

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

**ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE GENÓTIPOS DE ARROZ
IRRIGADO NA FRONTEIRA OESTE DO RIO GRANDE DO SUL**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Cirineu Tolfo Bandeira

**Itaqui, RS, Brasil
2015**

CIRINEU TOLFO BANDEIRA

**ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE GENÓTIPOS DE ARROZ
IRRIGADO NA FRONTEIRA OESTE DO RIO GRANDE DO SUL**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Graduação
em Agronomia da Universidade
Federal do Pampa (UNIPAMPA),
como requisito parcial para obtenção
do grau de **Engenheiro Agrônomo**.

Orientador: Prof. Dr. Guilherme Ribeiro

Itaqui, RS, Brasil
2015

CIRINEU TOLFO BANDEIRA

**ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE GENÓTIPOS DE ARROZ
IRRIGADO NA FRONTEIRA OESTE DO RIO GRANDE DO SUL**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Graduação
em Agronomia da Universidade
Federal do Pampa (UNIPAMPA),
como requisito parcial para obtenção
do grau de **Engenheiro Agrônomo**.

Trabalho de conclusão de curso defendido e aprovado em: 03 de Julho de
2015.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Guilherme Ribeiro
Orientador
Curso de Agronomia - UNIPAMPA

Prof. Dr. Marcos Toebe
Curso de Agronomia - UNIPAMPA

Prof. Dr. Cleber Maus Alberto
Curso de Agronomia - UNIPAMPA

Dedico este trabalho aos meus amados pais, Silvio e Cleudi, as minhas irmãs, Adriana e Andressa, e a minha namorada, Sabrina, pelo incentivo, amor e compreensão, sendo fontes inesgotáveis de apoio e inspiração durante o período graduação.

AGRADECIMENTOS

A Deus e a todos que me acompanham e me protegem em todos os momentos.

Aos meus pais Silvio e Cleudi, vocês são o meu exemplo de dignidade e de força de vontade, os responsáveis pela minha formação e caráter, sou eternamente grato, eu amo vocês. As minhas irmãs, Adriana e Andressa que mesmo distantes sempre me deram muita força, me apoiando sempre.

A minha namorada, Sabrina, pela compreensão, companheirismo e amizade, sempre ajudando no que for preciso.

A Universidade Federal do Pampa pela oportunidade de cursar um ensino superior.

Ao Prof. Dr. Guilherme Ribeiro, pela paciência, orientação, transmissão de conhecimento e pelo apoio para que eu realizasse o trabalho de conclusão de curso, além de um mestre, um amigo.

Aos professores do curso, minha gratidão pela transmissão de conhecimento durante o período da graduação. Em especial os professores Marcos Toebe e Lucina Zago Ethur, atual tutor e antiga tutora, respectivamente, do PET AGRO, pelo companheirismo, orientações e conselhos.

Aos colegas, Mitiel, Geter, Sabrina, Claudia, Joseani, Anderson, Vinicius e Fernando, que de uma forma ou outra contribuíram para a realização do trabalho de conclusão do curso e pela amizade construída.

As tias da limpeza, que sempre com um sorriso no rosto mantiveram e mantêm a universidade limpa, deixando um ambiente agradável para a realização das aulas e experimentos nos laboratórios. Em especial a Dona Sandra, pela amizade, pelos cafés e lanches.

Aos agrônomos Edgar e Rodrigo e aos funcionários terceirizados responsáveis pela área experimental, pela ajuda, amizade e companheirismo.

RESUMO

Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de arroz irrigado na Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul

