

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS**  
**Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade**



**Dissertação**

**População de plantas, períodos de interferência e controle  
de capim-arroz na cultura do arroz.**

**Edna Almeida de Souza**

Pelotas, 2017

**EDNA ALMEIDA DE SOUZA**

**População de plantas, períodos de interferência e controle de capim-arroz na cultura do arroz.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Fitossanidade (área do conhecimento: Herbologia).

Orientador: Dr. Dirceu Agostinetto

Coorientador: Dr. André Andres

Pelotas, 2017

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas  
Catalogação na Publicação

S719p Souza, Edna Almeida de

População de plantas, períodos de interferência e controle de capim-arroz na cultura do arroz. / Edna Almeida de Souza ; Dirceu Agostinetto, orientador ; André Andres, coorientador. — Pelotas, 2017.

72 f. : il.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2017.

1. Oryza sativa. 2. Interferência. 3. Métodos de controle. I. Agostinetto, Dirceu, orient. II. Andres, André, coorient. III. Título.

CDD : 632

**Banca examinadora:**

---

Eng. Agr. Dr. Geri Eduardo Meneghello

---

Eng. Agr. Dr. Paulo Fagundes

---

Eng. Agr. Dr. André Andres

---

Eng. Agr. Dr. Dirceu Agostinetto  
(Orientador)

Aos meus pais, Ana Maria e Édio;

**OFEREÇO E DEDICO**

***“Há momentos de calma... E há momentos agitados, decisivos, em que a boa intenção não basta. É quando a vida nos cobra coragem, arrojo, criatividade e um inabalável espírito de luta”.***

**Mitchel Pimentel**

## **Agradecimentos**

A Deus que permitiu estes momentos de lutas e vitórias.

Aos meus pais, Édio Gonçalves de Souza e Ana Maria Almeida de Souza pela dedicação incondicional à minha educação, por acreditarem que os meus sonhos são seus sonhos, por terem compreendido com aperto no peito todos os momentos de saudades, meu eterno agradecimento.

A meu namorado Vitor Macedo, pela imensurável ajuda, incentivo e paciência nos momentos de angústia, por confiar em minha capacidade quando para mim por vezes tudo era vago, por ter compreendido todos os momentos que lhe privei da minha companhia, por toda atenção a mim dedicada.

As minhas amigas lindas Ana Valéria Macedo, Josana Macedo, Claudia Oliveira, Jéssica Garcia Rodrigues, Lais Tessari Perboni, Bruna Wally Nornberg, Daniela Tessaro e Daniela Jacobsen por estarem comigo nessa caminhada, pelo ombro amigo, pela torcida, pelas longas conversas, pelos conselhos, apoio e incentivo que sempre encontrei em vocês.

Ao professor Dirceu Agostinetti, que além de oferecer a orientação, me proporcionou ensinamentos de vida, confiança, amizade, por não ter desistido de mim quando tudo parecia perdido e pela grande oportunidade de crescimento profissional.

Aos meus colegas e amigos Alcimar Mazon, Andres, Andressa Pitol, Bruno Moncks, Cristiano Piasecki, Diego Fraga, Fernanda Caratti, Francisco Goulart, Jonas Rodrigo Henckes, Joanei Cechin, Juliano Gazola, Maicon Schmitz, Nixon Westendorff, Queli Ruchel e Renan Zandoná pela amizade, incentivo, auxílio na execução dos trabalhos e pelos momentos de convívio.

Aos estagiários e bolsistas: Jonas Mathias Schmidt, Jonathan Torchelsen, José Vitor Silva, Joao Goebel, Pedro Dias, Roberto Avila Neto, Thiago Raphaelli pela amizade e auxílio na execução dos experimentos.

Ao Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade pela oportunidade de realização do mestrado e aos professores que contribuíram para minha formação, pelos ensinamentos transmitidos.

A Embrapa clima temperado, ao Dr. André Andres pela coorientação, por disponibilizar os recursos para que se realizasse os experimentos e também agradecimento aos estagiários da embrapa por toda ajuda.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão da bolsa de mestrado.

A todos que de alguma forma contribuíram para que esse sonho se tornasse realidade.

Muito obrigada!



## Resumo

SOUZA, Edna Almeida de. **Densidades de semeadura, períodos de interferência e controle de capim-arroz na cultura do arroz**, 2017. 72f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

O arranjo espacial de plantas de arroz, principal manejo para o estabelecimento inicial da cultura, juntamente com a escolha das cultivares e densidades de semeadura podem influenciar na emissão de afilhos e componentes de produtividade. Outro fator fundamental para que se obtenha produtividades desejadas consiste no manejo das plantas daninhas considerando o Período Anterior a Interferência (PAI), onde a planta cultivada pode conviver com a planta daninha sem que haja danos econômicos a cultura. O controle químico de plantas daninhas consiste no método mais utilizado, devido sua praticidade e eficiência. Os objetivos da pesquisa foram: investigar a emissão de afilhos e componentes de produtividade nas cultivares BRS Pampa, LPCL e BRS Pampeira em diferentes densidades de semeadura; estimar o PAI com a mistura dos herbicidas cialofope-butílico+penoxsulam e cialofope-butílico; e, avaliar o controle de capim-arroz com aplicação de herbicidas-emergentes. Como resultados verificou-se que a maior MSPA de colmos principais e afilhos foi obtida quando utilizou-se a densidade  $100 \text{ kg ha}^{-1}$ , sendo a cultivar LPCL, a que produz maior MSPA de afilhos, maior número de grãos cheios e total por panícula. A produtividade não foi alterada quando se utilizou densidades superiores a  $80 \text{ kg ha}^{-1}$ . A presença de plantas daninhas competindo pelos recursos do meio afetou negativamente a produtividade de arroz para todas as épocas em que houve competição por período superior a 28 DAE, apontando que o PAI, para controle com a mistura cialofope-butílico+penoxsulam é de 14 DAE, e para controle com cialofope-butílico aos 29 DAE. O controle indicado para a cultura do arroz é a mistura de cialofope-butílico+penoxsulam, pois proporcionou maior produtividade. Os herbicidas imazapir+imazapique, pendimetalina, clomazona e oxifluorfem causaram fitotoxicidades a cultura do arroz. Na aplicação em ponto de agulha, os herbicidas ocasionaram maior fitotoxicidade quando comparadas a aplicação plante e aplique. Os herbicidas clomazona, imazapir+imazapique e quincloraque apresentaram os melhores índices de controle. As melhores produtividades encontraram-se nos tratamentos com clomazona em SVP e imazapir+imazapique ou quincloraque no CAP.

Palavras Chave: *Oryza sativa*. População de plantas. Interferência. Métodos de controle.

## Abstract

SOUZA, Edna Almeida de. **Sowing densities, periods of interference and barnyard grass control in rice**, 2014. 72f. Master of Science - Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

Spatial pattern of rice, main initial management for crop establishment, together with the choice of cultivars and seeding densities can influence rice tiller emission and productivity components. Another fundamental factor to obtain higher yields is weed management considering Period Before Weed Interference (PBI), where the crop can live with the weed without any economic damage to the crop. Weed chemical control is the most used method due practicality and efficiency. The main of the research were: evaluated rice tiller emission and yield components in BRS Pampa, LPCL and BRS Pampeira at different sowing densities; PAI estimate with cialofope-butyl+penoxsulam and cialopope-butyl herbicides; and evaluate the barnyard grass control with application of emergent herbicides. It was verified that the highest MSPA of culm and rice tiller was obtained when used density  $100 \text{ kg ha}^{-1}$ , where LPCL, which produces higher tiller MSPA, higher number of full and total grains by panicle. Yield grain was not affected when densities were higher than  $80 \text{ kg ha}^{-1}$ . Weeds affected negatively rice yield for all periods in which there was competition for a period longer than 28 DAE, indicating that the PAI for control with the cialofopo-butyl + penoxsulam is 14 DAE, and to control with cyhalofop-butyl at 29 DAE. Cialofope-butílico + penoxsulam provide efficient weed control and higher rice yield. Imazapir + imazapique, pendimethalin, clomazone and oxyfluorfen caused phytotoxicities to rice crop. Herbicide application in needle point caused higher phytotoxicity when compared to the application plant and apply. Clomazone, imazapir + imazapique and quincloraque provide the better control. Higher yields were found in clomazone treatments in SVP and imazapir + imazapique or quincloraque in CAP.

Key words: *Oryza sativa*. Plant population. Interference. Control methods.

## Lista de Tabelas

Tabela 1	Massa seca de parte aérea de colmos principais (MSPA) de arroz (g planta <sup>-1</sup> ) em função de diferentes cultivares e densidades de semeadura aos 20 e 35 DAE. Capão do Leão/RS, 2017.....	25
Tabela 2	Massa seca de parte aérea (MSPA) de colmos principais de arroz (g planta <sup>-1</sup> ), em diferentes densidades de semeadura aos 50 DAE. Capão do Leão/RS, 2017.....	26
Tabela 3	Massa seca de parte aérea (MSPA) de afilhos de plantas de arroz (g afilho <sup>-1</sup> ), em diferentes densidades de semeadura aos 50 DAE. Capão do Leão/RS, 2017.....	27
Tabela 4	Massa seca de parte aérea (MSPA) de afilhos de plantas de arroz (g afilho <sup>-1</sup> ) em diferentes cultivares e densidades de semeadura aos 50 DAE. Capão do Leão/RS, 2017.....	28
Tabela 5	Número de grãos por panícula em diferentes densidades de semeadura de cultivares de arroz. Capão do Leão/RS, 2017.....	29
Tabela 6	Produtividade de arroz em kg ha <sup>-1</sup> em diferentes densidades de semeadura. Capão do Leão/RS, 2017 .....	31
Tabela 7	Acúmulo de massa seca (g m <sup>-2</sup> ) da parte aérea (MSPA) de plantas de arroz e capim-arroz em função dos períodos de emergência (DAE) que a planta daninha conviveu com a cultura. Capão do Leão/RS, 2015.....	38
Tabela 8	Estatura (cm) de plantas de arroz em função dos períodos após emergência da cultura (DAE). Capão do Leão/RS, 2015.....	39

