os mesmos acaba acirrando a competição e dificultando o seu manejo. Além disso, possui características que o tornam mais competitivo, tais como: ciclo longo, porte elevado, alto vigor, alta capacidade de emissão de filhotes, alta capacidade de dispersão (ontogênia) e dormência de sementes (AGOSTINETTO et al., 2001; NOLDIN et al., 2006), além de grande variabilidade genética que confere a ele vantagem sobre o arroz cultivado (MENEZES et al., 2008).

As plantas competem pelos recursos do meio, como água, luz, nutrientes e, em alguns casos por CO₂ (FLECK et al., 2008). A competição por nutrientes e água possui influência do solo e da chuva. A competição entre plantas ocorre pelo menos por um dos recursos de desenvolvimento e de crescimento, que é limitado a suprir as necessidades de todos os indivíduos no ambiente (OLIVEIRA et al., 2014). Esses fatores podem ser amenizados pela adubação equilibrada e irrigação. Entretanto, a competição por luz não pode ser diminuída pelo incremento desse fator em situações comuns de cultivo.

A alteração da competição pela luz pode ser efetuada apenas através de técnicas de manejo da cultura ou de alteração em processos fisiológicos das plantas. Além disso, água e nutrientes são passíveis de armazenamento no solo e posterior utilização, facilitando o aproveitamento. Entretanto, a luz incidente apenas pode ser absorvida e utilizada pelas plantas ou ser refletida sem aproveitamento e, assim, alterar a qualidade da luz na comunidade, causando modificações no crescimento das plantas vizinhas (MEROTTO JR et al., 2002).

O sombreamento do dossel reflete na redução da radiação solar que atinge as folhas e, conseqüentemente, na diminuição da quantidade de radiação absorvida pelo aparato fotossintético. Isso tende a reduzir a conversão de energia luminosa em energia química e pode afetar variáveis fisiológicas de crescimento e desenvolvimento da espécie, influenciando em situações adaptativas e de manejo (AUMONDE et al., 2013).

A redução da intensidade da luz também pode ocorrer, devido à nebulosidade. Em áreas de produção de arroz no mundo, os períodos de baixa radiação podem ocorrer, o que constitui restrição importante para a produtividade, especialmente nos trópicos (SINGH, 2000).

A luz é um elemento indispensável para as plantas, sendo a fonte de energia para o seu crescimento e desenvolvimento, no entanto, além de ser essencial para a fotossíntese, também atua como um sinal de ambiente que, quando percebidos, provoca alterações no metabolismo e crescimento da planta (JIAO et al., 2007). Nos estádios iniciais de crescimento, quando não se tem competição com plantas daninhas, as plantas cultivadas investem grandes proporções de fotoassimilados para a produção de raízes (VIDAL et al., 2012).

A grande mudança na arquitetura de plantas, resultado da redução da estatura, maior proporção de grãos em relação à matéria seca no colmo e abaixamento da inserção da espiga, resultou em plantas mais eficientes e produtivas, com menor percentagem de acamamento e adaptadas à colheita mecânica. As cultivares de arroz devido aos intensos processos de melhoramento vegetal na procura por características de maior produtividade em concomitante com a busca por resistência a determinadas doenças, acabaram selecionando plantas com menor estatura e distribuição foliar de modo a aproveitar de forma mais eficiente a incidência dos raios solares. O biótipo de arroz vermelho devido ao fato do mesmo não ter sofrido esse processo de melhoramento o mesmo apresenta parâmetros morfológicos como a maior estatura e área foliar favorecendo o potencial do arroz vermelho para explorar os recursos do nicho ecológico em relação ao arroz cultivado (FLECK et al., 2008).

A hipótese desse trabalho é que na condição de redução da radiação, as plantas apresentem maior estatura e menor massa seca da parte aérea. Também, a expansão foliar é medida compensatória que visa melhor utilização da disponibilidade limitada de luz quando em condições de baixa radiação (LIMA et al., 2008). O arroz vermelho devido a sua maior variabilidade genética, melhor adaptação a condições desfavoráveis de cultivo, maior vigor inicial, alta capacidade de emissão de afixos, deve apresentar uma maior estatura e matéria seca da parte aérea, bem como uma produção fotossintética mais eficiente, utilizando de forma mais eficiente os recursos do meio quando em condições desfavorável. Dessa maneira espera-se que o biótipo de arroz vermelho apresente maior competitividade relativa que o arroz cultivado em condição de redução da radiação.

O objetivo da pesquisa foi investigar a habilidade competitiva entre a cultivar IRGA 424 com o biótipo de arroz vermelho 32B em duas condições de luminosidade pelo método em série de substituição.

METODOLOGIA

O trabalho foi conduzido em dois experimentos em casa de vegetação na Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA, Campus Itaqui (RS), em 2013 e 2014. As espécies foram semeadas em vasos plásticos com capacidade volumétrica de 8L, preenchidos com solo peneirado oriundo de lavoura orizícola, classificado como Plintossolo Háplico de textura média (EMBRAPA, 2006). O delineamento experimental foi o completamente casualizado, com quatro repetições. Os competidores incluíu a cultivar IRGA 424 e o biótipo de arroz vermelho 32B.

Experimento I: Série Aditiva

Primeiramente realizou-se experimento preliminar em série aditiva, avaliando os monocultivos de arroz, cultivar IRGA 424 e o biótipo 32B de arroz vermelho, com o objetivo de determinar a população de plantas m^{-2} , a partir da matéria seca da parte aérea (MSPA) por unidade de área tornam-se independentes da população, de acordo com a “lei de produção final constante” (RADOSEVICH et al., 1997). As populações testadas foram de 2, 4, 8, 16, 32 e 64 plantas por unidade experimental (equivalendo 40, 80, 160, 320, 640 e 1280 plantas m^{-2}) (Figura 1 e 2). A variável MSPA foi avaliada aos 35 dias após a emergência (DAE). Para isso, as plantas foram seccionadas ao nível do solo, levadas para estufa a 65°C, com ventilação forçada até atingirem peso constante. Na análise dos dados utilizou-se o método da recíproca da produção por planta para determinar a produção de MSPA constante, sendo determinado a população de 240 plantas m^{-2} para a cultura e para a planta daninha.