O objetivo do trabalho foi avaliar a adaptabilidade e a estabilidade de genótipos de arroz irrigado em diferentes datas de semeadura e anos de cultivo, bem como identificar os melhores genótipos e épocas de semeadura que maximizem os ganhos produtividade. O experimento foi conduzido em esquema fatorial 6 x 5, sendo seis datas de semeadura e cinco genótipo de arroz irrigado. Cada data de semeadura apresenta o delineamento de blocos casualizados, com três repetições. As unidades experimentais foram constituídas de cinco linhas de cinco metros de comprimento, tendo como área útil as três linhas centrais. Os genótipos utilizados foram: Guri Inta CL, Puitá Inta CL, Prime CL, QM 1010 CL e P.C. CL, este último um híbrido pré-comercial. Para avaliação da adaptabilidade e estabilidade foi utilizado o modelo proposto por Cruz, Torres & Vencovsky (1989) e para a obtenção dos parâmetros foi utilizado o programa estatístico GENES. O genótipo mais produtivo na média geral das datas de semeadura foi o híbrido pré-comercial, com 10,7 ton ha⁻¹ e a maior média de produção de grãos dos genótipos ocorreu na data de 16/10/13, apresentando média geral dos genótipos de 12,4 ton ha⁻¹. A análise de adaptabilidade e estabilidade indicaram quatro datas de semeadura favoráveis e duas desfavoráveis para a produtividade de arroz. Também houve diferenças de comportamento entre os genótipos nos ambientes favoráveis e desfavoráveis, mostrando a influência das datas de semeadura e de ano de produção. Semeadura no segundo decêndio de outubro apresentaram maiores produções de arroz e o híbrido pré-comercial apresentou comportamento estável e produção de grãos elevadas.

Palavras-chave: *Oryza sativa*, produtividade, híbridos, genótipo x ambiente.

ABSTRACT

Adaptability and stability of rice genotypes in different sowing times

The objective is to evaluate the adaptability and stability of rice genotypes at different times of sowing and years of cultivation, as well as identify the best genotypes and sowing dates that maximize performance gains. The experiment was conducted in a factorial 6 x 5, six dates of sowing and five rice genotype. Each sowing date presents a randomized block design with three replications. The plots with each genotype consisted of five lines spaced 0.17 meters from each other, with five meters long, with the floor area the three centerlines. The genotypes used were two conventional cultivars, Guri Inta CL, PUITA Inta CL, and three hybrids, Prime CL, CL QM 1010 and PC CL, the latter a pre-commercial hybrid. Cultural practices have always been carried out as required, using the proper management and recommended for culture. To evaluate the adaptability and stability we used the model proposed by Cruz, Torres & Vencovsky (1989) and to obtain the parameters we used the GENES statistical program. The most productive genotype in the general average of sowing dates was the pre-commercial hybrid, with 10.7 ton ha⁻¹ and the highest average of genotypes of grain production occurred on the date of 16/10/13, with overall average genotype 12.4 ton ha⁻¹. Adaptability and stability analysis indicated four favorable sowing dates and two unfavorable for rice yield. There were also differences in behavior between genotypes in favorable and unfavorable environments, showing the influence of sowing and year of production dates. Sowing in the second ten days of October showed higher productions and pre-commercial hybrid had higher prediction, stable performance and high grain production.

Keywords: *Oryza sativa*, productivity, hybrid, genotype – environment interaction

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Análise de variância conjunta em relação à produtividade de genótipos de arroz irrigado (G) em diferentes datas de semeadura (DS), Itaqui, RS.	15
Tabela 2: Produtividade de grãos de arroz irrigado (ton ha ⁻¹) de genótipos semeados em diferentes datas de semeadura em dois anos de cultivo (2013/14 e 2014/15), Itaqui, RS.....	16
Tabela 3: Médias dos ambientes (kg ha ⁻¹), índices ambientais (A _i) e tipo de ambiente obtido utilizando o método de Cruz et al. (1989) para produtividade de genótipos de arroz irrigado, Itaqui, RS.	17
Tabela 4: Estimativa dos coeficientes de β_1 e β_2 de genótipos de arroz utilizando o método de Cruz et al. (1989), para produtividade de grãos (kg ha ⁻¹) em diferentes datas de semeadura em dois anos de cultivo de arroz irrigado, Itaqui, RS.	18

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	09
2 MATERIAL E MÉTODOS	13
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
4 CONCLUSÃO	20
5 REFERÊNCIAS	21

1 INTRODUÇÃO

A região Sul do Brasil apresenta uma área de 6,8 milhões de hectares constituída por solos hidromórficos, destes, 80% está localizado no Estado do Rio Grande do Sul e são cultivados, predominantemente, por arroz irrigado (GOMES & MAGALHÃES JR, 2004). Segundo SOSBAI (2014), as áreas de arroz irrigado apresentam um potencial para terem um uso mais intensivo, principalmente no Rio Grande do Sul. Este estado possui cerca de 5,4 milhões de hectares de terras baixas e, destas, somente três milhões são utilizados para o cultivo de arroz irrigado. Anualmente, cultiva-se cerca de um milhão com a cultura, o restante, é utilizado para pousio ou utilizado na pecuária extensiva.