Tabela 9	Número de grãos cheios por panícula (NGC) e peso de mil grãos (g) (PMG) da cultura do arroz em função dos períodos de controle de <i>Echinochloa</i> spp. Capão do Leão/RS, 2015 .....	39
Tabela 10	Produtividade de arroz (kg ha <sup>-1</sup> ) em função da aplicação de herbicidas em diferentes períodos. Capão do Leão/RS, 2015.....	41
Tabela 11	Relação de herbicidas e respectivas doses utilizadas nos tratamentos. EAA-IRGA, Cachoeirinha/RS, 2017.....	47
Tabela 12	Fitotoxicidade a cultura do arroz em função de manejos de cultivo e aplicação de herbicidas pré-emergentes, aos 15 DAT. Santa Vitória do Palmar/RS, 2017.....	50
Tabela 13	Fitotoxicidade a cultura do arroz em função de aplicação de herbicidas pré-emergentes, aos 21 DAT. Santa Vitória do Palmar/RS, 2017.....	50
Tabela 14	Controle de capim-arroz aos 15 e 21 DAT, em função de aplicações de herbicidas pré-emergentes na cultura do arroz irrigado. Santa Vitória do Palmar/RS, 2017.....	51
Tabela 15	Produtividade de grãos de arroz em função de aplicações de herbicidas pré-emergentes na cultura do arroz irrigado em Santa Vitória do Palmar. Santa Vitória do Palmar/RS, 2017 .....	52
Tabela 16	Fitotoxicidade a cultura do arroz em função de manejos de cultivo e aplicação de herbicidas pré-emergentes, aos 15 e 21 DAT. Capão do Leão/RS, 2017.....	54
Tabela 17	Controle de capim-arroz aos 15 DAT, em função de diferentes modos de aplicações de herbicidas pré-emergentes na cultura do arroz irrigado. Capão do Leão/RS, 2017.....	55
Tabela 18	Produtividade de grãos de arroz em função de aplicações de herbicidas pré-emergentes na cultura do arroz irrigado em Capão do Leão. Capão do Leão/RS, 2017.....	55

### **Lista de figuras**

- Figura 1 Definição do período anterior a interferência (PAI), para os tratamentos cialofope-butílico+penoxsulam (círculo cheio) e para cialofope-butílico (círculo vazio), no controle de plantas daninhas na cultura do arroz irrigado, com base na produtividade de grãos. Capão do Leão/RS..... 43
- Figura 2 Dados climáticos de dezembro de 2016 a março de 2017 e Pelotas/RS. Capão do Leão/RS..... 71

## Sumário

1 Introdução.....	14
2 Capítulo I - Influência da densidade de semeadura no estabelecimento de cultivares de arroz irrigado .....	20
2.1 Introdução.....	20
2.2 Material e Métodos.....	22
2.3 Resultados e Discussão.....	24
2.4 Conclusões.....	32
3 Capítulo II - Determinação do período anterior à interferência (PAI) e previsão da perda de produtividade de grãos em função de diferentes controles de <i>Echinochloa</i> spp. na cultura do arroz.....	33
3.1 Introdução.....	33
3.2 Material e Métodos.....	35
3.3 Resultados e Discussão.....	37
3.4 Conclusões.....	44
4 Capítulo III - Controle de capim-arroz com herbicidas pré-emergentes em diferentes localidades do Estado do Rio Grande do Sul.....	45
4.1 Introdução.....	45
4.2 Material e Métodos.....	47
4.3 Resultados e Discussão.....	48
4.4 Conclusões.....	55
5 Conclusões.....	56
6 Referências.....	57
Vita.....	72

## 1 INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) é o principal alimento para a maioria da população mundial, constituindo-se, juntamente com o trigo e o milho, no alimento mais produzidos no mundo (FAO, 2017). O Brasil apresenta-se como um dos principais produtores, produzindo cerca de 13 milhões de toneladas, onde o Rio Grande do Sul atualmente é o estado maior produtor, sendo responsável por 68% da produção nacional (CONAB, 2015). A lavoura de arroz irrigado no RS é considerada estabilizadora da safra nacional deste cereal, pois representa 3,1% do Produto Interno Bruto (PIB) (CONAB, 2010).

Esse cereal é caracterizado uma planta Liliopsida, pertencente à família Poaceae, subfamília Oryzoideae, tribo Oryzeae e gênero *Oryza*, o qual possui cerca de 20 espécies conhecidas (CONAB, 2015). Caracteriza-se por apresentar plantas anuais eretas, hidrófilas e com espiguetas bissexuadas com glumas rudimentares que permanecem presas no pedicelo (BOLDRINI et al., 2005).

Classificada no grupo de plantas com sistema fotossintético C3, e adaptada ao ambiente aquático, podendo ser cultivada tanto em solo submerso como em solos bem drenados (GOMES; AZAMBUJA, 2003). O ciclo de desenvolvimento de gramíneas da emergência até a maturação fisiológica pode ser dividido em duas fases: fase vegetativa e fase reprodutiva. A fase vegetativa pode ser considerada da emergência até o aparecimento do colar da folha bandeira ou da emergência até o aparecimento da inflorescência ou antese, e a fase reprodutiva inicia no final da fase vegetativa e se estender até a maturação fisiológica ou iniciar na diferenciação da estrutura reprodutiva e terminar na maturação fisiológica (COUNCE et al., 2000; STRECK et al., 2003).

Quando a fase vegetativa é longa, permite à planta produzir maior área foliar durante um período mais longo, o que contribui para aumentar as reservas de

fotoassimilados no colmo, que poderão ser translocados para o enchimento de grãos. Já, fases reprodutivas longas permitirão a planta um tempo maior de translocação de fotoassimilados para enchimento dos grãos (BOSCO, 2006).

A planta de arroz, após seu estabelecimento inicial, inicia o processo de diferenciação foliar, formando uma folha em cada nó, de forma alternada no colmo. Na quinta semana de desenvolvimento, todas as folhas já estão diferenciadas, mas ainda não visíveis externamente, sendo que o número total de folhas por planta varia com o ciclo da cultivar e época de semeadura (SOSBAI, 2014).

Os afilhos são considerados unidade modular de crescimento das Poaceae, formados por sequência de fitômeros, um acima do outro, em diferentes estádios de desenvolvimento, interligados pelos tecidos que formam o entrenó e surgem dos nós do colmo em ordem alternada (HODGSON, 1990). A emissão dos afilhos ocorre quando a quarta folha do colmo principal está com o colar formado, ocorrendo aproximadamente na terceira semana após a emergência. O processo de afilhamento pode levar de quatro a seis semanas, dependendo da época de semeadura e ciclo da cultivar (SOSBAI, 2014).

O arranjo das plantas e densidade populacional consiste em fator determinante para o estabelecimento da cultura, esse fator é regulado pelo espaçamento entre linhas e densidades de semeadura (RIEFFEL NETO, 2000). De acordo com recomendações técnicas para cultura do arroz, as densidades ideais são de 80 a 120 kg ha<sup>-1</sup>, para que seja estabelecida população de plantas entre 150 e 300 plantas m<sup>-2</sup> (SOSBAI, 2014). No entanto, existe uma ampla gama de cultivares que se adaptam as diferentes necessidades de cultivo e nesse contexto o aumento da produtividade do arroz irrigado, pode ser buscado através da adoção de práticas adequadas de manejo, de fácil utilização e baixo custo nas lavouras.

A competição das plantas daninhas consiste em outro fator que pode gerar perdas irreversíveis às culturas, como a não recuperação do seu desenvolvimento mesmo após a retirada do estresse ocasionado pela remoção dos recursos do ambiente pela planta daninha (KOZLOWSKI, 2002), sendo esse o principal motivo da redução do potencial produtivo das culturas (PAUL, et al., 2014). A interferência pode ser definida como um conjunto de ações que a cultura recebe das plantas daninhas, resultando em respostas diretas ou indiretas. A interferência direta, mais conhecida, é a competição das plantas daninhas por luz, água e nutrientes, constituindo um dos



principais fatores limitantes da produtividade nas lavouras de arroz irrigado (ANDRES; MACHADO, 2004).

As perdas médias na produtividade do arroz pela presença de plantas daninhas são estimadas entre 40 a 60%, podendo chegar até 96% quando não se tem o controle das competidoras (CHAUHAN; JOHNSON, 2011). Através do período de convivência entre a cultura e as plantas daninhas pode-se estimar o nível do dano ocasionado pela competição, onde, quanto maior o período que a cultura convive com a planta daninha maiores serão os danos ocasionados a produtividade de grãos (SILVA, et al., 2009; FURTADO, et al., 2012).

Entretanto embora existam dominâncias de espécies, inúmeras outras coexistem competindo com as culturas, trazendo prejuízos na produtividade. O grau de competição entre plantas daninhas e culturas pode ser alterado devido aos períodos em que a comunidade está competindo pelos recursos existentes na área. Sabe-se que a concorrência estabelecida nas fases iniciais provoca perdas significativas à produção, com base nessas informações, deve ser proporcionado o estabelecimento da cultura livre da presença de plantas daninhas para evitar as perdas. Dessa forma, quanto maior for o período de convivência da planta daninha com a cultura, maiores prejuízos serão ocasionados à produtividade de grãos (FURTADO et al., 2012, AGOSTINETTO et al., 2014).

Para que seja possível determinar os períodos de interferência das plantas daninhas é necessário ter conhecimento do fluxo de emergência. Sabe-se que as culturas podem conviver com as plantas daninhas por determinado período, enquanto que em outros, a interferência deve ser evitada e o controle é essencial para manter a produtividade (RADOSEVICH et al., 2007).

A interferência das plantas daninhas pode causar redução de 80 a 90% na produtividade de grãos do arroz-irrigado (ANDRES; MACHADO, 2004). O grau de interferência das plantas daninhas é condicionado, dentre vários fatores, pela época e duração do período de convivência com a cultura e também pelo manejo utilizado (PITELLI, 1985).