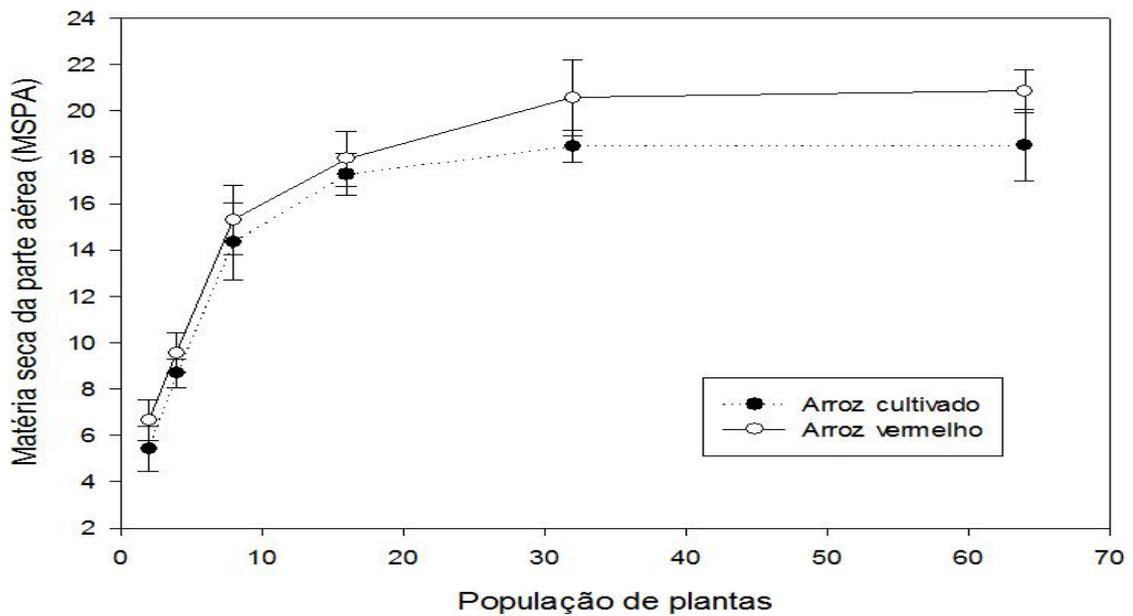


Figura 1. Matéria seca da parte aérea de arroz e arroz vermelho sob populações aditivas de plantas, representando a “Lei da produção final constante”.



a



b

Figura 2. Experimento preliminar em série aditiva, avaliando os monocultivos da Cultivar IRGA 424 (A) e do Biótipo de arroz vermelho 32B (B), arroz cultivado (AC) e arroz vermelho (AV), (P) população de plantas respectiva por vaso.

Experimento II: Série Substitutiva

O experimento II foi realizado em série de substituição, que avaliou a convivência do cultivar de arroz com o arroz vermelho, variando as proporções de plantas por vaso de 100:0 (estande puro de arroz irrigado), 75:25, 50:50, 25:75 e 0:100% (estande puro de arroz vermelho), mantendo-se constante a população total de plantas (12 plantas por vaso) determinada no experimento I (Figura 3).

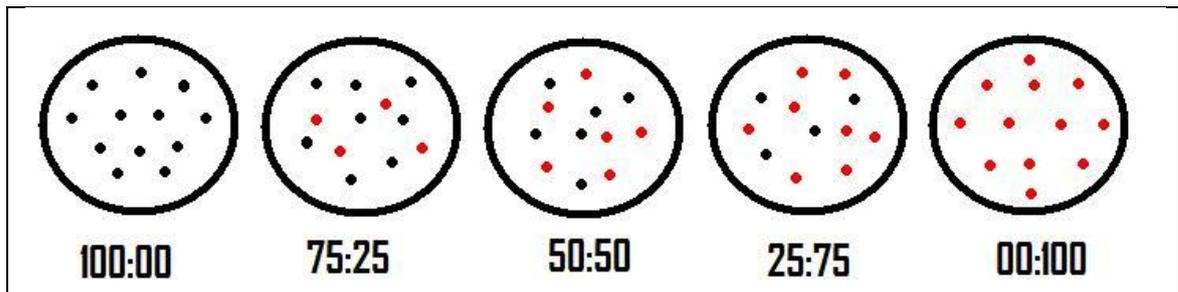


Figura 3. Esquema demonstrando arranjo de plantas nas diferentes proporções em experimento de série de substituição.

As variáveis avaliadas nos experimentos em série de substituição foram, estatura de planta (EST) e MSPA aos 35 DAE e condutância estomática de vapores de água (CS), fotossíntese (FT) e transpiração (T) determinadas com o auxílio de um analisador de gases no infravermelho (IRGA), marca ADC, modelo LCA 4 (Analytical Development Co. Ltd, Hoddesdon, UK), aos 21 e 36 DAE, no período das 9 às 11 horas. A MSPA foi determinada conforme descrito no experimento preliminar e a EST foi avaliada tomando-se o comprimento da planta desde o nível do solo até o ápice, com o limbo foliar distendido. Foram coletadas diariamente os dados de temperatura do solo e do ambiente com auxílio de um termômetro digital entre às 16:00 e 16:30 hs, no cultivo sob plena radiação, bem como para o ambiente sob redução da radiação (Figura 4).