A cultura do arroz desempenha um importante papel no setor econômico no Rio Grande do Sul, já que o mesmo é responsável por 68,8% da produção nacional deste cereal, alcançando uma média de produção de 7.700 kg ha⁻¹, média esta, superior a nacional (CONAB, 2015).

Elevadas produções são alcançadas com o emprego de um manejo correto para a cultura, o uso de genótipos com elevado potencial produtivo e o emprego de tecnologias no cultivo. Quanto mais correto for o manejo e o emprego das tecnologias, menores serão as variações de produção, uma vez que a resposta dos genótipos é altamente influenciada pelo desempenho destes frente os diferentes ambientes, como ano de cultivo e época de semeadura, além das condições meteorológicas destes ambientes.

Para a obtenção de elevadas produtividades de grãos e com alta qualidade industrial na cultura do arroz irrigado, é necessário escolher a melhor época de semeadura, pois permite que a planta supere as condições meteorológicas adversas (SOSBAI, 2014). As semeaduras realizadas fora do período recomendado expõem as plantas a menor taxa de radiação solar e a baixas temperaturas do ar durante a fase reprodutiva, o que reflete em menores produtividades de grãos (MENEZES et al., 2004). Já a maior disponibilidade de radiação solar resulta em maior eficiência de uso do nitrogênio, respondendo assim, às adubações nitrogenadas (SOSBAI, 2014).

Segundo o zoneamento agroclimático da cultura do arroz irrigado a época recomendada para implantação da cultura na Fronteira Oeste do Rio

Grande do Sul é de início de setembro até a primeira quinzena de dezembro (SOSBAI, 2014). Dentro desse período, a época de semeadura deve ser definida em função da probabilidade de ocorrência de temperaturas baixas durante a fase reprodutiva, a maior disponibilidade de radiação solar na fase reprodutiva e o genótipo que vai ser semeado. Segundo a SOSBAI, (2014) os genótipos de ciclo tardio devem ser semeados no início do período recomendado e as de ciclo precoce devem ser semeadas somente em alguns casos, como, em áreas com maior risco de previsão de enchentes no final do verão, quando o produtor deseja escalonar a época de colheita, como auxílio no controle de arroz daninho realizando a colheita antes que o mesmo complete seu ciclo. Já genótipos de ciclo médio, devem ser semeados no período ideal de semeadura, uma vez que estes apresentam, de modo geral, no Rio Grande do Sul, melhores produtividades (SOSBAI, 2014). Contudo, muitas vezes o produtor não respeita esses critérios e, estando o solo preparado e friável, com condições meteorológicas favoráveis ele realiza a semeadura, mesmo estando o solo com temperatura baixa, influenciando dessa forma, a germinação das sementes, a velocidade de emergência das plântulas e o estande final de plantas.

A resposta de cada genótipo frente às condições e ambientes diversos é diferenciada. Nesse sentido, a recomendação de genótipos mais produtivos e adaptados aos ambientes, são objetivos básicos dos programas de melhoramento genético de qualquer espécie cultivada (CARGNIN et al., 2006; CARGNIN et al., 2008). Porém, o desempenho dos genótipos é altamente influenciado pelos diferentes ambientes (ano, local, época de semeadura), contudo, a decisão de indicar com exatidão os genótipos é dificultada pela ocorrência da interação genótipos x ambientes (CARVALHO et al., 2002).

A existência da interação genótipos x ambientes (G x A), para Cruz & Carneiro (2006), está associada a dois fatores. O primeiro, denominado simples, é proporcionado pela diferença entre genótipos; o segundo, denominado complexo, é dado pela ausência de correlação entre os genótipos. A interação genótipos x ambientes reduz a correlação entre o fenótipo e o genótipo. A baixa correlação indica que o genótipo superior em um ambiente, normalmente, não terá o mesmo desempenho em outro ambiente. Assim a

seleção com base no componente da interação $G \times A$ pode eliminar constituições genéticas altamente ajustadas a ambientes específicos.