Com base nos estudos sobre a interferência de plantas daninhas, existem três períodos distintos que permitem melhor entendimento e possibilitam manejos de controle efetivos, sendo eles: período anterior à interferência (PAI); período total de

prevenção à interferência (PTPI); e, o período crítico de prevenção à interferência (PCPI) (RADOSEVICH et al., 2007).

O PAI é o período a partir da emergência ou semeadura, em que a cultura pode conviver com a comunidade infestante antes que sua produtividade ou outra característica seja afetada negativamente (PITELLI, DURIGAN, 1984). Neste período, o ambiente é capaz de fornecer os recursos necessários para o crescimento da comunidade (NEPOMUCENO et al., 2007; SILVA et al., 2009; AGOSTINETTO et al., 2014).

Quando as plantas daninhas são controladas na época recomendada, a produtividade não é afetada pelo modo de controle (capinas manuais ou herbicidas), por isso o conhecimento da época e dos períodos de convivência entre a cultura e as plantas daninhas é de grande importância, pois a extensão dos períodos pode ser alterada pelos métodos de controle empregados (PITELLI; PITELLI, 2008).

O grau de interferência das plantas daninhas sobre as culturas depende de fatores ligados à própria cultura, à comunidade infestante, ao ambiente e período em que elas convivem nesse processo. Um dos fatores mais facilmente controláveis, na prática, é a extensão do período de convivência entre culturas e plantas daninhas (SILVA et al., 2009; CARVALHO, 2000; PITELLI, 1985; BLEASDALE, 1960).

A época e a duração do período de convivência entre plantas daninhas e culturas influenciam, consideravelmente, na intensidade de interferência. No início do ciclo de desenvolvimento, a cultura e a comunidade infestante podem conviver por um determinado período, sem que ocorram efeitos danosos sobre a produtividade da espécie cultivada (PAI). Durante essa fase, o meio é capaz de fornecer os fatores de crescimento necessários à cultura e às espécies daninhas (VELINI, 1992).

Os efeitos da interferência são irreversíveis, não havendo recuperação do desenvolvimento ou produtividade após a retirada do estresse causado pela presença das plantas daninhas. Nesse contexto, em termos de manejo de plantas daninhas, o PAI se torna o período mais importante do ciclo cultural, a partir do qual a produtividade é significativamente afetada (KOZLOWSKI, 2002).

Na determinação da época de início do controle, ou do PAI, podem ocorrer diferenças de acordo com o método de manejo utilizado, sendo que a capina manual elimina imediatamente as plantas daninhas, enquanto que herbicidas permitem que

estas permaneçam por um período maior competindo com a cultura (ZAGONEL; VENÂNCIO; KUNZ, 2000).

Existem inúmeras espécies de plantas daninhas infestantes nas lavouras de arroz, no entanto, algumas se destacam mais devido a sua competição com a cultura, como por exemplo: o capim-arroz, cujo nome científico é *Echinochloa* spp. Sua importância encontra-se nas semelhanças morfofisiológicas com as plantas de arroz, visto que, quanto maior semelhança morfológica entre plantas daninhas e planta cultivada, maiores as perdas na produtividade em decorrência da competição entre as mesmas, aliando-se à vasta distribuição nas lavouras cultivadas e altos níveis de infestação (ANDRES et al., 2007; LAMEGO et al., 2004).

O capim-arroz apresenta grande distribuição e competitividade nos diversos sistemas de cultivo do arroz no mundo, decorrente de sua adaptação ao ambiente hidromórfico, associada a elevada produção de sementes, rápido crescimento inicial e ciclo fotossintético do tipo C4. (MARAMBE; AMARASINGHE, 2002). Com elevada habilidade competitiva com a cultura do arroz, estima-se que, nas condições de cultivo da região Sul do Brasil, cada planta de capim-arroz por metro quadrado cause perda na produtividade de grãos entre 8,4 e 11,3 %, quando a irrigação iniciar de 1 a 20 dias após tratamento com herbicida (AGOSTINETTO et al., 2007). Elevadas infestações da planta daninha podem causar reduções de até 90% na produtividade de grãos da cultura (MELO et al., 2006).

Baixas populações ou populações-escape de capim-arroz podem produzir elevadas quantidades de sementes, suficientes para gerar elevadas populações no próximo ano agrícola (NORRIS, 1992). Assim, esta planta daninha é tão relevante na agricultura mundial, pois é relatada como planta competidora em 36 culturas em 61 países (NORRIS et al., 2001).

A fim de evitar as perdas decorrentes da competição com plantas daninhas, vários manejos fitossanitários são utilizados. O controle químico, dentro de um programa de manejo integrado, representa a principal ferramenta de controle das plantas daninhas nas áreas de arroz irrigado (AGOSTINETTO et al., 2011). Existem diferentes manejos e momentos de aplicação para controle de plantas daninhas. Em muitos casos, a dessecação é repetida durante o subperíodo da semeadura-emergência, e tendo-se como limite a data em que se inicia o estágio fenológico S3, que corresponde a emissão do coleóptilo da planta de arroz, popularmente chamado

de ponto de agulha (CRUSCIOL et al., 2002). Essas estratégias permitem eliminar da lavoura as plantas daninhas até então emergidas, sendo forma eficiente de controle (COUNCE et al., 2000).

Em pesquisa que avaliou o controle das plantas daninhas aos 45 dias após a emergência, constatou-se que a dessecação em ponto de agulha ampliou o controle de diversos herbicidas seletivos ao arroz, aplicados em pré ou pós-emergência (THEISEN et al., 2013). Para o controle de plantas daninhas, herbicidas pré-emergentes reduzem a competição inicial, aumentando o controle em 25% com relação a tratamentos herbicidas somente em pós-emergência (CHAUAN, 2012).

Diante do exposto, existe a necessidade de investigar o comportamento das emissões de aflhos, nas diferentes densidades de semeadura e cultivares nos componentes de produtividade (Capítulo 1); diagnosticar o período anterior a interferência para se obter uma escolha acertiva no herbicida e momento de aplicação (Capítulo 2); e, em relação à manejos de aplicação de herbicidas pré emergentes torna-se importante determinar a fitotoxicidade na cultura e controle de plantas daninhas, evitando assim perdas na produtividade (Capítulo 3).

## **2 Capítulo I – Influência da população de plantas no estabelecimento de cultivares de arroz irrigado.**

### **2.1 Introdução**

O Brasil apresenta-se como um dos principais produtores mundiais de arroz (*Oryza sativa* L.), produzindo cerca de 13 milhões de toneladas, sendo o Rio Grande do Sul (RS) o estado maior produtor, representando 68% da produção nacional (CONAB, 2015). A lavoura de arroz irrigado no Rio Grande do Sul (RS) é considerada estabilizadora da produção nacional do cereal, sendo o Estado responsável por 68% do total produzido. O Brasil apresenta-se como um dos principais produtores mundiais, produzindo cerca de 13 milhões de toneladas (CONAB, 2015).

Mesmo o Brasil tendo importância mundial na produção do grão, ainda não se alcançou o patamar de produtividade considerado ideal para a cultura, e isto se atribui a vários fatores, como estabelecimento da cultura, manejo integrado de pragas, doenças e plantas daninhas. Além dos fatores intrínsecos à planta e das condições edafoclimáticas da região de cultivo, o manejo da cultura interfere no rendimento de fitomassa, na interceptação da radiação solar, no acúmulo de fotoassimilados e, conseqüentemente, na produtividade de grãos (ARGENTA et al., 2003).

O arroz é uma espécie anual da família Poaceae, classificada no grupo de plantas com sistema fotossintético C3 e adaptada ao ambiente aquático. O ciclo de desenvolvimento de espécies da emergência até a maturação fisiológica pode ser dividido em duas fases: fase vegetativa e fase reprodutiva. A fase vegetativa pode ser considerada da emergência até a diferenciação da estrutura reprodutiva, a fase reprodutiva inicia no final da fase vegetativa e se estender até a maturação fisiológica (COUNCE et al., 2000; STRECK et al., 2003).

Quando a fase vegetativa é longa permite à planta produzir maior área foliar durante um período mais longo, o que contribui para aumentar as reservas de fotoassimilados no colmo, que poderão ser translocados para o enchimento de grãos. Já, fases reprodutivas longas permitirão a planta maior tempo de translocação de fotoassimilados para enchimento dos grãos (BOSCO, 2006).

A planta de arroz, após o estabelecimento inicial começa o processo de diferenciação da sua estrutura foliar, formando uma folha em cada nó, de forma alternada no colmo. Na quinta semana de desenvolvimento, todas as folhas já estão diferenciadas, mas ainda não visíveis externamente, sendo que o número total de folhas por planta varia com o ciclo da cultivar e época de semeadura (SOSBAI, 2014).

Os afilhos são considerados unidade modular de crescimento das poaceas, formados por sequência de fitômeros, um acima do outro, em diferentes estádios de desenvolvimento, interligados pelos tecidos que formam o entrenó e surgem dos nós do colmo em ordem alternada (HODGSON, 1990). A emissão dos afilhos ocorre quando a quarta folha do colmo principal está com o colar formado, ocorrendo aproximadamente na terceira semana após a emergência. O processo de afilhamento pode levar de quatro a seis semanas, dependendo da época de semeadura e ciclo da cultivar (SOSBAI, 2014).

Existem diversas cultivares de arroz no Brasil, no entanto uma das metas do melhoramento genético no Sul do Brasil ao longo dos últimos 40 anos está na modificação do ciclo de desenvolvimento das cultivares (LOPES et al., 2005). O encurtamento do ciclo das cultivares modernas de arroz gerou cultivares mais competitivas com arroz daninho, que é uma das principais plantas daninhas nas lavouras orizícolas.