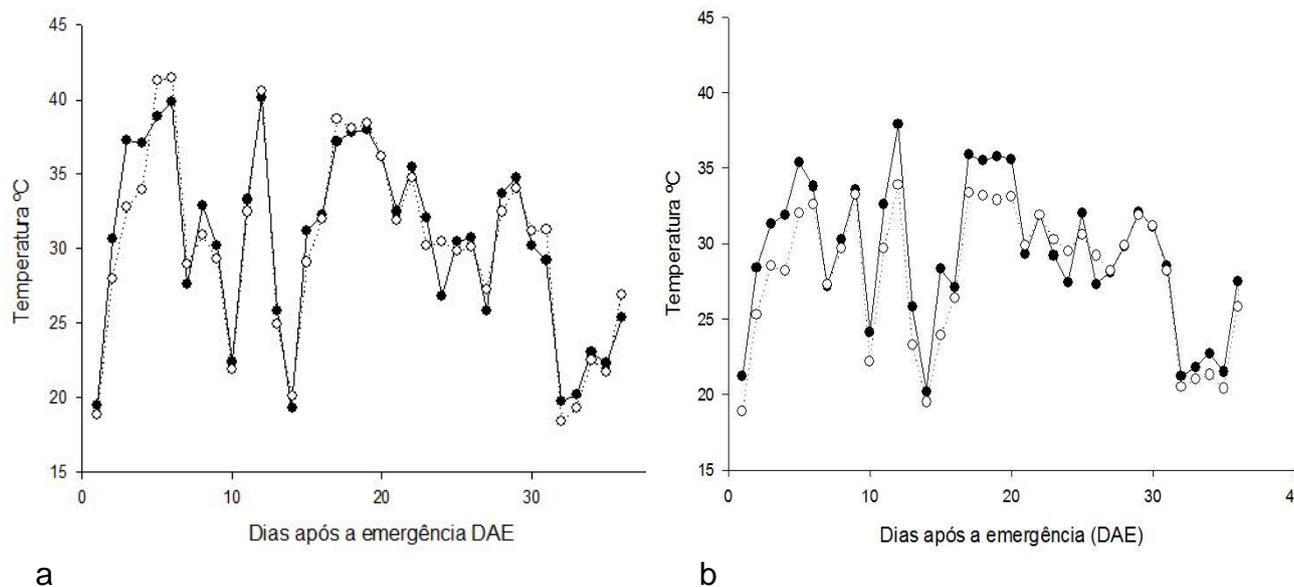


Figura 4. Dados diários de temperatura do solo e do ambiente sob ambiente natural (a) e com redução da radiação (b), durante o período de condução do experimento, Itaqui-RS, 2014. Círculos cheios (●) e vazios (○) representam a temperatura do ambiente e solo respectivamente.

O experimento com redução da luminosidade foi realizado, por meio de estrutura disposta em forma de túnel sobre as unidades experimentais. As mesmas foram construídas com tela de polipropileno (telado com 50% de redução da luminosidade), fixadas visando impedir a penetração de luz direta independentemente do horário (Figura 5).

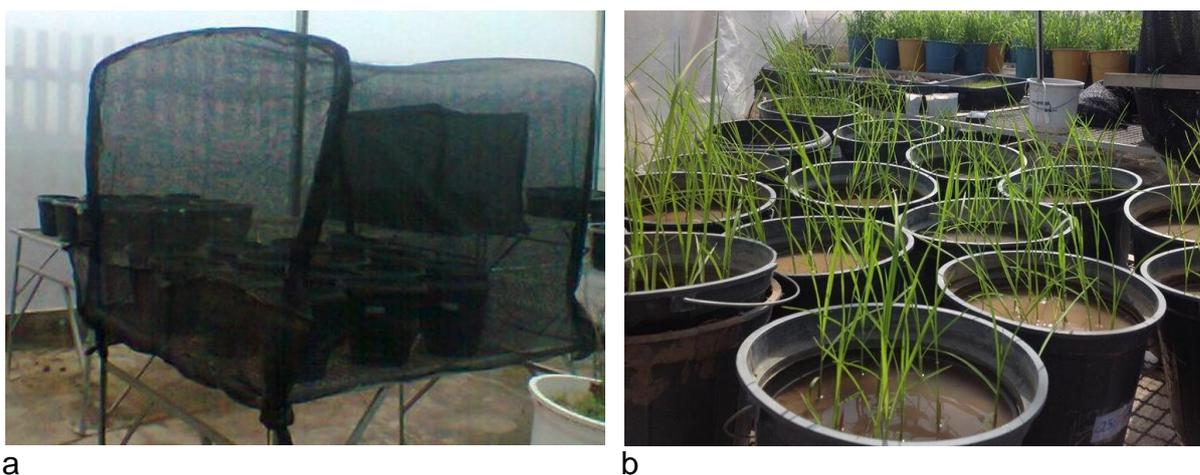


Figura 5. Estrutura de Polipropileno simulando redução de 50% da radiação (a), unidades experimentais com o cultivo série de substituição simulando competição de arroz cultivado e arroz vermelho sob ambiente natural (b).

Para análise dos dados de MSPA e EST, utilizou-se o método gráfico da produtividade relativa (RADOSEVICH., 1987). Este procedimento consiste na construção de diagrama com base na produtividade relativa (PR) e na produtividade relativa total (PRT) com as respectivas proporções de plantas.

A PR das variáveis avaliadas foi calculada da seguinte forma: PR = média da mistura/média da monocultura. A PRT foi representada pela soma das PR dos competidores em cada experimento. Quando a PR resultou em linha reta, considerou-se que a habilidade da espécie ou biótipo em interferir sobre a outra era equivalente. Quando a PR resultou em uma linha côncava, definiu-se ocorrer antagonismo no crescimento de um ou de ambos os competidores. Quando a linha apresentada pela PR foi convexa, definiu-se como ocorrência de sinergismo no crescimento de um ou de ambos os competidores. A PRT sendo igual a um (linha reta), significou que ocorreu competição pelo(s) mesmo(s) recurso(s); sendo superior a um (linha convexa), não ocorreu competição, devido ao suprimento de recursos superar a demanda ou porque as espécies possuíam diferentes demandas pelo(s) recurso(s) do meio; e, quando inferior a um (linha côncava), significou ocorrer antagonismo, havendo prejuízo mútuo ao crescimento de ambas as espécies (COUSENS., 1991; RADOSEVICH et al., 2007).