Estudos de interação genótipos \times ambientes, para Cruz et al. (2004), apesar de serem de grande importância para o melhoramento, não proporcionam informações pormenorizadas sobre o comportamento de cada genótipo frente às variações ambientais. Para isso realizam-se análises de adaptabilidade e estabilidade, pelas quais é possível a identificação de genótipos com comportamento previsível e que sejam responsivos as variações ambientais.

As metodologias de análise de adaptabilidade e estabilidade destinam-se na avaliação de um grupo de genótipos, testados em diferentes ambientes, empregadas quando ocorrerem interações genótipos \times ambientes significativas. Portanto, esse procedimento é complementar ao da análise de variância individual e conjunta dos dados experimentais dos ensaios realizados em diferentes ambientes (CARGNIN et al., 2008).

Atualmente há várias metodologias para a análise de adaptabilidade e estabilidade de genótipos testados em uma série de ambientes. A escolha de um método de análise depende dos dados experimentais, principalmente os relacionados com o número de ambientes disponíveis, da precisão requerida e do tipo de informação desejada (CRUZ et al., 2004). Segundo Cruz e Carneiro (2006), para avaliação da adaptabilidade e estabilidade, destacam-se os métodos baseados na variância da interação $G \times A$, como o de Plaisted e Peterson (1959) e Wricke (1962), na regressão linear simples, como o de Finlay e Wilkinson (1963) e Eberhart e Russell (1966), na regressão múltipla, como o de Verma et al. (1978), Silva e Barreto (1985) e Cruz et al. (1989), e a análise não paramétrica, como a de Huenh (1990), Lin e Binns (1988), Hernandez et al. (1993), Carneiro (1998) e Toler (1990). Segundo Polizel (2013) podemos ainda ter métodos multivariados, como a ACP, e métodos que integram a análise comum de variância com a análise de componentes principais, como é o caso da análise de AMMI.

Segundo Cruz e Carneiro (2006), o método proposto por Cruz, Torres e Vencovsky (1989) é uma extensão da metodologia proposta por Silva e Barreto (1985), operacionalmente mais simples e com propriedades estatísticas mais adequadas aos propósitos do melhoramento. O método apresenta estimativas

não-correlacionadas dos coeficientes de regressão e os mesmos conceitos de adaptabilidade e estabilidade de Verma, Chahal e Murty (1978).

Nesse sentido, o objetivo do trabalho foi avaliar a adaptabilidade e a estabilidade de genótipos de arroz irrigado em diferentes datas de semeadura e anos de cultivo, bem como identificar os melhores genótipos e épocas de semeadura que maximizem os ganhos de produtividade de grãos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram instalados nas safras 2013/14 e 2014/15, sendo o primeiro conduzido na área experimental da Universidade Federal do Pampa - Campus de Itaqui, com localização aproximada de latitude 29°09'22"S e longitude 56°33'16"W, e o segundo ano foi conduzido na área experimental do Sindicato Rural de Itaqui e Maçambará, com localização aproximada de latitude 29°09'50"S e longitude 56°33'09"W. Ambos os locais estão localizados no município de Itaqui, no oeste do Rio Grande do Sul e apresenta clima Cfa, segundo a classificação climática de Köppen, que significa subtropical com verões quentes e sem estação seca definida (WREGGE et al., 2011) e cultivado em solo classificado como Plintossolo Háplico (EMBRAPA 2006).

O experimento foi conduzido em esquema fatorial 6 x 5, sendo seis datas de semeadura e cinco genótipo de arroz irrigado. Cada data de semeadura apresenta o delineamento de blocos casualizados, com três repetições. As parcelas com cada genótipo foi constituídas por cinco linhas espaçadas 0,17 metros entre si, com cinco metros de comprimento, tendo como área útil as três linhas centrais

A semeadura ocorreu de forma mecanizada no primeiro ano de cultivo e no segundo ano a semeadura foi realizada de forma manual. Em ambos os anos foram semeados cinco genótipos de arroz, sendo dois deles cultivares convencionais, Guri Inta CL e Puitá Inta CL, e três cultivares híbridas, Prime CL, QM 1010 CL e P.C. CL, este último, um híbrido pré-comercial da Bayer®. A densidade de semeadura utilizada foi a recomendada para cada genótipo, sendo 100 kg ha⁻¹ de sementes para as cultivares convencionais e de 40 kg ha⁻¹ de sementes para os híbridos. Estes genótipos foram semeados em datas diferentes, sendo que no primeiro ano as semeaduras ocorreram nas dias 01/10/13; 16/10/13 e 01/11/13 e no segundo ano, as datas de semeadura foram 01/10/14; 15/10/14 e 03/11/14.