A produtividade do arroz irrigado pode ser expressa como o produto de três componentes principais: número de panículas por unidade de área, número de grãos por panícula, e peso de grãos. A magnitude de cada um destes é determinada em diferentes períodos de desenvolvimento da cultura e depende das condições ambientais, principalmente da radiação solar, temperatura do ar, água e disponibilidade de nutrientes (CARMONA et al, 2002).

As cultivares BRS Pampa, Linhagem precoce CL (LPCL) (cultivar em fase de testes, ainda não lançada) e BRS Pampeira, foram lançadas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), buscando incrementos na produtividade.

Além disso, a BRS Pampa foi lançada com intuito de reduzir o degrane no momento da colheita. Esta cultivar tem como característica ciclo precoce, e foi originada pelo cruzamento envolvendo IRGA 417 e BRS Jaburu realizado pela Embrapa na safra 1999/00. A LPCL, possui características semelhantes a BRS Pampa, no entanto, direcionada ao sistema Clearfield® (EMBRAPA, 2017). Cultivares Clearfield® são geneticamente resistentes a herbicidas do grupo químico das imidazolinonas, adaptadas ao cultivo de arroz irrigado, a fim de controle de arroz daninho (SOSBAI, 2014). Já a BRS Pampeira, lançada no ano de 2016 e originada através do cruzamento da variedade IR 22 e linhagem CNA 8502, foi desenvolvida para apresentar maiores características de rusticidade e maior produtividade de grãos. Possui ciclo de aproximadamente 133 dias sendo caracterizada como ciclo médio tendendo para longo (MAGALHÃES JUNIOR et al., 2016). Esta cultivar é uma boa opção para escalonar colheita, quando se utiliza também cultivares de ciclo precoce.

Embora se tenha uma ampla gama de cultivares, o aumento da produtividade do arroz irrigado, pode ser buscado através da adoção de práticas adequadas de manejo, de fácil utilização e baixo custo nas lavouras. Entre essas práticas de manejo, insere-se o arranjo das plantas e densidade populacional, fatores estes regulados pelo espaçamento entre linhas e densidades de semeadura (RIEFFEL NETO, 2000). De acordo com recomendações técnicas para cultura do arroz, as densidades ideais são de 80 a 120 kg ha<sup>-1</sup>, para que seja estabelecida população de plantas entre 150 e 300 plantas por m<sup>2</sup> (SOSBAI, 2014). Dessa forma o objetivo desse estudo foi avaliar o estabelecimento de plantas, em como os componentes de produtividade em cultivares de arroz em diferentes populações de plantas.

## **2.2 Material e métodos**

Realizou-se experimento a campo no ano agrícola de 2016/17, na estação experimental da Embrapa Clima Temperado (Estação Terras Baixas – ETB), localizada no município de Capão do Leão/RS, sendo o solo classificado como Planossolo Hidromórfico Eutrófico Solódico, pertencente à unidade de mapeamento de Pelotas (EMBRAPA, 2009). O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, com quatro repetições e as unidades experimentais compostas por parcelas de 12,5 m<sup>2</sup> (2,5mx5,0m).

Os tratamentos foram arranjos em esquema fatorial 3x7, sendo fator A: cultivares de arroz BRS Pampa, LPCL e BRS Pampeira; e, o fator B: composto por sete densidades de semeadura (40, 60, 80, 100, 130, 160 e 200 kg ha<sup>-1</sup>). As cultivares foram semeadas em sistema de cultivo convencional, no dia 31 de outubro de 2016.

A adubação foi realizada segundo análise de solo e calculada baseando-se no manual de adubação e calagem para os Estados do RS e SC (TEDESCO, et al., 2004), utilizando-se 442 kg ha<sup>-1</sup> de adubo 05-25-25, distribuído na linha de semeadura, sendo posteriormente suplementada com adubação nitrogenada nos estádios V<sub>4</sub> e R<sub>1</sub>, totalizando 120 kg ha<sup>-1</sup> de N.

Para controle de plantas daninhas na dessecação realizou-se aplicações do herbicida glifosato na dose 1,5 L ha<sup>-1</sup> (720g i.a. ha<sup>-1</sup>) no dia anterior a semeadura. Predominaram na área, plantas daninhas como capim-arroz (*Echinochloa* spp) e arroz daninho (*Oryza sativa* L.). Para o controle do capim-arroz foram aplicados herbicidas em pré e pós emergência do arroz, sendo eles clomazone e penoxsulam nas doses de 1,7 L ha<sup>-1</sup> e 200 mL ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Para a retirada do arroz daninho foi feito arranquio na primeira semana de emergência do arroz. Os manejos seguintes seguiram as recomendações técnicas da cultura do arroz (SOSBAI, 2014).

A emergência da cultura ocorreu dez dias após a semeadura, onde para densidade o número médio de plântulas para as densidades (40, 60, 80, 100, 130, 160 e 200 kg ha<sup>-1</sup>) foram 27, 40, 54, 68, 89, 110 e 139 plantas m<sup>-1</sup> respectivamente e neste momento se estabeleceu a contagem dos dias para coleta de colmos principais e afilhos. Aos 20, 35 e 50 dias após a emergência (DAE) foram realizadas coletas de plantas de arroz em um metro (0,17 m<sup>2</sup>) e feita separação de colmo principal e afilhos para determinação de massa seca da parte aérea (MSPA). As amostras foram secas em estufa de circulação forçada de ar a 60°C, por 72 horas, e posteriormente pesadas em balança de precisão.

Antes da colheita foram coletadas 10 panículas da área útil de cada unidade experimental para determinação do número de grãos cheios, espiguetas estéreis e número total de grãos por panícula. Cada panícula foi debulhada manualmente, e efetuada a contagem dos grãos cheios e espiguetas estéreis por panícula, sendo o número total de grãos calculado pela soma das duas primeiras variáveis. A produtividade de grãos foi estimada pela colheita da área útil (3,45 m<sup>2</sup>) das parcelas



quando o teor de umidade se aproximou de 22%. Em seguida foi realizada a pesagem dos grãos e determinada a umidade, corrigindo-se os dados para 13% de umidade.

Os dados obtidos foram analisados quanto à normalidade (teste de ShapiroWilk) e, posteriormente, submetidos à análise de variância ( $p \leq 0,05$ ). Em caso de significância, os efeitos de cultivares e densidade de semeadura foram analisados pelo teste Duncan ( $p \leq 0,05$ ).

### **2.3 Resultados e discussão**

Para MSPA de colmos principais houve interação entre cultivares e densidades aos 20 e 35 DAE e para 50 DAE verificou-se apenas efeito de densidades (Tabela 1). Aos 20 DAE para MSPA dos colmos principais da cultivar LPCL, não observou-se diferença entre as densidades de semeadura com exceção de  $40 \text{ kg ha}^{-1}$  que apresentou menor valor para a variável (Tabela 1). Para cultivar BRS Pampa, o maior índice de MSPA foi verificado na densidade de  $100 \text{ kg ha}^{-1}$ , sendo semelhante aos 60, 160, e  $200 \text{ kg ha}^{-1}$ . As densidades de 40, 80 e 130 demonstraram menores MSPA dos colmos principais, não distintos entre si. A cultivar BRS Pampeira apresentou maior MSPA nas densidades de  $100 \text{ kg ha}^{-1}$  e  $200 \text{ kg ha}^{-1}$ . As densidades 80, 130 e  $160 \text{ kg ha}^{-1}$  não diferiram estatisticamente e demonstraram valores intermediários de MSPA de colmos principais (Tabela 1). Em todas as cultivares foi observado o menor MSPA de colmos para densidade de  $40 \text{ kg ha}^{-1}$ , atribuindo o fato de ser a menor população estabelecida.

Ao comparar as médias da MSPA das cultivares em cada espaçamento aos 20 DAE, verificou-se que não houve diferença entre as cultivares nas densidades de 40, 60, 130 e  $160 \text{ kg ha}^{-1}$  (Tabela 1). Nas densidades 80, 100 e  $200 \text{ kg ha}^{-1}$ , a cultivar BRS Pampeira apresentou maior MSPA, não diferindo da BRS Pampa na densidade  $80 \text{ kg ha}^{-1}$ . Resultados semelhantes foram observados por Magalhães et al. (2016), ao observarem aspectos produtivos da BRS Pampeira se destacou comparada a outras cultivares como BRS Pampa, BRS Jaçana, BR IRGA 409.

Tabela 1 – Massa seca de parte aérea de colmos principais (MSPA) de arroz ( $\text{g m}^{-2}$ <sup>1</sup>) em função de diferentes cultivares e densidades de semeadura aos 20 e 35 DAE. Capão do Leão/RS, 2017

Densidades Kg.ha <sup>-1</sup>	MSPA 20 DAE		
	LPCL	BRS Pampa	BRS Pampeira
40	1,04 b <sup>1</sup> A <sup>2</sup>	0,78 c A	0,71 d A
60	2,06 ab A	1,54 abc A	0,97 d A
80	1,72 ab AB	1,06 bc B	3,01 bc A
100	2,11 a B	2,33 a B	4,66 a A
130	2,17 a A	1,05 bc A	1,77 bc A
160	2,30 a A	1,95 ab A	3,01 bc A
200	2,80 a B	1,28 abc C	4,46 ab A
C.V.%	26,7	40,4	33,0
	MSPA 35 DAE		
40	6,40 d A	5,07 a A	4,79 a A
60	11,04 c A	5,23 a B	4,97 a B
80	11,49 c A	9,69 a A	9,80 a A
100	14,20 bc A	10,87 a A	9,78 a A
130	22,11 a A	10,24 a B	7,04 a B
160	18,79 ab A	8,84 a B	7,61 a B
200	16,36 b A	7,96 a A	7,53 a A
C.V.%	19,0	44,9	36,0

<sup>1</sup>Médias seguidas por letras minúsculas distintas, comparadas na coluna, diferem pelo teste de Duncan ( $p \leq 0,05$ ), <sup>2</sup>Médias seguidas por letras maiúsculas distintas, comparadas na linha, diferem pelo teste de Duncan ( $p \leq 0,05$ ).