Foram calculados os índices de competitividade relativa (CR), coeficiente de agrupamento relativo (K) e Competitividade (C): CR representa o crescimento comparativo do genótipo A em relação ao V; K indica a dominância relativa de um genótipo sobre o outro; e A aponta qual dos genótipos é mais agressivo. Assim, os índices CR, K e C representam qual genótipo se manifesta mais competitivo, e sua interpretação conjunta indica com maior segurança a competitividade dos genótipos (COUSENS, 1991). O cultivar de arroz (a) é mais competitivo que o biótipo de arroz vermelho (v) quando $CR > 1$, $K_a > K_v$ e $C > 0$; por outro lado, o biótipo (v) é mais competitivo que a cultivar (a) quando $CR < 1$, $K_a < K_v$ e $C < 0$ (HOFFMAN; BUHLER, 2002). Para calcular esses índices, foram usadas as proporções das espécies 50:50.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos foram comparadas em relação às testemunhas (monocultivo) pelo teste de Dunnett ($p \leq 0,05$). O teste t ($p \leq 0,05$), foi utilizado para testar as diferenças nos índices estimados em relação à reta hipotética (HOFFMAN; BUHLER, 2002).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise gráfica dos resultados obtidos no experimento II, para a PR referente à variável matéria seca da parte aérea, demonstrou linha côncava tanto para a cultivar de arroz irrigado IRGA 424 quanto para o biótipo de arroz vermelho 32B nos dois ambientes, evidenciando antagonismo, ou seja, havendo prejuízo mútuo no crescimento de ambas (Tabela 1 e Figura 5).

Quando os competidores estudados participaram em maior proporção de plantas em condição natural de cultivo não se verificou diferença ($p \geq 0,005$). Em ambiente com redução da luminosidade verificou-se diferença entre as retas observadas e hipotéticas para todas as proporções. A PRT foi inferior a 1, demonstrando que a competição entre a cultivar e a planta daninha ocorreu pelos mesmos recursos (Figura 5).

Os resultados obtidos mostraram valores de PR relativamente próximos aos valores hipotéticos quando há ausência de interferência de uma planta sobre a outra, para a variável EST (Figura 5). A variável estatura não diferiu significativamente em nenhuma proporção de plantas, como observado na (tabela 1).

Tabela 1. Diferenças relativas de produtividade para a variável matéria seca da parte aérea (MSPA) e estatura (EST); nas proporções 75:24, 50:50 e 25:75 da cultivar de arroz (IRGA 424) em competição com biótipo de arroz vermelho. UNIPAMPA, Itaqui-RS, 2014

		Proporções de plantas (%)		
		75:25	50:50	25:75
		Matéria Seca da Parte Aérea		
Natural	PRT	0,64(±0,09)*	0,56(±0,06)*	0,74(±0,08)*
	DRP Arroz cultivado	-0,22(±0,09) ^{ns}	-0,27(±0,02)*	-0,13(±0,02)*
	DRP Arroz vermelho	0,14(±0,01)*	-0,18(±0,04)*	-0,13(±0,08) ^{ns}
Telado	PRT	0,43(±0,03)*	0,34(±0,02)*	0,50(±0,03)*
	DRP Arroz cultivado	-0,37(±0,02)*	-0,30(±0,02)*	-0,20(±0,00)*
	DRP Arroz vermelho	-0,20(±0,01)*	-0,36(±0,03)*	-0,30(±0,03)*
		Estatura		
Natural	PRT	0,97(±0,02) ^{ns}	1,02(±0,06) ^{ns}	1,01(±0,01) ^{ns}
	DRP Arroz cultivado	-0,03(±0,02) ^{ns}	0,03(±0,05) ^{ns}	0,01(±0,00) ^{ns}
	DRP Arroz vermelho	-0,00(±0,01) ^{ns}	-0,01(±0,01) ^{ns}	0,00(±0,01) ^{ns}
Telado	PRT	1,08(±0,06) ^{ns}	1,19(±0,09) ^{ns}	1,38(±0,05) ^{ns}
	DRP Arroz cultivado	-0,01(±0,02) ^{ns}	-0,02(±0,02) ^{ns}	-0,00(±0,01) ^{ns}
	DRP Arroz vermelho	0,09(±0,04) ^{ns}	-0,02(±0,02) ^{ns}	0,39(±0,04) ^{ns}

^{ns} Não significativo; *: significativo pelo teste t (p>0,05) . Valores entre parênteses representam os erros padrões das médias.

