

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA
CAMPUS ITAQUI
CURSO DE AGRONOMIA**

CÉLIO UBIRATAN MEDEIROS TABORDA

**COMPETIÇÃO POR LUZ NO CRESCIMENTO DE RAÍZES DE ARROZ
CULTIVADO EM COMPETIÇÃO COM ARROZ VERMELHO**

**Itaqui
2014**

CÉLIO UBIRATAN MEDEIROS TABORDA

**COMPETIÇÃO POR LUZ NO CRESCIMENTO DE RAÍZES DE ARROZ
CULTIVADO EM COMPETIÇÃO COM ARROZ VERMELHO**

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
2014**

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) .

T114c TABORDA, CÉLIO UBIRATAN MEDEIROS
COMPETIÇÃO POR LUZ NO CRESCIMENTO DE RAÍZES DE ARROZ
CULTIVADO EM COMPETIÇÃO COM ARROZ VERMELHO / CÉLIO
UBIRATAN MEDEIROS TABORDA.

35 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) --
Universidade Federal do Pampa, BACHARELADO EM
AGRONOMIA, 2014.

"Orientação: Carlos Eduardo Schaedler".

1. *Oryza sativa*. 2. Radiação solar. 3. Sistema
radicular. I. Título.

Dedico este trabalho aos meus pais Ipirajara Correa Taborda e Margarete Marques de Medeiros que guiaram meu caminho para chegar até aqui.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais que independentemente da distância sempre me apoiaram com carinho.

A minha amiga e namorada, Andressa Luciane Ceccon Saueressig, por todo auxílio companheirismo durante a concretização deste estudo.

Ao meu amigo, Willian Lubian, pela amizade e companheirismo ao longo de toda a graduação

Ao meu orientador, Professor Dr. Carlos Eduardo Schaedler pela orientação e amizade.

A todos os colegas do Grupo de Herbologia Pampa, que sempre estiveram unidos para o conhecimento mútuo.

CÉLIO UBIRATAN MEDEIROS TABORDA

**COMPETIÇÃO POR LUZ NO CRESCIMENTO DE RAÍZES DE ARROZ
CULTIVADO EM COMPETIÇÃO COM ARROZ VERMELHO**

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 e aprovado em: 18/08/2014

Banca examinadora:

Prof. Dr. Carlos Eduardo Schaedler
Orientador
Unipampa

Prof. Dr. Paulo Jorge de Pinho
Unipampa

Prof. Dr. Cleber Maus Alberto
Unipampa

RESUMO

COMPETIÇÃO POR LUZ NO CRESCIMENTO DE RAÍZES DE ARROZ CULTIVADO EM COMPETIÇÃO COM ARROZ VERMELHO

Autor: Célio Ubiratan Medeiros Taborda

Orientador: Carlos Eduardo Schaedler

Itaqui, Agosto de 2014.

A presença de plantas daninhas reduz a produtividade das lavouras de arroz irrigado, pois, competem por recursos como água, luz e nutrientes. O arroz vermelho é considerado a principal planta daninha encontrada nos arrozais do sul do Brasil, sendo essa de difícil controle por pertencer a mesma espécie do arroz cultivado. O arroz vermelho apresenta porte elevado, velocidade de emergência maior que o arroz cultivado, interferindo principalmente na competição por luz, porém, existem poucos estudos a respeito da interferência da competição no crescimento do sistema radicular das plantas. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento de raízes em plântulas de arroz e arroz vermelho em resposta a competição pelo recurso luz. O experimento foi conduzido no ano agrícola de 2013/14, em casa de vegetação na Universidade Federal do Pampa campus Itaqui, Rio Grande do Sul. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado em esquema trifatorial, com cinco repetições. O fator A foi composto pelo biótipo de arroz vermelho Q35B e pelo cultivar IRGA 424, o fator B composto pela ausência ou presença de competição por luz com arroz vermelho e o fator C foi composto por épocas de avaliação 0, 14, 21, 28, 35 dias após o transplante. Em condição de competição o arroz vermelho apresenta maior número de pontas da raiz do que o arroz cultivado. O arroz vermelho apresenta maior comprimento, perímetro e área de raiz independentemente da condição de competição. A competição por luz diminui a área, perímetro, comprimento e número de pontas de raiz do biótipo Q35B de arroz vermelho e arroz cultivado IRGA 424 a partir dos 21 dias após o transplante.

Palavras-Chave: *Oryza sativa*, radiação solar, sistema radicular

ABSTRACT

LIGHT COMPETITION ON ROOT RICE DEVELOPMENT WITH RED RICE COMPETITION

Author: Célio Ubiratan Medeiros Taborda

Advisor: Carlos Eduardo Schaedler

Itaqui, August, 2014

The weed presence reduces the yield of paddy rice therefore compete for resources such as water, light and nutrients. Red rice is considered a mainly weed found in paddy rice fields in Southern Brazil, and this is difficult to control because they belong to the same species of cultivated rice. Red rice has a high size and development than the crop rice emergence, interfering mainly in competition for radiation; however, there are few studies about the impact of competition in the development of plant root system. Therefore, the aim of this study was to evaluate root growth in seedlings of rice and red rice in response to competition for light. The experiment was conducted in the agricultural season 2013/14, in a greenhouse at the Federal University of Pampa campus Itaqui, Rio Grande do Sul. The experimental was conducted in randomized complete block design, with five replicates. The first factor was composed of the red rice biotype Q35B and the IRGA 424, factor B consists absence or presence of light competition with red rice and the C factor was composed of times 0, 14, 21, 28, 35 days after transplantation. Under competition, red rice has a higher number of root tips than crop rice. Red rice has greater length, perimeter and area of root regardless of competition. The light competition reduces the area, perimeter, length and number of root tips in Q35B biotype and rice crop cultivar IRGA 424 from 21 days after transplantation.

Keywords: *Oryza sativa*, radiation, initial development, root system.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	10
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1	A cultura do arroz irrigado	12
2.2	Plantas daninhas na lavoura orizícola	12
2.3	Habilidade Competitiva	13
2.4	Arroz Vermelho	14
2.5	Tipos de Competição.....	15
2.5.1	Competição por luz.....	16
2.5.2	Alteração na Qualidade da Luz.....	18
2.5.3	Fitocromo	20
2.6	Raízes.....	21
3.	METODOLOGIA.....	22
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	31
6.	REFERÊNCIAS	32
7.	APÊNDICE	36
7.1	Fotografias da instalação do experimento	36

1. INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa*) é um dos cereais mais produzidos no Brasil, e incluído na dieta da maioria da população brasileira, como fonte de carboidratos e proteínas. O Rio Grande do Sul é o maior produtor nacional do cereal (CONAB, 2014), produzido em 133 municípios, o arroz gaúcho representa 2,74% do PIB agrícola nacional. Entretanto a produtividade média dos orizicultores do arroz do estado (7, 243 kg há⁻¹) está aquém do potencial produtivo da cultura (>10,000 kg há⁻¹). Dentre os fatores limitantes da perda de produtividade destaca-se a competição exercida com plantas daninhas (SOSBAI, 2012), como o arroz vermelho considerada uma das principais plantas invasora nas lavouras orizícolas (AGOSTINETTO et al., 2001).

No cultivo do arroz irrigado, a competição por água e nutrientes não é considerada fator limitante à cultura desde que devidamente irrigado e adubado corretamente, deste modo as plantas daninhas interferem mais significativamente na competição pela luz (CASTRO e GARCIA, 1996).

Muitas vezes o sucesso da espécie depende de sua capacidade de continuar fotossintetizando mesmo em condições de baixa luminosidade, contudo os efeitos da competição por luz no crescimento e na produção é variável entre as plantas e os resultados dependem do estágio em que as plantas se encontram (CASTRO e GARCIA, 1996).