Aos 35, DAE para cultivar LPCL, verificou-se aumento da MSPA de colmos principais conforme aumento da densidade de semeadura até a densidade de 130 kg ha<sup>-1</sup> (Tabela 1). Nas densidades superiores a 130 kg ha<sup>-1</sup> houve redução da variável MSPA de colmos. Para as cultivares BRS Pampa e BRS Pampeira não houve diferença estatística entre as densidades.

Tratando-se de cultivares em cada densidade aos 35 DAE, verificou-se que as cultivares não se diferiram estatisticamente nas densidades 40, 80, 100 e 200 kg ha<sup>-1</sup> (Tabela 1). Nas densidades 60, 130 e 160 kg ha<sup>-1</sup> a cultivar LPCL apresentou maior produção de MSPA comparativamente as demais. Ao comparar desempenho da cultivar BRS Pampa com as cultivares BRS Querência e IRGA 417, observou que BRS Pampa mostrou-se superior para todas variáveis, corroborando com o resultado nesse estudo (MAGALHÃES et al. 2012).

Aos 50 DAE, verificou-se aumento da MSPA de colmos principais com o aumento da densidade da semeadura, sendo que as quatro maiores densidades não diferiram entre si (Tabela 2). Trabalhos realizados no Rio Grande do Sul mostraram

que densidades de 100 a 200 kg ha<sup>-1</sup> de sementes aumentaram a população inicial de plantas, número de colmos e panículas por unidade de área em relação a densidades menores sem, todavia, resultarem em elevação da produtividade de grãos (PEDROSO; REGINATTO, 1981; INFELD; ZONTA, 1984; PEDROSO, 1987; SILVA et al., 1995).

Tabela 2 – Massa seca de parte aérea (MSPA) de colmos principais de arroz (g m<sup>-2</sup>), em diferentes densidades de semeadura aos 50 DAE. Capão do Leão/RS, 2017

Densidades	MSPA (g)
40	14,96 c <sup>1</sup>
60	17,01 c
80	21,04 bc
100	26,38 ab
130	27,67 ab
160	31,32 a
200	31,88 a
C.V.%	39,7

<sup>1</sup>Médias seguidas por letras distintas diferem pelo teste de Duncan ( $p \leq 0,05$ ).

Para MSPA de afilhos aos 20 DAE, não houve significância estatística (dados não apresentados). Com relação a MSPA de afilhos aos 35 DAE, houve apenas efeito de densidades de semeadura (Tabela 3). Aos 50 DAE, houve interação entre os fatores de tratamento (Tabela 4).

Aos 35 DAE, observou-se aumento gradual da MSPA de afilhos até a densidade de 100 kg ha<sup>-1</sup>, com posterior decréscimo (Tabela 3). As maiores produções de MSPA de afilhos foram observados nas densidades de 80 e 100 kg ha<sup>-1</sup>. Na densidade de 40 kg ha<sup>-1</sup>, verificou-se numericamente menor índice de MSPA de afilhos. Menores densidades de semeadura podem ser recomendadas, desde que haja adequado controle de plantas daninhas, correto manejo da irrigação e semente de boa qualidade (RIEFFEL NETO et al., 2000).

Tabela 3 – Massa seca da parte aérea (MSPA) de afilhos de plantas de arroz (g afilho<sup>-1</sup>) em diferentes densidades de semeadura aos 35 DAE. Capão do Leão/RS, 2017

Densidades	MSPA
40	5,91 c <sup>1</sup>
60	7,12 bc
80	9,86 ab
100	11,63 a
130	7,99 bc
160	7,53 bc
200	6,21 bc
C.V.%	45,5

<sup>1</sup>Médias seguidas por letras distintas diferem pelo teste de Duncan ( $p \leq 0,05$ ).

As densidades de 40, 100, 130, 160 e 200 kg ha<sup>-1</sup> apresentaram maiores MSPA de afilhos aos 50 DAE para cultivar LPCL (Tabela 4). Para cultivar Pampa, as densidades não apresentaram diferença. A cultivar BRS Pampeira apresentou maior MSPA para afilhos na densidade de 80 kg ha<sup>-1</sup>. Nas densidades entre 40 e 130, observou-se maiores valores de MSPA de afilhos.

Poaceas possuem elevada capacidade de afilhamento, dessa forma, o arroz possui resposta elástica à densidade de plantas, podendo compensar baixas densidades pela maior emissão de afilhos. A capacidade de afilhamento depende da cultivar, densidade de semeadura, temperatura do solo, disponibilidade de nitrogênio no solo e altura da lâmina de água de irrigação, dentre outros fatores (SOSBAI, 2014).

No Brasil, as cultivares utilizadas possuem elevada capacidade de afilhamento, aumentando a eficiência da planta em ocupar espaços, e, dessa forma compensando possível perda de produtividade devido ao estabelecimento reduzido da população inicial (YOSHIDA, 1981). Trabalhos relacionados sugerem que os componentes vegetativos e da produção apresentam plasticidade de acordo com a variação do número de plantas por m<sup>2</sup>, ou seja, deve ocorrer um processo de compensação, de modo que, quando um componente aumenta o outro é reduzido (DÁRIO et al., 1988; PEDROSO, 1993).

Aos 50 DAE, não houve diferença entre cultivares para densidade 60 kg ha<sup>-1</sup>, sendo que, nas demais densidades de semeadura a cultivar LPCL obteve maiores MSPA de afilhos, em comparação às cultivares BRS Pampa e BRS Pampeira (Tabela 4). A cultivar LPCL possui elevada capacidade de afilhamento, tornando-a mais eficiente em ocupar espaços, elevando a capacidade de estabelecimento rápido da

cultura, o que possibilita melhor captação dos recursos do meio, e, conseqüentemente melhor produtividade (MAGALHÃES et al., 2012).

Tabela 4 - Massa seca de parte aérea (MSPA) de afilhos de plantas de arroz (g afilho<sup>-1</sup>) em diferentes cultivares e densidades de semeadura aos 50 DAE. Capão do Leão/RS, 2017

Densidades	MSPA 50 DAE					
	LPCL	BRS Pampa		BRS Pampeira		
40	49,38 a <sup>1</sup> A <sup>2</sup>	21,31	a B	19,34	ab B	
60	29,99 c A	29,03	a A	16,06	ab A	
80	32,28 bc A	21,37	a B	21,30	a B	
100	41,99 ab A	23,95	a B	20,85	ab B	
130	50,84 a A	23,11	a B	16,89	ab B	
160	41,80 ab A	21,35	a B	14,25	b B	
200	41,83 ab A	20,29	a B	15,09	b B	
C.V.%	13,5	20,9		18,5		

<sup>1</sup>Médias seguidas por letras minúsculas distintas, comparadas na coluna, diferem pelo teste de Duncan ( $p \leq 0,05$ ), <sup>2</sup>Médias seguidas por letras maiúsculas distintas, comparadas na linha, diferem pelo teste de Duncan ( $p \leq 0,05$ ).

Para número de grãos cheios (NGC), vazios (NGV) e total (NGT) por panícula, houve interação entre cultivares e densidades de semeadura (Tabela 5). A cultivar LPCL apresentou maior (NGC) na densidade 80 kg ha<sup>-1</sup>, diferindo das demais. Para cultivar BRS Pampa foi verificado que o maior número de NGC ocorreu nas densidades de 40 e 60 kg ha<sup>-1</sup>, diferindo somente da densidade 200 kg ha<sup>-1</sup>. Verificou-se para cultivar BRS Pampeira que as densidades 40, 80 e 100 kg ha<sup>-1</sup> obtiveram maiores NGC diferindo somente da densidade de 130 kg ha<sup>-1</sup>, a qual teve menor NGC (Tabela 5).

Tabela 5 - Percentual de grãos cheios e vazios por panícula e número total de grãos em diferentes densidades de semeadura de cultivares de arroz. Capão do Leão/RS, 2017

Densidades Kg.ha <sup>-1</sup>	Grãos cheios (%)					
	LPCL		BRS Pampa		BRS Pampeira	
40	91,24	b <sup>1</sup> A <sup>2</sup>	86,63	a A	78,73	a A
60	85,69	b A	85,75	a A	76,18	ab A
80	91,53	a A	65,54	ab B	78,76	a AB
100	91,50	b A	74,05	ab A	74,33	a A
130	91,19	b A	83,44	ab A	80,50	b A
160	91,25	b A	77,31	ab A	71,48	ab A
200	77,89	c A	59,15	b B	84,62	ab AB
C.V.%	10,1		12,0 (%)		9,1	
Densidades Kg.ha <sup>-1</sup>	Grãos vazios					
	LPCL		BRS Pampa		BRS Pampeira	
40	8,76	b A	13,37	a A	21,27	bc A
60	14,31	ab B	14,25	a B	23,82	abc A
80	8,47	ab A	34,46	a A	21,24	bc A
100	8,50	ab B	25,95	a B	25,67	ab A
130	9,68	ab AB	16,56	a B	19,49	cd A
160	8,75	ab B	22,69	a B	28,52	a A
200	22,11	a A	40,85	a A	15,38	d A
C.V.%	34,4		27,0		20,5	
Densidades Kg.ha <sup>-1</sup>	Total					
	LPCL		BRS Pampa		BRS Pampeira	
40	119,29	ab A	118,70	c A	136,17	ab A
60	125,83	a A	119,27	c A	125,53	ab A
80	134,00	a A	148,21	a A	130,02	ab A
100	118,99	ab A	128,00	bc B	139,32	a B
130	114,70	ab A	108,57	c A	105,80	b A
160	115,62	ab A	122,45	c A	136,22	a A
200	92,42	b A	135,63	ab A	115,53	ab B
C.V.%	13,2		10,0		12,5	

<sup>1</sup>Médias seguidas por letras minúsculas distintas, comparadas na coluna, diferem pelo teste de Duncan ( $p \leq 0,05$ ), <sup>2</sup>Médias seguidas por letras maiúsculas distintas, comparadas na linha, diferem pelo teste de Duncan ( $p \leq 0,05$ ).