A adubação utilizada seguiu as recomendações técnicas para a cultura e com base nos resultados da análise do solo. A aplicação de nitrogênio em cobertura ocorreu utilizando a ureia como fonte deste nutriente e aplicada, dividindo sua dose em duas aplicações, a primeira quando as plantas apresentavam-se em estágio V₃/V₄ e a segunda quando as plantas

apresentavam-se em estágio V_6/V_8 . Logo após a primeira aplicação da ureia, ocorreu a entrada de água, formando uma lâmina sobre o solo e mantida durante todo o ciclo da cultura.

O controle de plantas daninhas foi realizado, sempre que necessário, com a aplicação de herbicidas recomendados para a cultura. A aplicação de inseticida foi realizada quando havia a presença de insetos e o ataque destes atingia os níveis de danos econômicos para a cultura. Não foi realizada a aplicação de fungicidas em nenhum dos anos de condução do experimento.

A colheita foi realizada de forma manual, quando a umidade dos grãos estava entre 20 a 23% de umidade. A trilha foi realizada com o auxílio de uma trilhadeira motorizada. Após a remoção das impurezas, determinada a umidade dos grãos e pesada a amostra de cada parcela, foi calculado o rendimento de grãos com 13% de umidade através da fórmula: quebra de umidade = $((\text{umidade da amostra} - \text{umidade final desejada}) * 100) / (100 - \text{umidade final desejada})$.

Para avaliação da adaptabilidade e estabilidade foi utilizado o modelo proposto por Cruz, Torres & Vencovsky (1989), baseado na análise de regressão bissegmentada e tem como parâmetros de adaptabilidade, a média (β_{0i}) e a resposta linear aos ambientes desfavoráveis (β_{1i}) e aos ambientes favoráveis ($\beta_{1i} + \beta_{2i}$). A estabilidade dos genótipos é avaliada pelo desvio da regressão $\sigma_{\delta i}^2$ de cada cultivar, em função das variações ambientais. Um genótipo desejável, por essa metodologia, é aquele que apresentasse alta média de produção, baixo β_{1i} (inferior a um), $\beta_{1i} + \beta_{2i}$ maior que um, e $\sigma_{\delta i}^2$ próximos a zero. Para obtenção dos parâmetros foi utilizado o programa estatístico GENES (CRUZ, 2013).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os efeitos de genótipos, de época de semeadura e da interação entre estes dois fatores foram significativos, indicando que a produtividade dos genótipos de arroz irrigado é influenciada pela época de semeadura (Tabela 1). Portanto, buscar genótipos superiores avaliando apenas um ambiente ou uma época de semeadura é ineficiente, uma vez que são vários os fatores que influenciam esta interação. Isso indica que genótipos apresentam respostas diferenciadas, quando submetidos a ambientes distintos, uma vez que há participação dos efeitos de ambiente na expressão dos genótipos (CARGNIN et al, 2006). O coeficiente de variação da análise conjunta da produtividade de grãos de arroz irrigado foi de 16,17%, indicando, assim, uma precisão média nos ensaios conduzidos (LUCIO et al., 1999).

Tabela 1: Análise de variância conjunta em relação à produtividade de genótipos de arroz irrigado (G) em diferentes datas de semeadura (DS), Itaqui, RS.

Fonte de variação	GL	QM
Bloco	2	4141552,23
Genótipo (G)	4	14177673,71**
Datas de Semeadura (DS)	5	83321088,08**
G x DS	20	4468906,48*
Resíduo	58	2275474,36
CV (%)		16,17

* e ** Significativo a 1 e 5% de probabilidade de erro pelo teste F, respectivamente.