Métodos culturais de controle como a seleção de cultivares com elevada capacidade competitiva, são necessários para o manejo eficiente do arroz vermelho (BALBINOT Jr. et al., 2003). O desenvolvimento de manejos fitotécnicos e fitossanitários é importante avaliar a resposta das culturas e plantas daninhas sob diferentes condições de luz na fase inicial (VENSKE et al. 2013), pois, sabe-se que o crescimento inicial está diretamente ligado ao aproveitamento da luz disponível no início do desenvolvimento da cultura (AGOSTINETTO et al., 2001). Características morfofisiológicas das cultivares de arroz definem a sua habilidade em competir pelos recursos do meio com as plantas daninhas (BALBINOT Jr. et al., 2003).

O crescimento inicial pode ser considerado uma característica de fácil medição e está correlacionado com fatores fisiológicos de crescimento e desenvolvimento (ALMEIDA et al., 1998). O conhecimento dos processos competitivos relacionados a competição é o único caminho viável para o incremento na interação positiva entre as culturas envolvidas (CASTRO e GARCIA, 1996). O estágio de desenvolvimento do

arroz cultivado em que ocorre a competição com o arroz vermelho, identificação do recurso responsável pela competição e características morfológicas, são fatores usados para se determinar os efeitos da competição entre a espécie (AGOSTINETTO et al. 2001).

A estatura é o principal ponto de divergência entre modelo ideal de planta que possua o máximo rendimento de grãos e a planta com máxima habilidade competitiva (AGOSTINETTO et al. 2001). O uso de cultivares de arroz competitivos e a mudanças no arranjo de plantas são práticas de manejo que visam minimizar a interferência do arroz vermelho (FLECK et al., 2004). O melhoramento genético deve considerar variáveis como afilamento, estatura, área foliar e massa seca da parte aérea das plantas durante a seleção de linhagens (FLECK et al., 2008).

O estudo do arroz vermelho pode ajudar na elucidação das respostas das plantas em condições do meio, e por não ter sido submetido aos processos de seleção ainda caracteriza-se como uma importante fonte de variabilidade genética ao melhoramento do arroz cultivado (VENSKE et al., 2013).

A competição deve ser explicada por mecanismos eletrofisiológicos em todo o nível da planta, pois, podem ser usados para desenvolver estratégias mais eficientes no manejo de plantas daninhas, como o período crítico de controle de plantas daninhas (RAJCAN e SWANTON, 2001). A maioria dos experimentos que avaliam a competição por quantidade e qualidade da luz entre as culturas e as plantas daninhas não avaliam o recurso como fator isolado (VIDAL et al., 2010), como também há poucos experimentos que avaliam o sistema radicular das culturas, pois são variáveis muito onerosas e demoradas (MEROTTO Jr. et al., 2002). Sendo assim o método de avaliação digital é uma alternativa na qual pode-se obter velocidade e precisão na coleta de dados. Nesse contexto o objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento de raízes e da parte aérea em plântulas de arroz e arroz vermelho em resposta a condição de competição pelo recurso luz.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A cultura do arroz irrigado

O arroz (*Oryza sativa*) é uma importante fonte de alimento para mais da metade da população do mundo (CHAUHAN, 2013) representando 20% das calorias consumidas no planeta. Consumido por mais de 3 bilhões de pessoas, é o segundo cereal mais cultivado no mundo (SOSBAI, 2012). O Brasil é o maior produtor fora do continente asiático com a produção de mais de 12 milhões de toneladas (CONAB, 2014)

Na safra de 2013/2014 o Rio Grande do Sul representou mais de 8 milhões de toneladas equivalente a 66,58 % da produção do grão brasileiro, com a produtividade de 7.243 kg há⁻¹, 2158 kg acima da média nacional (CONAB, 2014). Entretanto, a produtividade do arroz irrigado produzido no Estado ainda está abaixo do potencial produtivo da cultura (AGOSTINETTO et al., 2001; FLECK et al., 2008; NOHATTO et al., 2012).

Estima-se que a produtividade do arroz gaúcho aumentou 2,3% em relação à safra anterior (CONAB, 2014), resultado de um ano com melhores condições meteorológicas e avanço da tecnologia no setor orizícola. O desenvolvimento de tecnologias no manejo fitossanitário e controle das plantas daninhas não aumentam a capacidade produtiva das culturas, porém, um bom manejo favorece a planta a expressar seu potencial de acordo com o nível de investimento.

Uns dos motivos da redução da produtividade das lavouras de arroz consiste na utilização de cultivares inadequadas e de sementes de baixa qualidade, semeadura fora da época recomendada, manejo inadequado do solo e da água, adubação insuficiente e fora da época ideal e principalmente, controle deficiente de plantas daninhas (FLECK et al., 2008).

2.2 Plantas daninhas na lavoura orizícola

As plantas daninhas são umas das mais importantes restrições biológicas da produção de arroz (NI et al., 2000). Na cultura do arroz irrigado a ineficiência no controle das plantas daninhas é considerada um dos principais motivos da perda da produtividade (VENSKE et al., 2013) resultado da competição inter e intra específica

entre a cultura e as plantas daninhas (CASTRO e GARCIA, 1996) por recursos como água, luz e nutrientes (SOSBAI, 2012).

Dentre as famílias de plantas daninhas de maior importância encontradas nas lavouras de arroz destacam-se: a família Poaceae dos gêneros Digitária, Echinochloa, Eleusine, Oryza e Uruçoa; Cyperaceae dos gêneros Cyperus e Fimbristylis; Alismataceae do gênero Sagittaria; Fabaceae do gênero Aeschynomene e Convolvulaceae do gênero Ipomoea (SOSBAI, 2012).

A competição causada pode ser considerada uma interação negativa, onde as duas plantas saem prejudicadas da disputa (VIDAL, et al., 2010) e o quanto será afetada dependerá da habilidade competitiva da planta. Esta interação negativa entre plantas é um componente do manejo integrado de plantas daninhas, mas seu uso requer a compreensão da extensão em que o arroz pode interferir com o crescimento de plantas daninhas e como elas podem interferir na planta de arroz (CHAUHAN, 2013).

Pesquisadores têm dado mais atenção à utilização de cultivares competitivas para manejo de plantas daninhas no arroz, pois é um método preventivo e cultural de baixo custo que pode reduzir o uso dos demais métodos de controle (NI et al., 2000).

2.3 Habilidade Competitiva

Práticas de manejo de plantas daninhas causam preocupações com a saúde, o ambiente e os custos de produção das culturas (MEROTTO Jr. et al., 2009). E assim a capacidade competitiva de cultivares pode ser incrementada por práticas econômicas, tais como espaçamento entre plantas ou densidade de semeadura (NI et al., 2000).

Entretanto, a redução da produtividade das culturas, devido a presença de plantas daninhas é agravada quanto mais semelhantes forem as suas características morfofisiológicas (LAMEGO et al., 2004). Quando as espécies que estão competindo no mesmo nicho possuem características semelhantes, e a equidistância entre os indivíduos assume grande importância, ao aumentar a habilidade competitiva de uma delas (FLECK et al. 2004).

O manejo cultural de plantas daninhas inclui qualquer procedimento ou prática agrícola que aumente a competitividade da cultura, principalmente na fase inicial de seu estabelecimento (SOSBAI, 2012). O crescimento inicial acelerado está

diretamente relacionado à rapidez da ocupação do dossel e assim ao sucesso da planta sobre as demais (VIDAL, et al., 2010). Entretanto, na semeadura do arroz, as sementes de plantas daninhas já podem estar pré-embebidas, podendo assim começar o processo de hidrólise dos compostos de reserva antes que a cultura (BALBINOT Jr., 2001) iniciando assim a competição pelos recursos do meio.

2.4 Arroz Vermelho

O arroz vermelho (*Oryza sativa*) é uma das principais plantas daninha encontrada nas lavouras de arroz (AGOSTINETTO et al., 2001), em áreas de cultivo em todo o mundo. Caracteriza-se como um dos fatores que mais limita a produtividade das lavouras gaúchas (MENEZES et al., 2002). Degrane pré-colheita, dormência e sementes contaminadas são algumas características comumente observadas na maioria das populações de arroz vermelho que contribuem para a disseminação da espécie (NOLDIN et al., 2006).