Quanto às diferenças entre as cultivares em cada densidade para a variável NGC, verificou-se que as cultivares não diferiram nas densidades 40, 60, 100, 130 e 160 kg ha<sup>-1</sup> (Tabela 5). Nas densidades 80 e 200 kg ha<sup>-1</sup> a cultivar LPCL apresentou maior NGC, comparativamente a Pampa, porém não diferindo da BRS Pampeira.

Para a variável número de grãos vazios (NGV), a cultivar LPCL apresentou maior NGV na densidade 200 kg ha<sup>-1</sup>, diferindo somente da densidade 40 kg ha<sup>-1</sup> (Tabela 5). Assim, na maior densidade se obteve maior NGV, e na menor densidade verificou-se menor valor de NGV, portanto, a medida que ocorre aumento na densidade, o número de afilhos por planta tende a diminuir em função da competição intraespecífica e nesta condição é formado menor número de grãos cheios por

panícula, que culmina em redução da produtividade (FRANCO et al., 2011). Nas cultivares BRS Pampa e BRS Pampeira, não verificou-se diferença estatística entre as densidades testadas para variável NGV.

Comparando-se o NGV entre as cultivares em cada densidade observou-se que as cultivares não diferiram entre si densidades 40, 80 e 200 kg ha<sup>-1</sup>. A cultivar BRS Pampeira apresentou maior NGV nas demais densidades, não diferindo da LPCL na densidade de 130 kg ha<sup>-1</sup> estatisticamente das demais cultivares. O NGV compreende grãos que não acumularam reservas suficientes para completar seu enchimento. Dessa forma, o maior NGV pode ser explicado pela competição de recursos do ambiente, neste caso pela competição intraespecífica, que ocorre quando há competição entre indivíduos da mesma espécie e os recursos necessários ao seu desenvolvimento e crescimento encontram-se em quantidade limitada para atender às necessidades de todos no mesmo nicho (RADOSEVICH et al., 2007).

Em relação ao número de grãos totais (NGT) para LPCL, observou-se menor valor densidade 200 kg ha<sup>-1</sup> e esta não diferiu estatisticamente das densidades 40, 100, 130 e 160 kg ha<sup>-1</sup> (Tabela 5). Quanto ao NGT da cultivar Pampa, o maior valor foi encontrado na densidade 80 kg ha<sup>-1</sup>, seguido das densidades 200 kg ha<sup>-1</sup>. As demais densidades não diferiram e apresentaram pior desempenho no NGT. Para cultivar BRS Pampeira, nas densidades 100 e 160 kg ha<sup>-1</sup> verificou-se os índices de NGT, diferindo somente da densidade de 130 kg ha<sup>-1</sup>.

Para as diferenças entre as cultivares em cada densidade, não houve diferença estatística entre as cultivares, a exceção da densidade 100 kg ha<sup>-1</sup>, no qual a cultivar LPCL apresentou maior NGT comparativamente as demais (Tabela 5).

Para produtividade não houve interação entre fatores de tratamento, apenas efeito de densidades de semeadura (Tabela 6). As produtividades foram observadas nas densidades superiores a 80 kg ha<sup>-1</sup> e não diferiram entre si. Os piores resultados de produtividade foram observados na densidade de 40 kg ha<sup>-1</sup> seguido de 60 kg ha<sup>-1</sup>. Na ausência de competição, as densidades menores possibilitam as plantas expressarem melhor desempenho individual e maior capacidade de afilhamento, pois tem maior espaço para absorção de nutrientes e captação da radiação solar elevando seus índices nos componentes de produtividade (BALOCH et al., 2002). Dessa forma as densidades 80 ou 100 kg ha<sup>-1</sup> conseguiram expressar produtividades estatisticamente semelhantes às maiores densidades de 160 ou 200 kg ha<sup>-1</sup>. Este

resultado foi semelhante ao encontrado por Souza et al. (1995), ao concluir que no sistema de plantio direto a produtividade da cultivar BR-IRGA 410 não foi afetada quando foram usadas densidades entre 90 a 210 kg ha<sup>-1</sup>. De modo similar Mariot (2003), Lima (2010), Sousa et al. (1995) e Höfs et al. (2004), ao avaliar diferentes densidades de semeadura na cultura do arroz, não observaram diferenças na produtividade.

Tabela 6 – Produtividade de arroz em kg ha<sup>-1</sup> em diferentes densidades de semeadura. Capão do Leão/RS, 2017

Densidades	Produtividade (Kg ha <sup>-1</sup> )
40	5.687,6 c <sup>1</sup>
60	7.408,2 b
80	8.578,6 a
100	8.750,4 a
130	8.952,1 a
160	9.072,0 a
200	8.539,7 a
C.V.%	12,7

<sup>1</sup>Médias seguidas por letras distintas diferem pelo teste de Duncan ( $p \leq 0,05$ ).

Com os resultados desta pesquisa indicam que não justifica o uso de densidades superiores a 80kg ha<sup>-1</sup>, pois representaria em maior custo de produção sem retornos em produtividade. Por outro lado, menores densidades de semeadura podem ser recomendadas, desde que haja condições de cultivo com adequado controle de plantas daninhas, correto manejo da irrigação e semente de boa qualidade. Sementes de alta qualidade fisiológica permitem rápida emergência e estabelecimento das plantas, aspectos que facilitam o manejo da cultura e proporcionam menores riscos ao ambiente e ao capital investido (RIEFFEL NETO et al., 2000).

O arroz é capaz de atingir produtividades equivalentes em amplas faixas de densidades de semeadura (SOUSA et al., 1995), pois com aumento da densidade de semeadura, há um acréscimo no número de panículas m<sup>2</sup>, onde mesmo que as panículas apresentem menos grãos, o maior número de panículas compensará esta redução não afetando a produtividade do arroz (PEDROSO et al., 1980). A compensação nos componentes de produtividade, com aumento de densidades de semeadura, implica em menos afilhos por plantas e menos grãos por panícula, porém o número de afilhos m<sup>-1</sup> mantém-se o mesmo e dessa forma não há diferenças na



produtividade de grãos em determinadas faixas de valores (PEDROSO, 1981; INFELD; ZONTA, 1985; SCHIOCHET; NOLDIN, 1993; RIEFFEL et al., 2000). No entanto, outros pesquisadores concluíram que a medida em que aumenta a densidade, para determinadas cultivares, houve tendência de aumento da produtividade de grãos (PEDROSO, 1989; FAGUNDES et al., 1997).

Quando se utilizou as densidades 80 e 100 kg ha<sup>-1</sup> verificou-se que para maioria das variáveis e cultivares se teve melhor resposta. As semelhanças entre cultivares pode ser atribuído às similaridades de materiais genéticos das cultivares testadas, as quais apresentam alterações apenas quanto ao ciclo das cultivares. Assim, recomenda-se nessas cultivares utilizar densidades entre 80 e 100 kg ha<sup>-1</sup>, para bom estabelecimento inicial da cultura, afilhamento e produtividade satisfatória.

#### **2.4 Conclusão**

A maior MSPA de colmos principais e afilhos, em geral, foi obtido na densidade de 100 kg ha<sup>-1</sup>, sendo a cultivar LPCL a que produz maior MSPA de afilhos.

A cultivar LPCL, em geral, apresenta maior número de grãos cheios e total por panícula, enquanto na BRS Pampeira se observa maior número de grãos vazios.

A produtividade não foi alterada quando utilizadas densidades superiores a 80 kg ha<sup>-1</sup>.

### **3 Capítulo II – Determinação do período anterior à interferência (PAI) e previsão da perda de produtividade de grãos em função de diferentes controles de *Echinochloa* spp. na cultura do arroz**

#### **3.1 Introdução**

A competição das plantas daninhas pode gerar perdas irreversíveis as culturas, como a não recuperação do seu desenvolvimento mesmo após a retirada do estresse ocasionado pela remoção dos recursos do ambiente pela planta daninha (KOZLOWSKI, 2002), sendo esse o principal motivo da redução do potencial produtivo das culturas (PAUL, et al., 2014).

As perdas médias na produtividade do arroz pela presença de plantas daninhas são estimadas entre 40 a 60%, podendo chegar até 96% quando não se tem o controle das competidoras (CHAUHAN e JOHNSON, 2011). Através do período de convivência entre a cultura e as plantas daninhas pode-se estimar o nível do dano ocasionado pela competição, onde, quanto maior o período que a cultura convive com a planta daninha maiores serão os danos ocasionados a produtividade de grãos (SILVA, et al., 2009; FURTADO, et al., 2012).

Com base nos estudos sobre a interferência de plantas daninhas, existem três períodos distintos que nos permitem melhor entendimento e possibilitam que o manejo seja efetivo, sendo eles período anterior à interferência (PAI), período total de prevenção à interferência (PTPI) e o período crítico de prevenção à interferência (PCPI) (RADOSEVICH et al., 2007).

O PAI é o período a partir da emergência ou semeadura, em que a cultura pode conviver com a comunidade infestante antes que sua produtividade ou outra característica seja afetada negativamente (PITELLI; DURIGAN, 1984). Neste período o ambiente é capaz de fornecer os recursos necessários para o crescimento da comunidade (NEPOMUCENO et al., 2007; SILVA et al., 2009; AGOSTINETTO et al.,

2014). Ao final do PAI, as medidas de controle devem ser adotadas para que o controle seja eficiente, para que a produtividade da cultura ou outras características não sejam alteradas negativamente (SILVA et al., 2006). Estudos de períodos de competição conduzidos com a cultura do arroz, demonstram que a duração do PAI varia, dentre outros fatores, com o manejo adotado e as plantas daninhas presentes na área e local de condução. Estes estudos apontam que o PAI pode ter menor duração, variando de 7 a 12 DAE, ou maior duração 26 DAE (ERASMO et al., 2003; ZHANG et al., 2003; SILVA E DURIGAN, 2006; AGOSTINETTO et al., 2007).