Comparando os dados de produção nas diferentes épocas, percebe-se que a época seis (data de semeadura de 03/11/14) obteve menores produções para todos os genótipos (Tabela 2) e que de modo geral, as médias de produtividade dos genótipos nas semeaduras realizadas no ano de 2014/15 foram menores que as do ano de 2013/14. Isso pode ser explicado pelo fato de que o ano de 2014/15 teve mais dias nublados e chuvosos, disponibilizando menores quantidades de radiação, afetando assim a produção. Segundo Steinmetz et al., (2013), os fatores que mais influenciam a produtividade de grão de arroz irrigado, para cultivares de ciclo precoce é a radiação solar global

média da emergência até a diferenciação da panícula e a temperatura mínima do ar ocorrida do início da floração até a maturação dos grãos. Já para as cultivares de ciclo médio, a radiação solar global média ocorrida da diferenciação da panícula até o início da floração, além da temperatura mínima do ar ocorrida do início da floração até a maturação dos grãos.

Tabela 2: Produtividade de grãos de arroz irrigado (ton ha^{-1}) de genótipos semeados em diferentes datas de semeadura em dois anos de cultivo (2013/14 e 2014/15), Itaqui, RS.

Genótipos	2013/14			2014/15			Médias
	01/10	16/10	01/11	01/10	15/10	03/11	
Guri Inta CL	9,6aB ¹	11,8aA	8,0bB	7,6bB	8,3bB	4,4aC	8,3
Puitá Inta CL	8,3aA	11,6aA	9,0bA	9,2aA	9,9bA	4,9aB	8,8
Prime CL	9,3aA	12,7aA	10,3bA	6,5bB	10,7bA	7,1aB	9,4
QM 1010 CL	10,3aB	12,9aA	12,7aA	5,6bC	9,5bB	5,4aC	9,4
P.C. CL	10,0aB	12,9aA	12,4aA	9,6aB	12,9aA	6,3aC	10,7
Média	9,5	12,4	10,5	7,7	10,2	5,6	9,3

¹Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não se diferem estatisticamente pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade de erro.

Nenhum genótipo apresentou produtividade de grãos elevada em todas as datas de semeadura. Destaca-se o genótipo Puitá Inta CL que, estatisticamente sua produção se manteve igual em cinco datas de semeadura, com exceção da data de semeadura de 03/11/2014, onde todos os genótipos obtiveram médias baixas de produtividade de grãos. Por outro lado, o genótipo P.C. CL obteve boa produtividade de grãos em todas as datas de semeadura e a maior produção média entre os genótipos, ficando com uma média geral de $10,7 \text{ ton ha}^{-1}$. Na média geral, o genótipo Guri Inta CL apresentou a menor média de produtividade de grãos, com $8,3 \text{ ton ha}^{-1}$, mas, ainda ficou acima da média estadual, que é de $7,7 \text{ ton ha}^{-1}$ (CONAB, 2015).

Os genótipos Guri Inta CL e Puitá Inta CL, pertencentes as cultivares convencionais obtiveram médias gerais de produção de grãos menores que os genótipos híbridos Prime CL, QM 1010 CL e P.C. CL. A produção de grãos superior dos híbridos frente a cultivares convencionais pode ser explicado pelos mesmos explorarem a heterose ou vigor híbrido, tornando-os, genótipos

com elevado potencial produtivo. Segundo Coimbra et al. (2006), o arroz híbrido normalmente manifesta uma produtividade de grãos de 20-30% superior as cultivares convencionais, devido a um maior vigor no tamanho da panícula e no número de grãos por panícula.

A produção de grãos dos genótipos nas datas 01/10/13, 16/10/13 e 03/11/14 não se diferiram estatisticamente entre elas. Na data 01/11/13, os genótipos QM 1010 CL e P.C. CL obtiveram produção de grãos superior, diferindo-se estatisticamente das demais. Os genótipos Puitá Inta CL e P.C. CL diferiram-se estatisticamente das demais, com produção mais elevada na data de 01/10/14 e, já na data 15/10/14, o genótipo P.C. CL se destacou, tendo a maior média de produção de grãos entre os genótipos.