A maioria dos biótipos de arroz vermelho apresentam características como: ciclo longo, porte elevado, colmos finos, folhas verde-clara e decumbentes, alto vigor e alta capacidade de emissão de filhotes ontogenicamente distintos. Entretanto estes biótipos apresentam distintas características morfológicas, devido à grande variabilidade genética encontrada nas lavouras de arroz (MENEZES et al., 2002).

Devido as semelhanças botânicas, o arroz vermelho pertence a mesma espécie do arroz cultivado (AGOSTINETTO et al., 2001; STRECK et al., 2008). Fato esse que dificulta seu controle (BALBINOT Jr. et al., 2003), pois herbicidas tradicionalmente utilizados são ineficientes no controle desta planta daninha (SANTOS et al., 2007) resultando em maior número de aplicações do produto (MENEZES et al., 2002).

A interferência causada pelo arroz vermelho reduz o potencial de produtividade do arroz cultivado, podendo inclusive, inviabilizar o cultivo do cereal na área. Dentre os danos causados pela presença do arroz vermelho inclui-se: o aumento do custo de produção, acamamento de plantas, dificuldade de colheita e secagem dos grãos, depreciação da qualidade do produto, hospedagem de pragas e moléstias, diminuição do valor comercial da gleba e fonte de disseminação e reposição do banco de sementes do solo (MENEZES et al., 2002).

O arroz vermelho causa danos por ocasionar redução da produtividade, dificuldade de controle, alto grau de infestação das áreas cultivadas e ainda provoca elevação do custo de produção e deprecia o valor comercial do produto final (SANTOS

et al., 2007). Entretanto os efeitos competitivos de arroz vermelho em arroz pode variar de acordo com a cultivar (OTTIS Jr. et al., 2005). Além disso, arroz vermelho ainda possui potencial para aumentar a sua competitividade em climas futuros (STRECK et al., 2013).

Outro problema da similaridade entre o genótipo cultivado e que causa dano, é que as condições edafoclimáticas que favorecem o arroz cultivado podem também favorecer o arroz vermelho (AGOSTINETTO et al., 2001) causando a competição intraespecífica pelos recursos disponíveis na área cultivada (MENEZES et al., 2002). Sabe-se que, quanto mais semelhante for o nicho ocupado pela comunidade de plantas, maior será a competição pelos recursos disponíveis (VIDAL, et al., 2010).

A possível alogamia, pode produzir descendentes com características morfofisiológicas ainda mais semelhantes ao arroz cultivado, o que resulta em plantas mais difíceis de se efetivar o controle seletivo (MENEZES et al., 2002). A possibilidade de cruzamento do arroz vermelho com o arroz cultivado pode gerar biótipos em regiões agroecológicas distintas, criando a oportunidade de constante modificação e adaptação nas lavouras orizícolas (STRECK et al., 2008).

A redução efetiva da interferência do arroz vermelho sobre o cultivado depende da intensidade de infestação e biótipo predominante, disponibilidade de máquinas, nível de investimento, nível de conscientização do orizicultor e também de características morfofisiológicas das cultivares de arroz com elevada habilidade competitiva, pois sabe-se que, o arroz vermelho compete com o arroz cultivado especialmente por luz, porém, em elevadas populações também por água e nutrientes (AGOSTINETTO et al., 2001).

2.5 Tipos de Competição

As plantas competem por todos os recursos utilizados em seu metabolismo, como luz, água, nutrientes e CO₂ (FLECK et al., 2008), e também a estímulos ambientais que influenciam a morfologia e fenologia das culturas e plantas daninhas (RAJCAN e SWANTON, 2001). Pois, as espécies vegetais reagem de maneira distinta a cada tipo de competição (CASTRO e GARCIA, 1996), e as características morfofisiológicas das cultivares definirão a sua habilidade em competir pelos recursos do meio com as plantas daninhas (BALBINOT Jr., et al 2003).

Para que ocorra competição é necessário que haja suficiente sobreposição dos nichos dos indivíduos envolvidos, de forma que eles utilizem os mesmos recursos

(AGOSTINETTO et al., 2001; MALUF, 1999). A disputa no ambiente dependerá de várias características da planta como: morfologia, capacidade de extrair água e nutrientes do solo, a resposta da planta às mudanças de temperatura e exigência de luz (CASTRO e GARCIA, 1996). O grau de competição depende de fatores relacionados à comunidade infestante como a composição, população, distribuição e época de emergência, como também, da própria cultura como espécie ou cultivar, espaçamento entre linhas e densidade de semeadura (FLECK et al., 2008).

A competição por água e nutrientes está diretamente ligada a quantidade desses recursos disponíveis no solo, sendo que a irrigação e adubação poderão compensar o impacto causado pela competição por água e nutrientes, no entanto, a competição por luz não pode ser diminuída por nenhum incremento em situações de cultivo (MEROTTO Jr. et al., 2002).

Variáveis de crescimento e desenvolvimento do arroz vermelho superiores ao arroz cultivado conferem a planta daninha elevada habilidade competitiva (STRECK et al., 2008). Características fisiológicas como a rapidez de emergência e crescimento inicial são desejáveis, pois aceleram a ocupação do dossel e reduzem o potencial competitivo da planta daninha (NI et al., 2000). Cultivares que apresentam esta capacidade são alternativas para diminuir a redução da produtividade causada pelas plantas daninhas (BALBINOT Jr. et al., 2001).

A tolerância das culturas em manter a produtividade sob competição e a supressão das plantas daninhas são características que contribuem no manejo integrado das plantas daninhas, pois, para o incremento da habilidade competitiva, os efeitos dos fatores de competição devem ser isolados para a elaboração de estratégias de manejo ou alteração de processos fisiológicos das culturas (MEROTTO Jr. et al., 2002).

2.5.1 Competição por luz

A luz solar é essencial no rendimento das culturas de várias maneiras, pois origina a energia para o processo da fotossíntese (BALLARÉ e CASAL, 2000). Nos vegetais a luz fotossinteticamente ativa é absorvida pela clorofila na região do visível entre os comprimentos de onda entre 400 a 700 μm (VIDAL et al., 2010).

Por ser recurso crítico para as plantas, a competição por luz em povoamentos densos, reduz a irradiância podendo resultar em reduções no crescimento e produção de fotoassimilados (SCHMITT e WULFF, 1993). Dois componentes da luz afetam o

resultado da competição: a quantidade de luz que determina a fotossíntese no dossel e a qualidade da luz é um fator que refere-se a morfologia da planta (RAJCAN e SWANTON, 2001).

Após a emergência das plântulas, a competição por radiação fotossintética torna-se intensa quando a copa começa a fechar (BALLARÉ e CASAL, 2000). Em comunidade de cultura-planta daninha, o sombreamento mútuo das folhas provoca redução do fluxo de fótons, o que resulta em redução das taxas fotossintéticas, como consequência da condição, as características das plantas em comunidade são alteradas, quando comparado com a única cultura ou planta daninha dossel (RAJCAN e SWANTON, 2001).

A maximização da eficiência de uso da luz em comunidade pode aumentar o rendimento de grãos (ALMEIDA et al., 1998). A competição por luz ocorre entre indivíduos da espécie e as plantas daninhas da comunidade, e devido a sua interferência na parte aérea é mais importante que a competição por recursos presente no substrato (CASTRO e GARCIA, 1996).

A seleção de características como máxima capacidade de interceptação da luz, eficiente conversão da energia luminosa em energia química, adequada utilização da energia química na formação de compostos orgânicos e correto direcionamento destes compostos para os órgãos da planta de interesse econômico melhora o desempenho das plantas em comunidade o que poderá melhorar a produtividade das culturas (ALMEIDA et al., 1998).