Existem diversas espécies de plantas infestantes nas lavouras de arroz, no entanto, algumas se destacam devido a maior habilidade competitiva em relação à cultura, como é o caso do capim-arroz, *Echinochloa* spp.. Esta espécie reduz as variáveis morfológicas do arroz, demonstrando superioridade competitiva, comparativamente aos cultivares de arroz (AGOSTINETTO et al., 2008). A importância desta planta daninha se deve as semelhanças morfofisiológicas com as plantas de arroz, visto que, quanto maior semelhança morfológica maiores perdas na produtividade em decorrência da competição entre as mesmas, aliando-se a vasta distribuição nas lavouras cultivadas e altos níveis de infestação (ANDRES et al., 2007 e LAMEGO et al., 2004).

A fim de evitar as perdas decorrentes da competição com plantas daninhas, vários métodos de controle são utilizados. O controle químico, dentro de um programa de manejo integrado, representa a principal ferramenta de controle das plantas daninhas nas áreas de arroz irrigado (AGOSTINETTO et al., 2011). Para o controle de capim-arroz podem ser utilizados diversos herbicidas como o cialofope butílico e o penoxsulam, ambos considerados seletivos ao arroz e eficientes no controle (AGROFIT, 2017).

A interação de herbicidas em combinação é descrita como antagonismo se o controle obtido for menor do que o controle esperado; ou, como sinérgica, se o controle obtido for maior do que o esperado. A combinação de cialofope-butílico, eficiente no controle de poaceas; e, penoxsulam utilizado no controle de poaceas, ciperáceas e folhas largas, confere maior amplitude de controle, visto que engloba dois mecanismos de ação na mesma aplicação (BUNDT, et al., 2015). Considerando os efeitos da interferência das plantas daninhas são irreversíveis, não havendo recuperação do desenvolvimento ou da produtividade após a retirada do estresse

causado pela presença das plantas daninhas, nesse contexto, em termos de manejo de plantas daninhas, o PAI se torna o período mais importante do ciclo cultural, a partir do qual a produtividade é significativamente afetada (KOZLOWSKI, 2002). Diante da importância de conhecer os períodos de interferência nas culturas e melhor momento para que seja realizado o controle das plantas daninhas, este trabalho teve por objetivo determinar o período anterior a interferência (PAI) do capim-arroz sobre a cultura do arroz irrigado, em função da aplicação de herbicidas.

### 3.2 Material e métodos

Realizaram-se dois experimentos a campo no ano agrícola de 2015/16, na Embrapa Clima Temperado (Estação Terras Baixas – ETB), localizada no município de Capão do Leão/RS, sendo o solo classificado como Planossolo Hidromórfico Eutrófico solódico, pertencente à unidade de mapeamento de Pelotas (EMBRAPA, 2009). O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, com quatro repetições e as unidades experimentais compostas por parcelas de 12,5 m<sup>2</sup> (2,5x5,0m).

Os tratamentos foram arranjos em esquema fatorial 2x7, sendo fator A: manejo de herbicidas, onde utilizou-se 1,75 L ha<sup>-1</sup> cialofope-butílico (180 g i.a. L<sup>-1</sup>) acrescido de óleo vegetal, 1,5 L ha<sup>-1</sup> em um experimento; e, no outro a mistura de penoxsulam+cialofope-butílico na dose de 1,8 L ha<sup>-1</sup> acrescido de óleo vegetal 1,5 L ha<sup>-1</sup> e, o fator B: composto por 7 períodos de controle (0, 7, 14, 21, 28, 35 e 120 dias após a emergência-DAE do arroz). Nestes períodos o arroz foi mantido na presença das plantas daninhas, sendo que a partir dos quais foram controladas até o final do ciclo. No experimento que o controle químico foi feito com cialofope-butílico, as plantas daninhas de dicotiledôneas foram controladas com arranquio.

Utilizou-se a cultivar BRS Pampa, com sistema de cultivo convencional. Para controle de plantas daninhas anterior aos tratamentos realizou-se a dessecação da área no dia anterior a semeadura com herbicida glifosato na dose 1,5 L ha<sup>-1</sup> (720g i.a. ha<sup>-1</sup>). A densidade de semeadura correspondeu a 110 kg ha<sup>-1</sup>, ambos experimentos foram semeados em 9 de novembro de 2015.

A adubação foi realizada segundo análise de solo e calculada baseando-se no manual de adubação e calagem para os Estados do RS e SC (TEDESCO, et al., 2004), utilizando-se 442 kg ha<sup>-1</sup> de adubo 05-25-25, distribuído na linha de semeadura.

Os manejos seguintes seguiram as recomendações técnicas da cultura do arroz (SOSBAI, 2014).

A emergência da cultura ocorreu dezoito dias após a semeadura, quando se estabeleceu o primeiro período de controle. Ao final de cada período de competição, foram avaliadas a estatura da cultura (EST) e a matéria seca da parte aérea (MSPA) da cultura e do capim-arroz.

Para determinar a EST do arroz foram medidas, aleatoriamente, dez plantas em cada parcela, tomando-se o comprimento desde o nível do solo até o ápice das mesmas. Para determinação da MSPA foram coletadas as plantas da cultura ou capim-arroz em área de 0,25m<sup>2</sup> de cada parcela e, posteriormente, as amostras foram secas em estufa de circulação forçada de ar a 60°C, por 72 horas e pesadas em balança de precisão.

Antes da colheita foram coletas 10 panículas da área útil de cada unidade experimental para determinação do número de grãos cheios (NGC) por panícula. Cada panícula foi debulhada manualmente e efetuada a contagem dos grãos cheios por panícula. A produtividade de grãos foi estimada pela colheita da área útil (4,08m<sup>2</sup>) das parcelas quando o teor de umidade se aproximou de 22%. Em seguida foi realizada a pesagem dos grãos e determinada a umidade, corrigindo-se os dados para 13% de umidade, sendo a produtividade expressa em kg ha<sup>-1</sup>. O peso de mil grãos (PMG) foi estimado pela contagem manual de oito amostras de 100 grãos, sendo o valor corrigido para 1000 grãos e expresso em gramas.

Os dados obtidos foram analisados quanto à normalidade (teste de Shapiro-Wilk) e, posteriormente, submetidos à análise de variância ( $p \leq 0,05$ ). Em caso de significância os efeitos de herbicida foram analisados pelo teste Duncan ( $p \leq 0,05$ ) e os efeitos de épocas de coleta pelo teste t ( $p \leq 0,05$ ).

Para determinar o período de coexistência (PAI) (VELINI, 1992), foi utilizada equação de regressão com três parâmetros:

$$y = a/[1 + (x/x_0)^b]$$

onde: y = produtividade de grãos; a = valor máximo menos o valor mínimo estimado pelo modelo; x = número de dias após a emergência da cultura; x<sub>0</sub> = número de dias em que ocorre 50% da redução; e, b = declividade da curva.

Estimou-se o período anterior à interferência (PAI), pela dedução na produção máxima de arroz, estimada pelo modelo, considerando 5% correspondente ao custo de adoção de controle químico de plantas daninhas.

### **3.3 Resultados e discussão**

De acordo com análise de variância, observou-se efeito simples de período de convivência sobre as variáveis MSPA (Tab. 7), EST (Tab. 8), NGC e PMG (Tab. 9). Para a variável MSPA do capim-arroz, observou-se aumento gradativo com os dias após emergência da cultura (DAE), sendo que seu maior acúmulo foi aos 120 DAE (213,34 g.m<sup>-2</sup>). Para a MSPA do arroz não houve diferença estatística nos períodos 0, 7, 14, 21 e 120 DAE, porém estes diferiram dos demais períodos a MSPA do arroz. Estes resultados enfatizam que a competição do capim-arroz durante todo o ciclo arroz reduziu drasticamente a MSPA da cultura.

Resultados semelhantes foram verificados por Galon et al., (2007) e Tironi et al., (2009), que observou a redução de MSPA do arroz conforme aumento da população de diferentes biótipos de capim-arroz. Agostinetto et al., (2008), testando cultivares de arroz em competição com diferentes populações de capim-arroz verificou que todas as associações estudadas reduziram a MSPA do arroz, afirmando que quanto mais elevada a produção do competidor, maiores foram os danos apresentados pela cultura.

Com base nisso é possível afirmar que a medida que se aumenta a população das plantas daninhas ou incremento da sua MSPA, principalmente quando nenhum método de controle é utilizado ocorre supressão do desenvolvimento da cultura, reduzindo ou paralisando o acúmulo de MSPA. No caso da cultura do arroz irrigado, a ausência de controle das plantas daninhas pode ocasionar perdas de até 90% da produtividade de grãos (ANDRES & MACHADO, 2004). Pesquisa demonstrou que a competição de uma planta de capim-arroz por metro quadrado pode reduzir a produtividade do arroz em 64 Kg ha<sup>-1</sup> (ANDRES & MENEZES, 1997).

Tabela 7 – Acúmulo de massa seca ( $\text{g m}^{-2}$ ) da parte aérea (MSPA) de plantas de arroz e capim-arroz em função dos períodos de emergência (DAE) que a planta daninha conviveu com a cultura. Capão do Leão/RS, 2015.

Períodos (DAE)	MSPA ( $\text{g m}^{-2}$ )	
	Arroz	Capim-arroz
0	0,15 c <sup>1</sup>	0,40 d
7	0,47 c	2,61 d
14	0,77 c	4,70 d
21	1,23 c	7,70 cd
28	2,95 b	16,36 bc
35	4,68 a	20,46 b
120	0,07 c	213,34 a
C.V. (%)	113,9	24,6

<sup>1</sup>Médias seguidas por letras distintas na coluna, diferem pelo teste de Duncan ( $p \leq 0,05$ ).