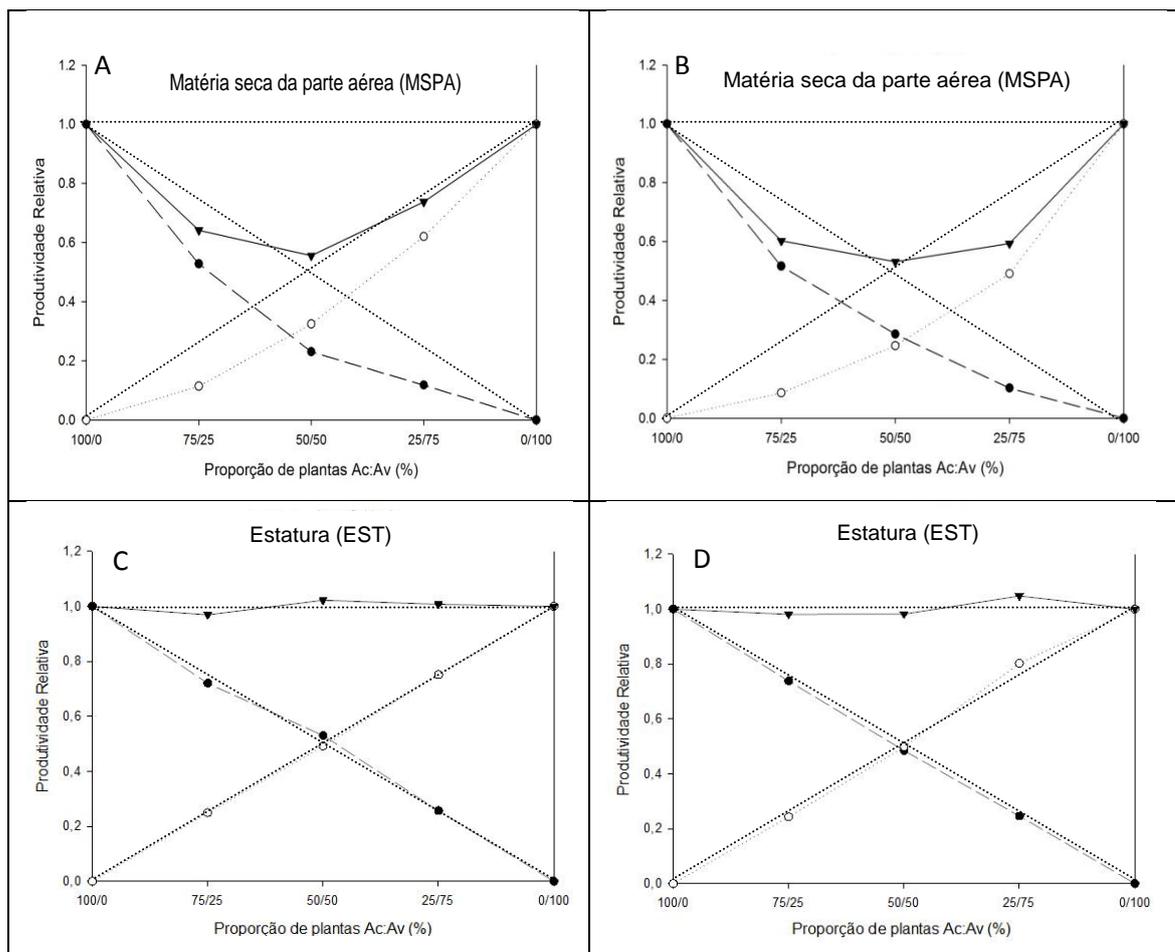


Figura 6. Produtividades relativa (PR) e total (PRT) para matéria seca da parte aérea (MSPA) e estatura (EST), em condição natural (A e C) e com 50% da redução da luminosidade (B e D) do arroz cultivar IRGA 424 e de biótipo de arroz vermelho, UNIPAMPA, Itaqui/RS, 2014. Círculos cheios (●) e vazios (○) representam as PR da MSPA do arroz e do arroz vermelho, respectivamente, e (▼) indicam as PRT. As linhas tracejadas referem-se às produtividades relativas hipotéticas, quando não ocorre interferência da cultivar sobre o biótipo ou do biótipo sobre a cultivar.

Considera-se que certa cultura é mais competitiva do que outra quando $CR > 1$, $K_a > K_v$ e $C > 0$ (HOFFMAN; BUHLER, 2002). Para proporção entre plantas cultivadas e plantas competidoras, foi adotado como critério para avaliar a superioridade competitiva a ocorrência de diferenças significativas em pelo menos dois índices (BIANCHI et al., 2006).

Quando analisada a variável MSPA constatou-se superioridade competitiva para o arroz vermelho, pois apresenta maior competitividade relativa (CR) e coeficiente de competitividade (C) em relação a cultivar, em condição de ambiente natural (Tabela 2). Já, para a redução de luminosidade, não houve diferença competitiva entre os competidores, demonstrando equivalência na competição por

recursos do meio. Para a variável EST a cultivar de arroz vermelho mostrou superioridade competitiva na condição ambiental com redução da radiação, apresentando significância em todos os índices. Todavia, na condição de ambiente natural não foi encontrado significância nos índices comparativos (Tabela 2).

Tabela 2. Índices de competitividade entre a cultivar de arroz (IRGA 424) em competição com biótipo de arroz vermelho, expressos por competitividade relativa (CR) e coeficiente de agrupamento relativo (K) e de competitividade (C). UNIPAMPA, Itaqui-RS, 2014

	CR	Ka	Kv	C
Matéria Seca da Parte Aérea				
Natural	0,72(±0,50)*	0,30(±0,034)	0,49(±0,095) ^{ns}	-0,09(±0,03)*
Telado	1,55(±0,37) ^{ns}	0,25(±0,029)	0,17 (±0,034) ^{ns}	0,05(±0,04) ^{ns}
Estatura				
Natural	1,08(±0,09) ^{ns}	1,23(±0,301)	0,97(±0,082) ^{ns}	0,04(±0,05) ^{ns}
Telado	0,72(±0,10)*	0,95(±0,081)	3,26(±1,080)*	-0,22(±0,09)*

^{ns} Não significativo; * significativo pelo teste *t* ($p < 0,05$). Valores entre parênteses representam os erros padrões das médias.

Plantas sombreadas investem, relativamente, maior proporção de fotoassimilados no aumento da área foliar, para maximizar a captação de luz disponível (GOBBI et al., 2011), possuindo geralmente folhas delgadas, maior área foliar específica e folhas com menor densidade de massa (LAMBERS et al., 1998). Para esses mesmos autores essas alterações têm por objetivo aumentar a captação da luz incidente, aumentando a eficiência fotossintética da planta.

A MSPA da cultivar quando em maior proporção, não diferiu da testemunha em ambas as condições ambientais (Tabela 3). A proporção de 50:50 e 25:75 demonstraram redução da média em comparação com a testemunha. O arroz vermelho apresentou redução em todas as proporções em comparação com a testemunha.

Em trabalho avaliando a habilidade competitiva de arroz irrigado com arroz vermelho suscetível e resistente ao herbicida imazapyr + imazapic inibidor da enzima acetolactato sintase (ALS), verificou-se aumento das variáveis quando os biótipos estiveram em menor proporção na associação, enquanto que nas demais proporções não foram observadas diferenças (RUBIN et al., 2014). Dessa maneira,

pressupõem-se que para o arroz vermelho, a competição com o arroz cultivado é favorável em relação a competição com indivíduos da mesma espécie.