A capacidade de poáceas fotossintetizar, se eleva com o aumento da luz até a luz plena, enquanto para as leguminosas se saturam de luz a aproximadamente 50%. Na cultura do arroz irrigado, a competição com plantas daninhas ocorre principalmente pelo recurso luz solar, assim, a alta capacidade de interceptar a radiação que incide no dossel é característica desejável às culturas sob esta condição (CASTRO e GARCIA, 1996).

Plantas que apresentam crescimento inicial acelerado e uniformidade na ocupação do dossel, possuem elevada capacidade de sombreamento precoce sobre as plantas daninhas (BALBINOT Jr. et al., 2001), pois no início do ciclo das culturas, a velocidade do crescimento está diretamente envolvida no aproveitamento da radiação solar (ALMEIDA et al., 1998) e o crescimento e desenvolvimento inicial está diretamente ligado a produtividade final das culturas (VENSKE et al., 2013). Sob competição por luz, plantas cultivadas de maior estatura reduzem a quantidade e a

qualidade da luz incidente sobre as plantas daninhas, estas, sofrem redução na taxa fotossintética e, conseqüentemente diminui o potencial de dano à cultura (BALBINOT Jr. et al., 2003). Estas características são fundamentais para se obter maior habilidade competitiva no início do ciclo (BALBINOT Jr. et al., 2001). Contudo a capacidade de sombreamento varia de acordo com a planta daninha presente na área (FLECK et al., 2003).

Plantas em condições de baixa luminosidade desenvolvem gradualmente a habilidade de crescer na sombra, ainda que vagorosamente, passam a respirar mais lentamente, reduzindo o seu ponto de compensação luminoso, fotossintetizando mais lentamente, como também, saturando-se com baixos índices de luminosidade, estas características são melhor adaptadas em plantas em estágio inicial (CASTRO; GARCIA, 1996). Sob competição por luz a morfologia das plantas apresenta dois padrões de crescimento, um considera que a planta daninha apresenta maior crescimento em altura com a finalidade de obter maior capacidade de interceptação da luz (RAJCAN e SWANTON, 2001) é o crescimento horizontal, no qual a planta busca melhor distribuição da área foliar.

Sob condições naturais, plantas que crescem abaixo ou dentro do dossel não são apenas expostas a quantidade reduzida de luz, mas também recebem a qualidade diferente do que plantas cultivadas em exposição direta (RAJCAN e SWANTON, 2001) devido à filtragem seletiva de comprimentos de onda azul e vermelho pela clorofila (SCHMITT e WULFF, 1993).

2.5.2 Alteração na Qualidade da Luz

A interferência negativa das plantas daninhas sobre a cultura inicia-se com a redução da qualidade da luz, antes mesmo de começar a competição por água, nutrientes ou quantidade da luz (BALLARÉ e CASAL, 2000). O efeito precoce de plantas daninhas pode ser mais curto do que aquele concebido na abordagem tradicional "período crítico", que considera apenas a competição por recursos limitados (RAJCAN e SWANTON, 2001) podendo causar prejuízos principalmente em elevados níveis de produtividade (MEROTTO Jr. et al., 2002; MEROTTO Jr. et al., 2009).

A presença de plantas em comunidade causa redução da qualidade da luz devido ao aumento da concentração da luz refletida no comprimento de onda

vermelho distante (730-740 nm) em comparação a luz na faixa do vermelho que é absorvida (660-670 nm) (BALLARÉ e CASAL, 2000; RAJCAN e SWANTON, 2001).

As plantas possuem a capacidade de detectar a alteração na qualidade da luz, e assim, ajustam-se morfológicamente para suprimir as demais, antes mesmo de ser sombreada e a quantidade tornar-se fator limitante. A chamada plasticidade adaptativa ocorre mesmo quando as plantas vizinhas são muito pequenas (RAJCAN et al., 2004), fazendo com que a planta desenvolva padrões de crescimento menos eficientes em resposta a estes estímulos (MEROTTO Jr. et al., 2009; RAJCAN e SWANTON, 2001; SCHMITT e WULFF, 1993; VIDAL et al., 2012).

Durante o início do ciclo de vida e sem a presença de plantas daninhas, a cultura poderá investir alta proporção de fotoassimilados para o desenvolvimento das raízes (VIDAL et al., 2012). Entretanto a redução da qualidade da luz promove alongamento da haste, folhas finas, entrenós alongados e raízes menores como tentativa de suprimir potenciais concorrentes e, assim, desenvolver características de evasão à sombra (RAJCAN e SWANTON, 2001). Segundo estes autores as culturas seriam menos competitivas do que as ervas daninhas, pois, são mais sensíveis aos efeitos inibitórios da qualidade luz ou também por apresentar menor capacidade para modificar a qualidade da luz refletida por suas copas que possa afetar o desenvolvimento de plantas daninhas. Contudo, as plantas daninhas estão normalmente em maiores densidades do que plantas cultivadas, o que potencialmente aumenta chances de afetar a qualidade da luz (MEROTTO Jr. et al., 2009).

O desenvolvimento de cultivares com baixa sensibilidade a baixa qualidade da luz, proporciona cultivares com maior habilidade competitiva com as plantas daninhas. O bom desenvolvimento inicial está diretamente relacionado ao rendimento de grãos (MEROTTO Jr. et al., 2009), pois, em condições de campo os possíveis benefícios incluem tolerância à limitação da água e elevado rendimento de colheita devido ao maior sistema de radicular desde o início do ciclo de vida das plantas cultivadas (VIDAL et al., 2012). Alterações de comportamento fotomorfogênico de plantas cultivadas pode ser realizada por técnicas convencionais de melhoramento (BALLARÉ e CASAL, 2000).

O uso de cultivares de porte elevado e que modifiquem a qualidade da luz pode ser também considerado fator de seleção de espécies que se desenvolvam na condição de competição (CASTRO e GARCIA, 1996). Culturas que apresentam estatura elevada reduzem a qualidade e a quantidade da luz incidente sobre as

plantas daninhas, neste sentido, a redução da taxa fotossintética destas diminui o dano potencial à cultura (BALBINOT Jr. et al., 2003). Portanto, novas estratégias para manejo de plantas daninhas exigem compreensão de todas as interações de luz dentro das comunidades de culturas, a fim de prever a interferência interespecífica e minimizar perdas de safra devido a plantas daninhas (MEROTTO Jr. et al., 2009).

2.5.3 Fitocromo

Algumas espécies reagem à competição por luz ativando mecanismos complexos para se adaptar ao novo ambiente (CASTRO e GARCIA, 1996). A percepção da variação da qualidade da luz acontece pela absorção de diferentes comprimentos de onda do espectro da luz fotossinteticamente ativa (MEROTTO Jr. et al., 2002).

Os sinais de luz são percebidos por fotorreceptores específicos de plantas, como fitocromos, criptocromos, fototropinas, que são pigmentos vegetais fotocromáticos, cuja função fundamental é detectar a alteração na qualidade da luz (BALLARÉ e CASAL, 2000; NAGY et al., 2001; RAJCAN e SWANTON, 2001). Eles detectam a luz que vai do vermelho ao vermelho extremo, encontrada entre 660 e 720 nm respectivamente (VIDAL et al., 2010).

Através destes pigmentos, as plantas detectam a relação vermelho/vermelho distante como indicador da competição pela luz fotossintética futura e assim, distribuem mais fotoassimilados para o desenvolvimento das folhas e caules, e menos para as raízes (BALLARÉ e CASAL, 2000; RAJCAN e SWANTON, 2001; VIDAL et al., 2010) esta habilidade é chamada de fotomorfogênese (VIDAL et al., 2012).

O fitocromo é um pigmento proteico importante no crescimento e desenvolvimento das plantas, sua principal função é regular a capacidade da planta a evitar o sombreamento, sendo que este resultado provavelmente ocorra com a interação de diversos reguladores de crescimento vegetal (VIDAL et al., 2010).