Na semeadura na data de 16/10/13, a produção de grãos é superior as demais em termos de produção média de grãos dos genótipos, com média de 12,4 ton ha⁻¹ e as datas 01/11/13 e 15/10/14 obtiveram rendimentos próximos, 10,5 e 10,2 ton ha⁻¹, respectivamente (Tabela 2). O modelo de Cruz et al. (1989) utiliza um modelo linear bissegmentado em uma única equação. O genótipo ideal é aquele com média elevada, alta estabilidade, pouco sensível às condições adversas dos ambientes desfavoráveis e capaz de responder satisfatoriamente a melhoria das condições ambientais (POLIZEL et al., 2013). A análise de adaptabilidade e a estabilidade fenotípica indicou índices ambientais desfavoráveis para as épocas quatro e seis para o rendimento de grãos dos genótipos favoráveis para as demais épocas (Tabela 3).

Tabela 3: Médias dos ambientes (kg ha⁻¹), índices ambientais (A_j) e tipo de ambiente obtido utilizando o método de Cruz et al. (1989) para produtividade de genótipos de arroz irrigado, Itaqui, RS.

Ambiente	Média	Índice (A_j)	Tipo
Data 01/10/13	9505,00	176,02	Favorável
Data 16/10/13	12374,47	3045,49	Favorável
Data 01/11/13	10501,20	1172,22	Favorável
Data 01/10/14	7695,75	-1633,22	Desfavorável
Data 15/10/14	10252,62	923,64	Favorável
Data 03/11/14	5644,81	-3684,16	Desfavorável

A produção de arroz sofre influência da variável ano, uma vez que para o ano de 2013 todas as datas de semeadura foram favoráveis e, já no ano de 2014, duas datas de semeadura foram desfavoráveis para a produção de arroz irrigado, sendo favorável somente a data 15/10/14.

Pelo método de Cruz et al., (1989), o valor de β_1 do genótipo Puitá Inta CL foi menor que um, indicando que este genótipo produz bem em ambientes desfavoráveis. O contrário ocorre com o genótipo QM 1010 CL o valores de β_1 do genótipo foi maior que um supondo que estes genótipos não mantiveram o rendimento em condições adversas (Tabela 4). Além disso, como os estimadores de parâmetros $\beta_1 + \beta_2$ desses genótipos não foi significativos, supõe-se que esses genótipos foram pouco responsivos aos ambientes favoráveis. Vale salientar que o genótipo QM 1010, em condições desfavoráveis teve uma redução drástica de produção, a metade aproximadamente, do que quando em ambiente favorável, indicando que é um genótipo muito responsivo a melhoria do ambiente (Tabela 4).

Tabela 4: Estimativa dos coeficientes de β_1 e β_2 de genótipos de arroz utilizando o método de Cruz et al. (1989), para produtividade de grãos (kg ha^{-1}) em diferentes datas de semeadura em dois anos de cultivo de arroz irrigado, Itaqui, RS.

Genótipos	Médias dos ambientes			Parâmetros de adaptabilidade e estabilidade				
	Geral	Favoráveis	Desfavoráveis	β_1	β_2	$\beta_1 + \beta_2$	$\sigma_{\delta_i}^2$ ($\times 10^6$)	R^2 (%)
Guri Inta CL	8300,53	9434,55	6032,48	0,918 ^{ns}	0,111	1,029 ^{ns}	5,24*	82,31
Puitá Inta CL	8821,49	9691,79	7080,88	0,784*	0,301	1,085 ^{ns}	4,59*	81,00
Prime CL	9432,89	10758,29	6782,10	0,880 ^{ns}	0,266	1,146 ^{ns}	3,45 ^{ns}	87,38
QM 1010	9412,84	11362,90	5512,71	1,340*	-0,358	0,982 ^{ns}	8,00*	85,23
P.C. CL	10677,13	12044,07	7943,23	1,077 ^{ns}	-0,321	0,757 ^{ns}	3,68 ^{ns}	88,92

^{ns} não significativo e * significativo a 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Para os genótipos Guri Inta CL, Prime Inta CL e P.C. CL os valores de β_1 não foram diferentes de um, supondo que estes genótipos mantiveram a produção mesmo em condições adversas (Tabela 4). Porém estes genótipos foram poucos responsivos aos ambientes favoráveis. Mesmo com essas características o genótipo P.C CL obteve a maior média geral de produção de grãos, mostrando ser um genótipo com elevado potencial produtivo.