Tabela 3. Matéria seca da parte aérea (MSPA) e estatura (EST) da cultivar de arroz (IRGA 424) e do biótipo de arroz vermelho em experimentos conduzidos em séries substitutivas, aos 36 dias após a emergência. UNIPAMPA, Itaqui-RS, 2014

Condição do ambiente		Proporção de plantas					CV (%)
		100:0 (T)	75:25	50:50	25:75	0:100 (T)	
		Matéria Seca da Parte Aérea					
Natural	A Cult	3,36	2,36 ^{ns}	1,55*	1,58*	-	29,85
	A Ver	-	1,77*	2,51*	3,2*	3,87	20,44
Telado	A Cult	2,67	1,84 ^{ns}	1,52*	1,09*	-	15,21
	A Ver	-	1,07*	1,52*	2,02*	3,09	9,92
		Estatura					
Natural	A Cult	25,01	24,03 ^{ns}	26,03 ^{ns}	25,65 ^{ns}	-	10,79
	A Ver	-	40,56 ^{ns}	40,07 ^{ns}	40,78 ^{ns}	40,71	3,71
Telado	A Cult	33,69	33,16 ^{ns}	32,62 ^{ns}	33,09 ^{ns}	-	6,78
	A Ver	-	47,25 ^{ns}	55,62 ^{ns}	53,17 ^{ns}	47,75	19,54

*Média difere da testemunha (T) pelo teste de Dunnett ($p < 0,05$). ^{ns} não significativo da testemunha (T). CV = coeficiente de variação.

Quando analisada a variável EST, não houve diferença entre os valores observados entre as proporções quando comparadas a testemunha (monocultivo), na condição natural de ambiente e sob redução da radiação (Tabela 3). Em pesquisa realizada com redução de luminosidade e sem competição não houve diferença no comportamento do arroz cultivado e do arroz vermelho, quando crescidas em sombreamento de 86 e 93% (VENSKE et al., 2013), corroborando com os resultados obtidos neste trabalho.

Em trabalhos sob competição de arroz vermelho e *Echinochloa* spp. (AGOSTINETTO et al., 2008) com a cultura do arroz cultivado demonstraram que a cultura foi menos competitiva. Por outro lado, utilizando cultivar de arroz irrigado EEA 406 como simuladora de arroz-vermelho, não observou-se diferenças em relação à competição com o cultivar de arroz irrigado IRGA 417 (FLECK et al., 2008). Para estes autores, esse fato demonstrou que o arroz cultivado e o arroz vermelho

apresentam características morfofisiológicas semelhantes e que as plantas possuem habilidades competitivas equivalentes.

Durante os dois dias no qual foram feitas as avaliações com o aparelho IRGA a temperatura do ambiente, quando a condição de cultivo estava sob plena radiação, a temperatura média mostrou-se cerca de 3°C maior do que quando sob redução da radiação. Com temperaturas em torno de 33°C aos 21 DAE e 30°C aos 36 DAE (Figura 6). Temperaturas elevadas podem levar as plantas de C3 ao fechamento estomático, consequentemente inibindo a entrada de CO₂, reduzindo a fotossíntese e aumentando a transpiração celular dessas plantas durante esse período de estresse. No entanto, raramente efeitos relacionados a fotossíntese irão ocorrer devido apenas um fator, pois, o processo é afetado por vários fatores, assim dificultando o estabelecimento das relações entre a causa e efeito (TAIZ; ZAIGER, 2009).

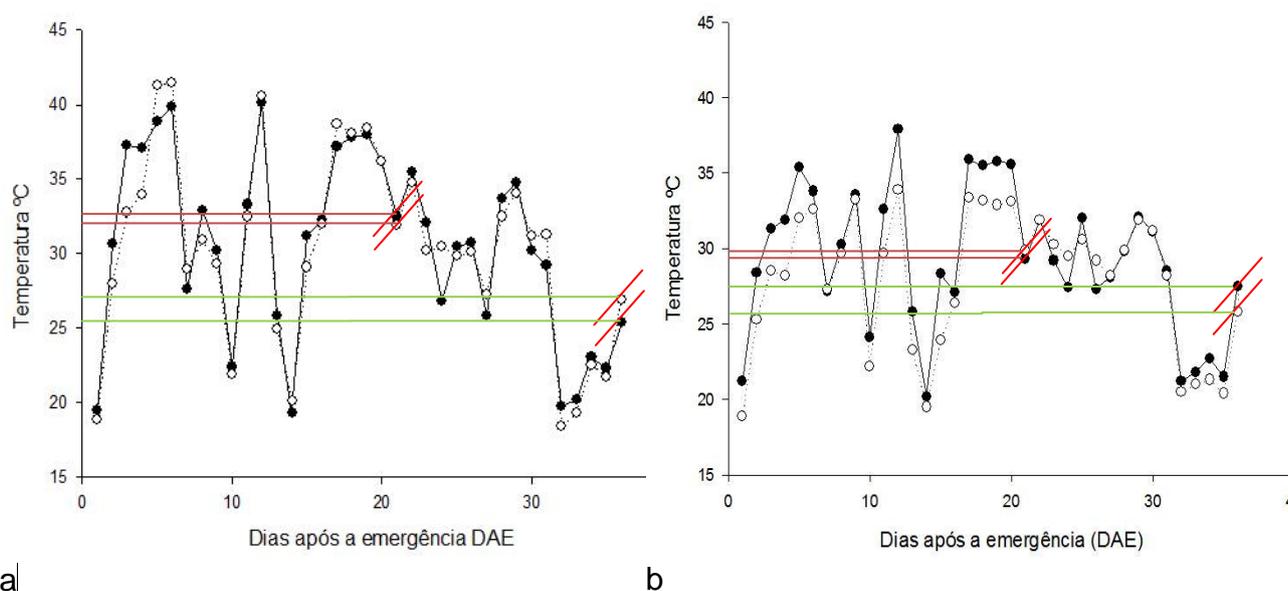


Figura 7. Dados diários de temperatura do solo e do ambiente sob ambiente natural (a) e com redução da radiação (b), durante o período de condução do experimento, Itaqui-RS, 2014. Círculos cheios (●) e vazios (○) representam a temperatura do ambiente e solo respectivamente. Linhas vermelhas e verdes representam a temperatura média diária do solo e ambiente aos 21 e 36 DAE respectivamente.