Regulação diferencial de compostos cujos níveis são afetados por sinais de qualidade de luz pode refletir diferente na susceptibilidade à concorrência em diferentes espécies (MEROTTO Jr. et al., 2009; RAJCAN e SWANTON, 2001). A relação vermelho/vermelho distante pode prever o resultado da interação planta daninha cultura, pois, estes processos têm implicações importantes para a compreensão da fisiologia do crescimento e desenvolvimento da cultura (BALLARÉ; CASAL, 2000).

Como resultado da percepção de possíveis competidoras, as plantas respondem principalmente com estiolamento do colmo e também na redução da emissão de ramificações e afilhos, este fenômeno pode ser chamado de “Shade avoidance syndrome” (síndrome de escape do sombreamento) ou inicialismo (VIDAL et al. 2010)

A qualidade da luz refletida pode ser diferente entre espécies de plantas daninhas e plantas cultivadas, podendo assim causar alteração na morfologia e nos prejuízos causados (MEROTTO Jr. et al., 2002). O desenvolvimento inicial de cultivares de arroz irrigado e biótipos de arroz vermelho é estimulado pela luz vermelha sob baixa temperatura, e inibida pela luz verde sob temperatura mais alta (VENSKE et al., 2013).

2.6 Raízes

As raízes das plantas têm funções importantes na absorção de água e nutrientes do meio, e desempenham papel de apoio e fixação das plantas (WANG et al., 2011). Entretanto as raízes são pouco estudadas, se comparadas com as outras partes da planta (AGOSTINETTO et al., 2001). De acordo com a competição por recursos que ficam abaixo do solo pode estimular maior aprofundamento do sistema radicular das espécies competidoras (CASTRO e GARCIA,1996).

A morfologia e o desenvolvimento radicular são determinados pela interação de elementos genéticos, hormônios e o ambiente (ALMEIDA et al., 2004). Como por exemplo, o resultado desta interação pode afetar a regulação fisiológica através de sinais de qualidade de luz (MEROTTO Jr. et al.,2009), influenciando na distribuição assimétrica de auxina para as raízes, fitormônio que desempenha papel importante no controle do tropismo, comprimento e desenvolvimento de raízes (WANG et al., 2011).

No arroz cultivado sob elevada população, a competição por nutrientes, principalmente nitrogênio, pode limitar a produtividade do arroz (BALBINOT Jr. et al., 2001). Nesta cultura as raízes seminais são as primeiras a surgir a partir de sementes após a germinação e são responsáveis pela absorção de água e de nutrientes durante estabelecimento das plântulas, a atividade destas raízes é considerada fator fundamental na determinação da taxa de crescimento (WANG et al., 2011). Portanto, a seleção de cultivares de arroz que mostram extenso crescimento radicular pode

aumentar significativamente a sua competitividade com as plantas daninhas (FOFANA e RAUBER,1999).

3. METODOLOGIA

Foi realizado um experimento em casa de vegetação na Universidade Federal do Pampa, Campus Itaqui durante os meses outubro e novembro de 2013, em delineamento inteiramente casualizado com 5 repetições. Os tratamentos foram arrançados em esquema fatorial 2x2x6, o fator A (cultivar IRGA 424 e o biótipo de arroz vermelho Q35B); fator B constituído em condições de competição por luz (com e sem arroz vermelho); e, fator C épocas de avaliação 0, 14, 21, 28, 35 dias após o transplante (DAT).

Para sua execução, primeiramente a cultivar IRGA 424 e o biótipo Q35B foram previamente semeados em câmaras de BOD (Biochemical Oxygen Demand), a 25°C. Aos sete dias após germinação, as plântulas foram transplantadas para copos de 400 mL contendo solução nutritiva de Hoagland e Arnon (HOAGLAND e ARNON, 1950) com 25% de força iônica. As doses de solução-estoque por litro de solução nutritiva foram 1,5 mL de KNO_3 1,5 molar, 1 mL de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 1 molar, 1 mL de MgSO_4 0,5 molar, 0,25 mL de $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ 0,5 molar e 1,1 mL de solução Fe-EDTA. A troca da solução nutritiva ocorreu semanalmente e, sempre que necessário, o volume dos copos foi completado com água destilada. Não foi realizada a aeração da solução nutritiva durante o período experimental. As plântulas foram fixadas utilizando-se discos de isopor, com 10 mm de espessura, e com mesmo diâmetro interno da parte superior dos copos. Os copos foram fixados ao solo em vasos de 8 litros mantidos no mesmo do solo. Nos tratamentos com competição havia população de 75 plantas de arroz vermelho (conforme ilustrado na Figura 1) estabelecidas 5 dias antes do transplante, irrigados diariamente com 400 mL de água.

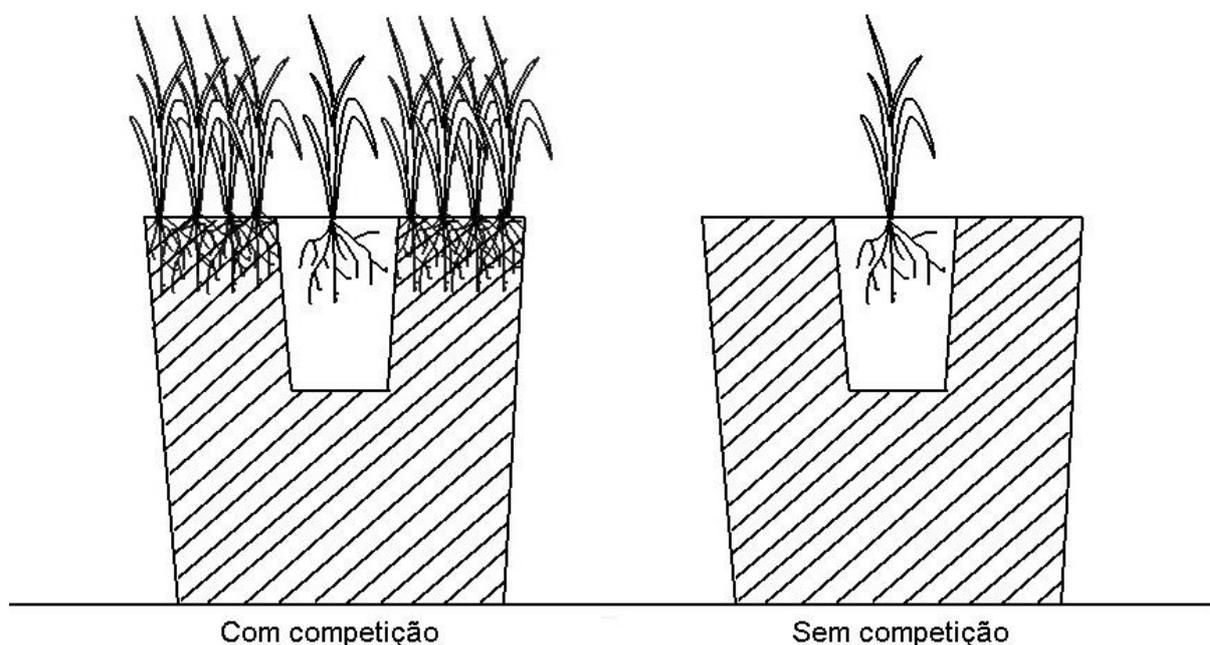


Figura 1- Ilustração de como foram compostos a condição de competição por luz.