Os genótipos Prime CL e P.C. CL, obtiveram valores de $\sigma_{\delta_i}^2$ não significativo, indicando que estes genótipos são estáveis quando em diferentes ambientes, enquanto os demais genótipos apresentara-se de forma não estáveis. A estabilidade aliada a médias elevadas de produção é uma característica desejada, uma vez que se pode ter uma garantia de produção mesmo sabendo que o ano de cultivo não ofereça as condições ideais para o desenvolvimento da cultura. Contudo, a indicação destes genótipos pelo grau de previsibilidade ou imprevisibilidade não deve ser comprometida, pois o R^2 esteve acima de 80% para todos os genótipos.

4 CONCLUSÃO

O genótipo Puitá Inta CL mantêm o rendimento em condições adversas e o genótipo QM 1010 não mantêm o rendimento em condições adversas.

Os genótipos Prime CL e P.C. CL apresentaram comportamento estável, aliados a média elevada de produtividade.

O genótipo P.C CL possui a maior predição alta, estável, pouco responsivo aos ambientes desfavoráveis e favoráveis, porém possui uma média de produção elevada em ambos os ambientes.

As datas de semeadura no segundo decêndio de outubro mostraram-se mais produtivas nos anos de cultivo.

5 REFERÊNCIAS

CARGNIN, A.; SOUZA, M. A.; CARNEIRO, P. C. S.; SOFIATTI, V. Interação genótipo x ambiente e implicações em ganhos com seleção em trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n.6, p. 987-993, 2006.

CARGNIN, A.; SOUZA, M. A.; PIMENTEL, A. J. B.; FOGAÇA, C. M. Interação genótipo x ambientes e implicações na adaptabilidade e estabilidade de arroz de sequeiro. **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas, v.14, n. 3-4, p. 49-57, 2008.

CARVALHO, C. G. P.; ARIAS, C. A. A.; TOLEDO, J. F. F; ALMEIDA, L. A.; KIIHLS, R. A. S.; OLIVEIRA, M. F. Interação genótipo x ambiente no desempenho produtivo da soja no Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 7, p 989-1000, 2002.

COIMBRA, J. L. M.; OLIVEIRA, A. C.; CARVALHO, F. I. F.; MAGALHÃES JUNIOR, A. M.; FAGUNDES, P. R. P.; KOPP, M. M. Heterose em arroz híbrido. **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas, v.12, n.3, p. 257-264, 2006.

CONAB. Acompanhamento da safra brasileira de grãos, v. 2 - Safra 2014/15, n. 9 - Nono levantamento, 2015. Disponível em www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_06_11_09_00_38_boletim_graos_junho_2015.pdf>. Acesso em 15/06/2015.

CRUZ, C. D. GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 35, n. 3, p. 271-276, 2013.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P .C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. v.2, 2 ed. rev. Viçosa: Editora UFV, 2006. 585 p.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P .C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. v.1, 3 ed. Viçosa: Editora UFV, 2004. 480 p.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 2006. 306p

GOMES, A.S.; MAGALHÃES JR., A.M. **Arroz irrigado no Sul do Brasil**. Brasília: Embrapa-Informação Tecnológica. 2004. 899p.

LÚCIO, A.D.; STORCK, L.; BANZATTO, D.A. Classificação dos experimentos de competição de cultivares quanto a sua precisão. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v.5, p.99-103, 1999.

MENEZES, V.G.; MACEDO, V.R.M.; ANGHINONI, I. **Projeto 10: estratégias de manejo para o aumento de produtividade, competitividade e sustentabilidade da lavoura de arroz irrigado no RS**. Cachoeirinha: IRGA, 2004. 32p.

POLIZEL, A. C.; JULIATTI, F. C.; HAMAWAKI, O. T.; HAMAWAKI, R. L.; GUIMARÃES, S. L. Adaptabilidade e estabilidade fenotípica de genótipos de soja no estado do Mato Grosso. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.29, n.4, p.910-920, 2013.

SOSBAI. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado. Santa Maria, 2014

STEINMETZ, S.; DEIBLER, A. N.; SILVA, J. B. Estimativa da produtividade de arroz irrigado em função da radiação solar global e da temperatura mínima do ar. **Ciência Rural**, v.43, n.2, 2013.

WREGGE, M. S. et. al. **Atlas climático da Região Sul do Brasil**: Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Colombo: Embrapa Florestas, 2011. 336p.