Durante o período de condução do experimento pode-se observar maior amplitude da temperatura média diária na condição de ambiente normal, apresentando temperaturas acima dos 40 °C, para a condição de sombreamento as

médias de temperatura não oscilaram de forma muito acentuada, fato esse gerado pelo sombrite dificultar a troca de energia tanto no solo quanto no ambiente.

Não houve diferença para as variáveis taxa fotossintética (FT), condutância estomática (CS) e taxa de transpiração (T) quando comparadas nas diferentes proporções e diferentes ambientes aos 21 e 36 DAE (Tabelas 4, 5 e 6).

Tabela 4. Taxa fotossintética da cultivar de arroz (AC) e do biótipo de arroz vermelho (AV) em experimentos conduzidos em séries substitutivas, aos 21 e 36 DAE. UNIPAMPA, Itaqui-RS, 2014

Ambiente			Proporções de plantas (%)					CV (%)
			100:00(T)	75:25	50:50	25:75	0:100(T)	
21DAE	Natural	AC	NS 0,37	0,56 ^{ns}	0,45 ^{ns}	0,45 ^{ns}	----	43
		AV	----	0,59 ^{ns}	0,46 ^{ns}	0,5 ^{ns}	NS 0,45	39
	Telado	AC	NS 0,57	0,56 ^{ns}	0,41 ^{ns}	0,39 ^{ns}	----	34
		AV	----	0,45 ^{ns}	0,45 ^{ns}	0,56 ^{ns}	NS 0,37	36
36DAE	Natural	AC	NS 0,35	0,70 ^{ns}	0,46 ^{ns}	0,35 ^{ns}	----	46
		AV	----	0,59 ^{ns}	0,46 ^{ns}	0,39 ^{ns}	NS 0,45	42
	Telado	AC	NS 0,53	0,56 ^{ns}	0,45 ^{ns}	0,41 ^{ns}	----	38
		AV	----	0,45 ^{ns}	0,39 ^{ns}	0,56 ^{ns}	NS 0,37	31

^{ns} Não significativo da Testemunha (T) pelo teste de Dunnett ($p < 0,05$) médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem pelo teste t ($p < 0,05$) na condição do ambiente. CV = coeficiente de variação.

Tabela 5. Condutância estomática da cultivar de arroz (AC) e do biótipo de arroz vermelho (AV) em experimentos conduzidos em séries substitutivas, aos 21 e 36 dias após a emergência (DAE). UNIPAMPA, Itaqui-RS, 2014

Condição do ambiente			Proporções de plantas (%)					CV (%)
			100:00(T)	75:25	50:50	25:75	0:100(T)	
21 DAE	Natural	AC	NS 0,16	0,04 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,03 ^{ns}	----	43
		AV	----	0,03 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,04 ^{ns}	NS 0,02	44
	Telado	AC	NS 0,06	0,07 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,03 ^{ns}	----	50
		AV	----	0,03 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,03 ^{ns}	NS 0,04	29
36 DAE	Natural	AC	NS 0,06	0,06 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,02 ^{ns}	----	43
		AV	----	0,03 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,04 ^{ns}	NS 0,02	44
	Telado	AC	NS 0,07	0,07 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,03 ^{ns}	----	50
		AV	----	0,03 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,03 ^{ns}	NS 0,04	34

^{ns} Não significativo da Testemunha (T) pelo teste de Dunnett ($p < 0,05$) médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem pelo teste t ($p < 0,05$) na condição do ambiente. CV = coeficiente de variação.

A taxa de transpiração (T), quando comparado pelo teste t ($p \leq 0,05$), os monocultivos sob ambiente natural e com redução da luminosidade, o biótipo de arroz vermelho apresentou uma taxa de transpiração cerca de três vezes maior quando sob ambiente com redução da luminosidade do que quando em ambiente natural, sendo que para o arroz cultivado também pode-se observar uma elevação em torno de duas vezes maior a taxa de transpiração quando em ambiente com redução da luminosidade. O balanço e composição da radiação incidente sobre a planta quando em competição, ou condição de sombreamento, aliado ao nível de carboidratos nas folhas, podem aumentar a taxa respiratória diretamente ou através de vias alternativas associadas à cadeia respiratória (PYSTINA; DANILOV, 2001).

Tabela 6. Taxa de Transpiração da cultivar de arroz (AC) e do biótipo de arroz vermelho (AV) em experimentos conduzidos em séries substitutivas, aos 21 e 36 dias após a emergência (DAE). UNIPAMPA, Itaqui-RS, 2014

Condição do ambiente			Proporções de plantas (%)					
21DAE			100:00(T)	75:25	50:50	25:75	0:100(T)	CV (%)
21DAE	Natural	AC	A 0,47	0,77 ^{ns}	0,39 ^{ns}	0,61 ^{ns}	----	40
		AV	----	0,49 ^{ns}	0,50 ^{ns}	0,19 ^{ns}	B 0,21	42
	Telado	AC	A 0,84	0,79 ^{ns}	0,42 ^{ns}	0,58 ^{ns}	----	40
		AV	----	0,65 ^{ns}	0,63 ^{ns}	0,51 ^{ns}	A 0,79	30
36DAE	Natural	AC	B 0,47	0,77 ^{ns}	0,39 ^{ns}	0,61 ^{ns}	----	42
		AV	----	0,50 ^{ns}	0,50 ^{ns}	0,20 ^{ns}	B 0,21	42
	Telado	AC	A 0,90	0,79 ^{ns}	0,58 ^{ns}	0,51 ^{ns}	---	39
		AV	----	0,42 ^{ns}	0,65 ^{ns}	0,63 ^{ns}	A 0,79	32

^{ns} Não significativo da Testemunha (T) pelo teste de Dunnett ($p < 0,05$) médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem pelo teste t ($p < 0,05$) na condição do ambiente. CV = coeficiente de variação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em condição natural de crescimento o biótipo de arroz vermelho apresenta maior habilidade competitiva em relação ao arroz cultivado. A cultivar IRGA 424 e o biótipo 32B em condição de redução de luminosidade não modificam suas características morfofisiológicas independentemente da proporção de plantas, apresentando produções similares de matéria seca da parte aérea.