Em todas as épocas de avaliação foram coletados os dados de comprimento da raiz e parte aérea com o uso de régua graduada. Os dados de área, diâmetro, comprimento e número de pontas das raízes foram obtidos pelo método digital onde as raízes foram digitalizadas em scanner, e as imagens foram processadas no Adobe Photoshop Elements 3 e convertidas em formato compatível ao programa Delta-T Scan Root Analysis System que realizava as mensurações. Para a obtenção da matéria seca, a raiz e a parte aérea foram colocadas separadamente em estufas de circulação forçada de ar até atingirem massa constante para pesagem em balança de precisão. Posteriormente, os dados coletados foram submetidos à análise de variância ($p \leq 0,05$) e as médias foram comparadas pelo teste de Fischer ($p \leq 0,05$).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve interação para os fatores cultivar/biótipo x condição de competição para a variável número de pontas de raiz (Tabela 1), e condição de competição x época para as variáveis área, perímetro, comprimento e número de pontas de raiz (Figura 2). Para a variável comprimento de raiz houve interação entre os fatores cultivar/biótipo x época de avaliação (Figura 3). Já, para a variável matéria massa seca

de raiz houve interação entre os fatores condição de competição x época de avaliação (Figura 4). Não houve interação dupla, entretanto o fator cultivar/biótipo foi significativo a 5% pelo teste de Fischer para as variáveis comprimento perímetro e área (Tabela 2).

Já para a parte aérea houve interação entre cultivar/biótipo x época de avaliação para os para a variável comprimento (Figura 5). Já para massa seca da parte aérea raiz houve interação entre os fatores condição de competição x época de avaliação (Figura 6).

A competição entre plantas é dependente tanto de características que envolvem a morfologia de parte aérea da planta para a captação da luz, como do sistema radicular para a absorção de água e nutrientes (VIDAL et al., 2010). Para os resultados obtidos deve-se levar em conta que o crescimento inicial está diretamente ligado ao aproveitamento da luz no dossel, sendo o subperíodo onde ocorre a menor absorção da luz incidente (ALMEIDA et al., 1998). E o crescimento inicial lento é devido à baixa velocidade de divisão e alongação celular (BALBINOT Jr et al., 2001).

O biótipo Q35B e a cultivar IRGA 424 apresentaram menor número de pontas de raiz em condição de competição (Tabela 1). O biótipo Q35B foi quem apresentou maior valor em comparação com a cultivar IRGA 424, quando em competição.

Tabela 1 - Número de pontas de raiz de arroz cultivado e arroz vermelho, em função de condições de competição. Itaqui-RS, 2014

Cultivar/biótipo	Com competição ^{1/}	Sem competição
Q35B	185,57 a B	224,11 a A
IRGA 424	123,88 b B	229,35 a A
CV (%)	32,71	

^{1/} Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Fischer a 5% de probabilidade.

Para as variáveis comprimento, perímetro e área houve diferença apenas para o fator cultivar/biótipo (Tabela 2). O biótipo de arroz vermelho Q35B destacou-se por apresentar valores superiores para estas variáveis em comparação a cultivar IRGA 424.

Tabela 2 - Comprimento (cm), perímetro (cm) e área (mm²) de raízes de biótipo de arroz vermelho e cultivar de arroz cultivado. Itaqui-RS, 2014

Cultivar/biótipo	Comprimento (cm) ^{1/}	Perímetro (cm)	Área (mm ²)
Q35B	37,94 a	79,94 a	46,53 a
IRGA 424	33,23 b	70,06 b	40,05 b
CV (%)	28,78	25,57	28,34

^{1/} Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Fischer a 5% de probabilidade.

Para as variáveis morfológicas do sistema radicular comprimento, perímetro e área superiores do arroz vermelho (Tabela 2), pode-se atribuir que certas espécies durante o desenvolvimento possuem considerável adaptação à sombra, embora ainda existam limitações genéticas ao aumento desta adaptação (CASTRO e GARCIA, 1998). Comportamento que talvez tenha sido ignorado durante processos de seleção no melhoramento genético do arroz cultivado e que possa propiciar maior habilidade competitiva contra plantas daninhas. Venske et al. (2013) avaliando o desenvolvimento inicial de plântulas de arroz cultivado e vermelho, perceberam que biótipo de arroz vermelho possui maiores variáveis morfológicas do que o arroz cultivado, acentuando em condições de redução da luminosidade. Pode-se também atribuir esses resultados a maior habilidade competitiva do biótipo de arroz vermelho, que também apresentou maior número de pontas na condição de competição, em contrapartida quando a cultivar IRGA 424 estava sem esta condição, expressou maiores valores nesta variável.

No processamento digital de imagem (DPI) durante as duas primeiras épocas não houve diferença entre o biótipo Q35B e a cultivar IRGA 424, no entanto, a partir dos 21 DAT a condição de competição apresentou valores superiores para as variáveis área de raiz, perímetro de raiz, comprimento de raiz e número de pontas de raiz.

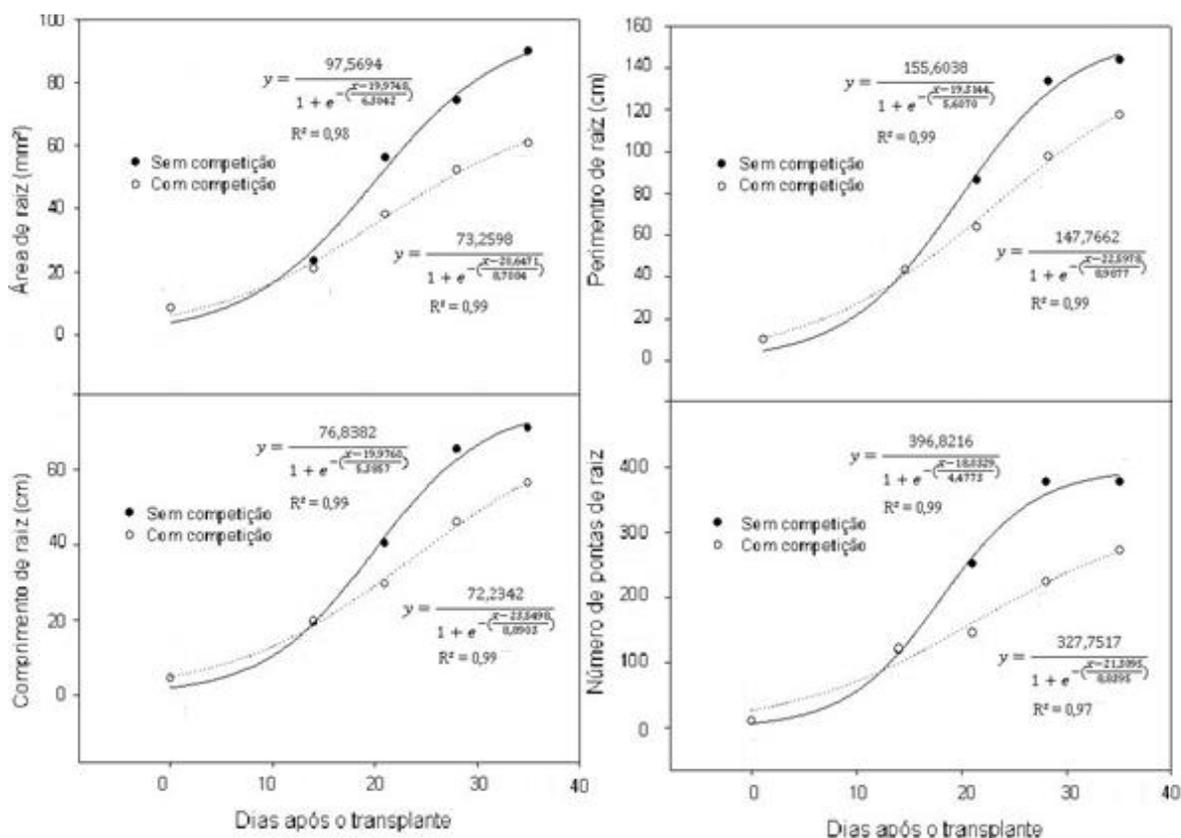


Figura 2 - Área (mm²), comprimento (cm), perímetro (cm) e número de pontas de raízes de plântulas de arroz cultivado e arroz vermelho em competição por luz.

O crescimento das plantas apresenta comportamento sigmoidal, com o início do crescimento lento e aumenta até atingir um platô e então estabiliza (BALBINOT Jr. et al., 2001), comportamento semelhante ao encontrado no crescimento inicial das raízes de arroz cultivado e vermelho no experimento. Entretanto, aos 21 DAT a condição de competição reduziu o crescimento e desenvolvimento das raízes de arroz vermelho e arroz cultivado, fato este que pode ser explicado como gasto energético ineficiente apresentado pelas plantas que estavam competindo pela qualidade da luz e/ou pela diminuição da fotossíntese.

Não houve diferença significativa para o comprimento, número de pontas e perímetro entre 28 e 35 DAT para plantas que não estavam competindo. Essa diferença encontrada no modelo de regressão sigmoidal, pode ser justificada pois, as plantas que não se encontravam em comunidade o crescimento tendeu-se a estabilizar mais cedo do que o plantas na condição oposta.

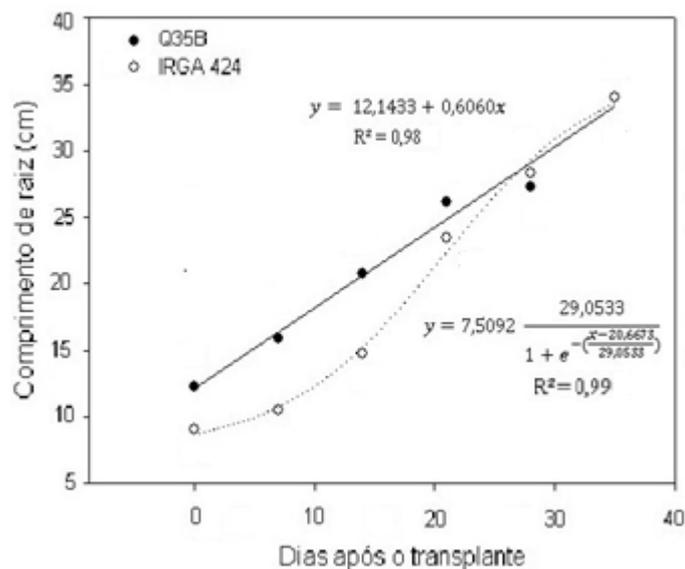


Figura 3 - Comprimento do sistema radicular de plântulas de arroz cultivado e arroz vermelho.

Sabe-se que na competição por água e nutrientes, as plantas tendem a investir no crescimento de raízes na busca destes recursos (VIDAL et al., 2010), entretanto esta condição não foi disponibilizada.

Para o comprimento da raiz houve diferença entre o arroz vermelho e arroz cultivado (Figura 3), demonstrado a heterogeneidade da espécie. Diferentes cultivares arroz irrigado apresentam crescimento inicial e velocidade de emergência distintos, sendo assim diferentes habilidades competitivas (BALBINOT Jr. e t al., 2001). O fato das raízes de arroz vermelho apresentarem rápido crescimento durante os primeiros 21 DAT (Figura 3), como também comprimento, perímetro e área pelo método digital (Tabela 2) pode-se deduzir que o arroz vermelho Q35B apresentar maior habilidade competitiva do que a cultivar IRGA 424.

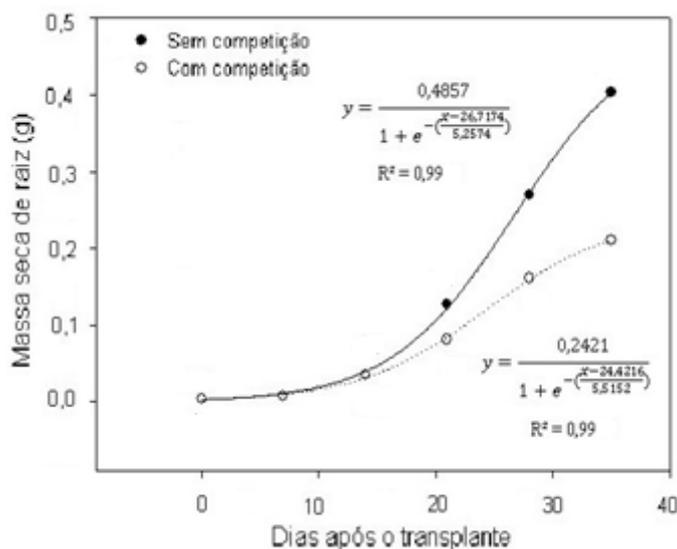


Figura 4 – Matéria seca de raízes de plântulas de arroz cultivado e de arroz vermelho sob competição por luz.

Para a matéria seca da raiz (MSR) observou-se que a competição reduziu o acúmulo de MSR a partir dos 21 dias sob competição (Figura 4). A velocidade do crescimento inicial da planta pode ser expressa na velocidade de acúmulo de fitomassa (BALBINOT Jr et al., 2001). A condição de competição por luz por 35 dias reduziu em 47,85 % a MSR do arroz cultivado e do biótipo de arroz vermelho (Figura 4). Juntamente com as variáveis computacionais de número de pontas 27,68%, perímetro 18,3%, área 32,33% e comprimento 20,71% (Figura 2), justificando o fato da distribuição irregular dos fotoassimilados, uma vez que para o comprimento da raiz na régua a diferença não foi significativa (Figura 3). Assim acredita-se que a competição por luz provocou o mesmo alongamento da raiz, em contrapartida o sistema radicular não expressou seu potencial ideal.

A estatura da planta é importante em condições de competição, pois permite maior acesso à luz pela cultura e evita o sombreamento (VIDAL et al., 2010). Para a parte aérea, o biótipo Q35B apresentou estatura superior a cultivar IRGA 424 desde o transplante, apresentando modelo crescimento linear no decorrer do tempo independentemente da condição de competição, em contrapartida o arroz cultivado apresentou crescimento lento, chegando representar aos 35 DAT 51,54% da estatura do biótipo daninho (Figura 5). Entretanto durante o experimento percebeu-se que a cultivar moderna investiu mais fotoassimilados na emissão de afilhos (dados não avaliados) fato este que apesar de apresentarem tamanha discrepância nesta

interação cultivar/biótipo x época de avaliação, não houve diferença para a matéria seca para estes fatores.

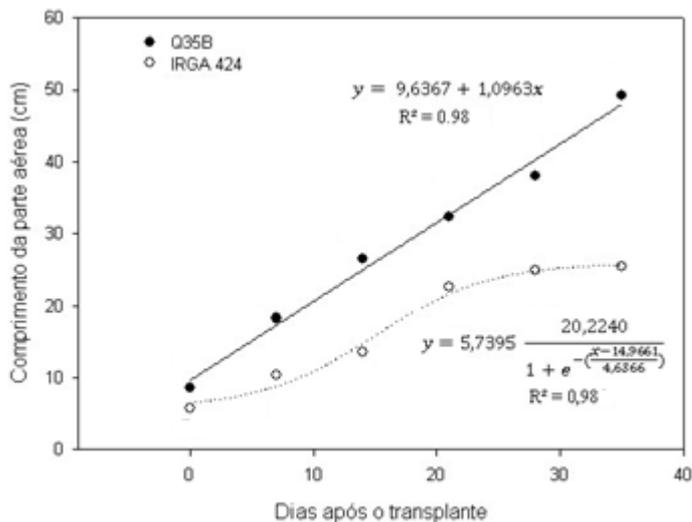


Figura 5 - Comprimento da parte aérea de plântulas de arroz cultivado e arroz vermelho.

O aumento da capacidade da planta em conviver em comunidade se dá pelo crescimento inicial vigoroso, que permite rápido fechamento do dossel, aliado ao tempo para acumular matéria seca. (ALMEIDA et al., 1998).