O cultivar e o biótipo de arroz vermelho não diferiram quanto a atividade fotossintética nas diferentes proporções de plantas em competição. No entanto, quando sob condição de redução da luminosidade o biótipo de arroz vermelho e a

cultivar apresentam aumento da taxa de transpiração quando comparados os monocultivos entre si.

REFERÊNCIAS

AGOSTINETTO, D. et al. Arroz vermelho: Ecofisiologia e estratégias de controle. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.31, n.2, p.341-349, 2001.

AGOSTINETTO, D. et al. Competitividade relativa entre cultivares de arroz irrigado e biótipo de capim-arroz (*Echinochloa* spp.). **Planta Daninha**, Viçosa, v.26, n.4, p.757-766, 2008.

AUMONDE, T.Z. et al. Análise de crescimento e partição de assimilados em plantas de maria-pretinha submetidas a níveis de sombreamento. **Planta Daninha**, Viçosa, v.31, n.1, p. 99-108, 2013.

BIANCHI, M.A. et al. Proporção entre plantas de soja e plantas competidoras e as relações de interferência mútua. **Ciência Rural**, Santa Maria v.36, p.1380-1387, 2006.

CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento) - Disponível em: <<http://conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&t=2>>. Acesso em: 30 Nov. 2014.

COUSENS, R. Aspects of the design and interpretation of competition (interference) experiments. **Weed Technology**, Champaign, v.5, n.3. p.664-673, 1991.

EMBRAPA. Centro nacional de pesquisa de solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. v2. Rio de Janeiro: Embrapa – SP, 2006, 306 p.

ESTRADA, J.A.S.E. et al. Efecto del sombreado artificial en tres épocas a partir de la floración sobre el rendimiento en semillas y sus componentes del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). **Agrociência**, Pelotas, v.42, n.42. p.5-16, 1980.

FLECK, N.G. et al. Competitividade relativa entre cultivares de arroz irrigado e biótipo de arroz-vermelho. **Planta Daninha**, Viçosa, v.26, n.1, p.101-111, 2008.

GOBBI, K.F. et al. Área foliar específica e anatomia foliar quantitativa do capim-braquiária e do amendoim-forrageiro submetidos a sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.40, n.7, p.1436-1444, 2011.

HOFFMAN, M.L.; BUHLER, D.D. Utilizing *Sorghum* as functional model of crop-weed competition. I. Establishing a competitive hierarchy. **Weed Science**, Lawrence, v.50, p.466-472, 2002.

JIAO, Y.L.; LAU, O.S.; DENG, X.W. Light-regulated transcriptional networks in higher plants. **Nature Reviews Genetics**, v.8, n.3, p.217-230, 2007.

LAMBERS, H. et al. **Plant physiological ecology**. New York: Springer, 1998. 540p.

LAMEGO, F.P. et al. Tolerância à interferência de plantas competidoras e habilidade de supressão por genótipos de soja - II. Resposta de variáveis de produtividade. **Planta Daninha**, Viçosa, v.22, n.4, p.491-498, 2004.

MENEZES, V.G. et al. Caracterização de biótipos de arroz-vermelho em lavouras de arroz no estado do Rio Grande do Sul. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 26, n. 1, p. 101-111, 2008.

MEROTTO JR., A. et al. Interferência das plantas daninhas sobre o desenvolvimento inicial de plantas de soja e arroz através da qualidade da luz. **Planta daninha**, Viçosa, v.20, n.1, p.9-16, Apr. 2002.

NOLDIN, J.A. et al. Seed longevity of red rice ecotypes buried in soil. **Planta Daninha**, Viçosa, v.24, n.4, p.611-620, 2006.

PYSTINA, N. V.; DANILOV, R. A. Influence of light regimes on respiration, activity of alternative respiratory pathway and carbohydrates content in mature leaves of *Ajuga reptans* L. **Revista Brasileira Fisiologia Vegetal**, Campinas, v.13, n.3, p.285-292, 2001.

RADOSEVICH, S.R; HOLT, J.; GHERSA, C. Weed ecology: implications for management. 2. ed. **New York**: Willey, 1997. 589p.

RADOSEVICH, S.R. Methods to study interactions among crops and weeds. **Weed Technology**, Champaign, v.1, n.1. p.190-198, 1987.

RUBIN, R. S. et al. Habilidade competitiva relativa de arroz irrigado com arroz-vermelho suscetível ou resistente ao herbicida imazapyr + imazapic. **Arquivos Instituto Biológico**, São Paulo, v.81, n.2, p.173-179, 2014

SANTOS, F.M. et al. Controle químico de arroz-vermelho na cultura do arroz irrigado. **Planta Daninha**, Viçosa, v.25, n.2, p.405-412, 2007.

SINGH, S. Growth, yield and biochemical response of rice genotypes to low light and high temperature-humid stress. **Oryza**, v.37, n.1, p.35-38, 2000.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2009. p.200-210.

VENSKE, E. et al. Initial development of red and cultivated rice in response to light and air temperature. **Journal Seed Science**, Londrina, v.35, n.4, p.510-518, 2013.

VIDAL, R.A. et al. Initialism as a mechanism of weed interference: can a crop plant be blinded? **Planta Daninha**, Viçosa, v.30, n.3, p.469-475, 2012.