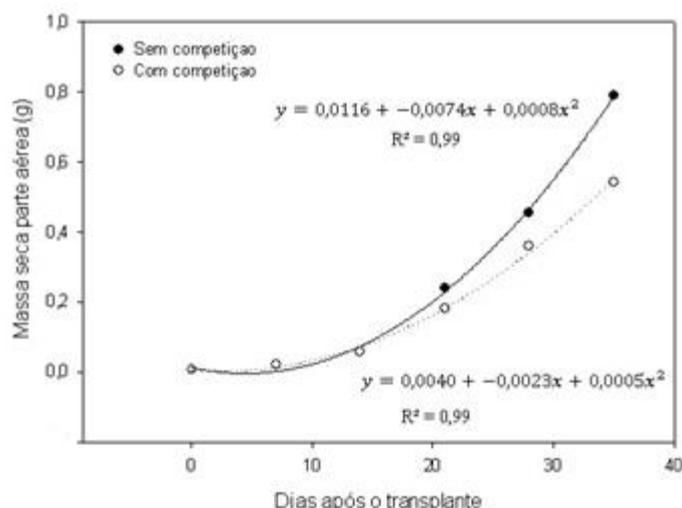


Figura 6 – Matéria seca da parte aérea de plântulas de arroz cultivado e de arroz vermelho sob competição por luz.

Devido a elevada estatura e área foliar apresenta parâmetros morfológicos que favorecem o potencial competitivo por estes recursos em relação ao arroz cultivado

(FLECK et al., 2008; NOHATTO et al., 2012). A quantidade de biomassa vegetal constitui-se em um importante atributo para avaliar o seu crescimento, como também a sua habilidade competitiva (VIDAL, et al., 2010).

A condição de competição reduziu a matéria seca da parte aérea (MSPA) do biótipo e do cultivar a partir dos 28 DAT (Figura 6), comportamento semelhante ao apresentado pelo sistema radicular. Entretanto aos 35 DAT a competição por luz havia reduzido em 31,43 % a MSPA contra 47% para a raiz.

Dados que corroboram aos encontrados por Venske et al. (2013) em que a baixa luminosidade resultou em plantas daninhas e cultivadas com maior comprimento da parte aérea, os autores atribuem esse resultado a partição dos fotoassimilados de forma preferencial para a parte aérea. Merotto Jr. et al. (2002) perceberam que o efeito restritivo da qualidade da luz diminuiu a matéria seca do arroz aos 15 dias após a emergência, atrasou o estágio de desenvolvimento do colmo principal e restringiu a emissão de afilhos.

Estresses sofridos durante o desenvolvimento das plantas, podem alterar a quantidade de matéria acumulada pelos vegetais (VIDAL et al., 2010). O alongamento de parte aérea em pouca luminosidade é uma resposta de fuga desta condição (TAIZ e ZIEGLER, 2004), como em situação de sombreamento por outras plantas, e no ambiente natural pode ser considerado importante para a sobrevivência, como ocorre para o arroz vermelho, entretanto, para as culturas, a estatura elevada das plantas tem implicações negativas sobre a produtividade, como elevado gasto energético em crescimento vegetativo e, em estádios mais avançados acamamento (VENSKE et al., 2013).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A competição por luz reduz área, perímetro, comprimento e número de pontas de raiz do biótipo arroz vermelho Q35B e do arroz cultivado IRGA 424 a partir dos 21 DAT. Essa condição também reduz a matéria seca da parte aérea e do sistema radicular a partir dos 28 DAT.

O biótipo de arroz vermelho sofre menor interferência a competição por luz, podendo assim ser mais competitivo por apresentar maior comprimento, perímetro e área da raiz, maior parte aérea a partir dos 28 DAT e crescimento inicial da raiz superior ao do cultivar.

6. REFERÊNCIAS

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

ALMEIDA et al. Tiller emission and dry mass accumulation of wheat cultivars under stress. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.61, n.3, p.226-270, 2004.

ALMEIDA, M. L.; MUNDSTOCK, C. M.; SANGOI, L. Conceito de ideotipo e seu uso no aumento do rendimento potencial de cereais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.28, n.2, p.325-332, 1998.

BALBINOT Jr., A. A. et al. Velocidade de emergência e crescimento inicial de cultivares de arroz irrigado influenciando a competitividade com as plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, v.19, n.3, p.305-316, 2001.

BALBINOT Jr., A. A. et al. Competitividade de cultivares de arroz irrigado com cultivar simuladora de arroz-vermelho. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.38, n.1, p.53-59, 2003.

BALLARÉ; CASAL. BALLARÉ, C. L.; CASAL, J. J. Light signals perceived by crop and weed plants. **Field Crops Research**, Buenos Aires, v. 67, n. 2, p. 149-160, 2000.

CASTRO, C. R. T.; GARCIA, R. Competição entre plantas com ênfase no recurso luz. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.26, n.1, p.167-174, 1996.

CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento) - Disponível em:

<<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=2>>. Acesso em: 24 mar. 2014.

CHAUHAN, B. S. Phenotypic plasticity of Blistering Ammannia (*Ammannia baccifera*) in competition with direct-seeded rice. **Weed Technology**, Champaign, v.28, n.2, p.373-377, 2013.

- FLECK, N.G. et al. Interferência de plantas concorrentes em arroz irrigado modificada por métodos culturais. **Planta Daninha**, Viçosa, v.22, n.1, p.19-28, 2004
- 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
- FOFANA B.; RAUBER R. Weed suppression ability of upland rice under low-input conditions in West Africa. **Weed Research**, Goettingen, v. 40, 271-280, 2000
- HOAGLAND, D.R.; ARNON, D.I. **The water culture method for growing plants without soils**. Berkeley: California Agricultural Experimental Station, 347p., 1950.
- 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
- MALUF, A. M. Interferência interespecífica entre *Amaranthus hybridus* L. e *Amaranthus viridis* L.. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.34, n.5, p.723-732, maio 1999
- 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, 2002
- MEROTTO JR., A. et al. Perspectives for using light quality knowledge as an advanced ecophysiological weed management tool. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 407-419, 2009.
- NI, H. et al. *Oryza sativa* plant traits conferring competitive ability against weeds. **Weed Science**, Champaign, v.48, n.2, p.200-204, 2000.

NOHATTO, M. A. et al. Respostas fisiológicas e metabólicas em arroz sob competição com arroz-vermelho, Foz de Iguaçu. **Resumos...** XXVIII CBCPD, 2012. p. 121-125.

NOLDIN, J.A.; CHANDLER, J.M.; McCAULEY, G.N.. Seed longevity of red rice ecotypes buried in soil. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 24, n. 4, p. 611-620, 2006

OTTIS B. V. et al. Rice yield and quality as affected by cultivar and red rice (*Oryza sativa*) density. **Weed Science**, Champaign, v. 53, 2005. 499-504

RAJCAN I.; SWANTON C. L. Understanding maize-weed competition – resource competition, light quality and the whole plant. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 71, n. 2, p. 139-150, 2001.

RAJCAN, I.; CHANDLER, K. J.; SWANTON, C. J. Redfar- red ratio of reflected light: a hypothesis of why early season weed control is important in corn. **Weed Science**, Champaign, v. 52, p. 774-778, 2004.

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

Schmitt J.; Wulff Renata D. light Spectral Quality, Phytochrome and Plant Competition. **Tree Physiology**, Victoria, v. 8, p. 47-51, 1993.

SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO (SOSBAI). **Arroz Irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Itajaí, SC: SOSBAI, 2012. 179 p.

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 of Seed Science**, Londrina, v.35, n.4, p.510-518, 2013

VIDAL, R.A. et al. **Interação negativa entre plantas: inicialismo, alelopaita e competição**. Porto Alegre, 2010. p. 132.

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

WANG, S.-J.; Ho C.-H.; Chen, H.-Wen. Rice develop wavy seminal roots in response to light stimulus. **Plant Cell Reports**, Dordrecht, v. 30, p. 1747–1758, 2011

7. APÊNDICE

7.1 Fotografias da instalação do experimento



- A- Suporte de isopor com plântula de arroz cultivado
- B- Recipiente com solução nutritiva e suporte de isopor com arroz cultivado
- C- Vista superior da condição de competição por luz com arroz vermelho
- D- Vista Lateral da condição sem competição por luz.