Entre as características morfológicas, a EST é a que mais se relaciona com o baixo crescimento de plantas daninhas, em virtude do sombreamento imposto pela cultura (KWON et al., 1991; GARRITY et al., 1992; BENNETT & SHAW, 2000). Em todos os períodos houve diferença estatística, sendo que a EST aumentou ao longo do ciclo com exceção 120 DAE, onde a EST das plantas de arroz apresentou valor inferior, devido a competição exercida pelo capim-arroz em todo o ciclo (Tab. 8). A EST de plantas de arroz aumentou à medida que se prolonga os períodos de convivência em função do crescimento e desenvolvimento da cultura e pela competição com as plantas daninhas (ZANDONÁ, 2015). O capim-arroz é considerado planta de ciclo C4 e possui taxa fotossintética maior quando comparada a plantas C3, como o arroz, com isso ele apresenta maior taxa de crescimento e eficiência de uso dos recursos do ambiente, fato que possibilita ao capim-arroz maior vantagem competitiva independentemente do nível de interferência (SAGE, 2000; CHAUHAN; JOHNSON, 2010).

A redução da estatura de cultivares de arroz também foi verificado por Fleck (2008) quando analisava estatura de plantas de arroz em competição com arroz vermelho. Por outro lado, Zandoná (2015), observou em períodos de convivência e controle de plantas de soja não tiveram estatura alterada pela competição de plantas daninhas até os 21 DAE

Tabela 8 – Estatura (cm) de plantas de arroz em função dos períodos após emergência da cultura (DAE). Capão do Leão/RS, 2015

Períodos (DAE)	Estatura (cm) (EST)
0	3,62 g <sup>1</sup>
7	8,91 f
14	12,83 e
21	15,63 d
28	27,53 b
35	42,53 a
120	21,78 c
C.V. (%)	12,2

<sup>1</sup>Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem pelo teste de Duncan ( $p \leq 0,05$ ).

Com relação aos efeitos da competição nos componentes de produtividade como número de grãos cheios por panícula (NGP) e peso de mil grãos (PMG) não houve interação entre fatores ou efeito simples do fator A, apenas efeito simples do fator B entre períodos de convivência (Tab. 9).

Tabela 9 – Número de grãos cheios por panícula (NGC) e peso de mil grãos (g) (PMG) da cultura do arroz em função dos períodos de controle de *Echinochloa* spp. Capão do Leão/RS, 2015

Períodos (DAE <sup>1</sup> )	Nº grãos por panícula (NGP)	Peso de mil grãos (PMG)
0	147,3 a <sup>2</sup>	27,96 a
7	145,13 a	27,91 a
14	128,55 a	27,42 a
21	132,56 a	27,46 a
28	138,79 a	27,20 a
35	136,69 a	27,94 a
120	55,65 b	7,0 b
C.V. (%)	15,9	3,8

<sup>1</sup>Dias após emergência. <sup>2</sup>Médias seguidas por letras distintas, comparadas na coluna, difere pelo teste de Duncan ( $p \leq 0,05$ ).

Para NPG não houve diferença entre os períodos até 35 DAE, os quais diferiram apenas dos 120 DAE, evidenciando o fator da competição em todo o ciclo (Tab. 9). Esse fato pode ser atribuído a convivência com as plantas daninhas em todo ciclo, resultado observado também por Chauhan e Johnson (2011), onde em competição com capim-arroz, reduziu o NGP do arroz em 75%, e Zandoná (2015), onde o número de grãos por legume de soja em competição em todo ciclo, teve redução de aproximadamente 55%, quando comparada ao controle, ou seja, sem competição em todo ciclo. Em pesquisas com sorgo, foi constatado que as parcelas que



eram capinadas nos períodos de controle havia incremento de massa nas panículas de sorgo, sendo que a massa de panículas teve redução acentuada quando havia infestação durante todo ciclo, corroborando também com o resultado observado aos 120 DAE (ANDRES, 2009).

Analisando o PMG, de modo similar ao NGP, não houve diferença até os 35 DAE, diferindo apenas aos 120 DAE (Tab. 9). O menor valor observado aos 120 DAE pode ser atribuído a competição em todo ciclo.

Resultados semelhantes foram observados por Gibson et al., (2002) e Chauhan e Johnson (2011), onde a competição com capim-arroz reduziu a massa de grãos de arroz, por Junior et al., (2003) quando o arroz em competição com arroz vermelho teve massa de grãos reduzidas em aproximadamente 5% e Theisen et al., (2013) que observou que sem o controle de capim-arroz e papuã o arroz teve massa de grãos reduzidas em 2%.

Esses resultados podem ser explicados pelo grau de competição entre plantas daninhas e cultura, que é maior quando o período e a duração da interferência são prolongados, podendo ser desde os primeiros dias de convivência, quando houver alta infestação na área (FURTADO et al., 2012, SILVA et al., 2008). Dessa forma, no início do ciclo, a cultura e as plantas daninhas podem conviver sem que tenha prejuízos, danos a cultura de interesse, no entanto, ao avançar o ciclo da cultura será estabelecida a competição, causando a perda nos componentes de produtividade (BRIGHENT et al., 2004).

Para a variável produtividade houve interação entre os tratamentos herbicidas e os períodos de convivência com capim-arroz (Tab. 10). A produtividade do arroz foi reduzida onde ocorreu competição por período mais prolongando, sendo que a época que expressou menor resultado para ambos os tratamentos herbicidas foi aos 120 DAE. Quando a cultura esteve em competição até a colheita houve redução de 99,6%, da produtividade comparativamente as parcelas livres de competição praticamente todo o ciclo. O capim-arroz possui grande capacidade de competir por recursos do ambiente, além de plasticidade fenotípica, que permite alterar sua morfologia para aumentar a aquisição de recursos limitados, expressando sua maior habilidade competitiva (GIBSON et al., 2001; CHAUHAN, et al., 2011), fato que justifica esse declínio acentuado na produtividade. Resultado semelhante foi observado por

Chauhan e Johnson (2010), quando a competição com capim-arroz reduziu a produtividade do arroz em 86%.

Tabela 10 – Produtividade de arroz ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) em função da aplicação de herbicidas em diferentes períodos. Capão do Leão/RS, 2015

Períodos (DAE <sup>1</sup> )	Produtividade	
	Cialofope	Cialofope + penoxsulam
0	6.110,5 b <sup>1ns2</sup>	7.318,4 a
7	7.364,4 a <sup>ns</sup>	8.050,8 a
14	6.572,5 ab <sup>ns</sup>	7.722,0 a
21	6.546,8 ab*	7.605,0 a
28	6.382,6 ab*	4.979,4 b
35	4.755,5 c <sup>ns</sup>	4.929,4 b
120	27,3 d <sup>ns</sup>	28,3 c
C.V. (%)	10,0	8,8

<sup>1</sup>Médias seguidas por letras distintas na coluna, diferem pelo teste de Duncan ( $p \leq 0,05$ ). <sup>2</sup>\* ou <sup>ns</sup> compara cada variável na linha, diferindo ou não significativamente pelo teste t ( $p \leq 0,05$ ).

Para cialofope-butílico, a melhor produtividade foi alcançada aos 7 DAE, que foi igual a produtividade nos períodos 14, 21 e 28 DAE não apresentaram diferença estatística (Tab. 10).

O tratamento realizado com a mistura de cialofope-butílico+penoxsulam proporcionou maiores produtividades até os 21 DAE, não observando-se diferenças entre as épocas. Com aumento do período de convivência do arroz com o capim-arroz de 28 DAE até 35 DAE houve redução na produtividade, sendo verificado aos 120 DAE a menor produtividade.

Comparando os controles cialofope-butílico e a mistura cialofope-butílico+penoxsulam, observou-se nos períodos 21 e 28 DAE houve diferença na produtividade, sendo aos 21 DAE foi superior quando se utilizou controle com a mistura de herbicidas, ao contrário dos 28 DAE, onde foi verificada maior produtividade no tratamento apenas com cialofope butílico. Evidenciando que para controle com a mistura a cultura pode conviver com a planta daninha até aproximadamente os 14 DAE sem que se tenha perda na produtividade, diferente de quando se controla apenas com cialofope, onde a convivência com a cultura pode ser maior até aproximadamente 28 DAE, no entanto, a produtividade com esse controle é inferior a produtividade quando utilizada mistura.

A produtividade foi maior para quase todas as épocas, exceção aos 28 DAE, quando se utilizou a mistura de herbicidas (Tab. 10). Este resultado também foi observado por Bundt et al., (2015), quando ao utilizar a mesma mistura em diferentes

doses obteve um controle superior a 90% de capim-arroz, enquanto que cialofope-butílico (3 L ha<sup>-1</sup> + óleo mineral) proporcionou controle entre 67 e 80%, dessa forma justifica a maior produtividade quando utilizava-se a mistura. Resultados obtidos Martini et al., (2013), ao analisar as produtividades em dois anos de cultivo, demonstram que o tratamento com cialofope-butílico apresentou maior produtividade comparada ao uso de penoxsulam, fato atribuído a fitotoxicidade que alguns inibidores da enzima acetolactato sintase (ALS) podem causar a cultura do arroz.

No entanto, toxicidade causada pelos herbicidas à cultura pode ser influenciada por diversos fatores, como: o herbicida utilizado e/ou dose aplicada e a época de início de irrigação por inundação (DAL MAGRO et al., 2006). Dessa forma, mesmo que a cultura apresentando alguma injúria pela aplicação de penoxsulam, a mesma se recuperou e teve incremento de produtividade, evidenciando que a competição foi o principal fator de perda de produtividade.

Os períodos em que a cultura foi mantida com as plantas daninhas permitiram estimar o período em que o capim-arroz pode emergir e conviver com o arroz sem que ocorram prejuízos a produtividade (Fig. 1). Considerando o valor de 5% da produtividade máxima estimada pela equação, como sendo custo de controle químico para os tratamentos cialofope-butílico+penoxsulam e cialofope-butílico, foi determinado o PAI, com início na emergência até 14 DAE da cultura do arroz quando utilizado o tratamento com a mistura e 29 DAE quando utilizado apenas cialofope-butílico.

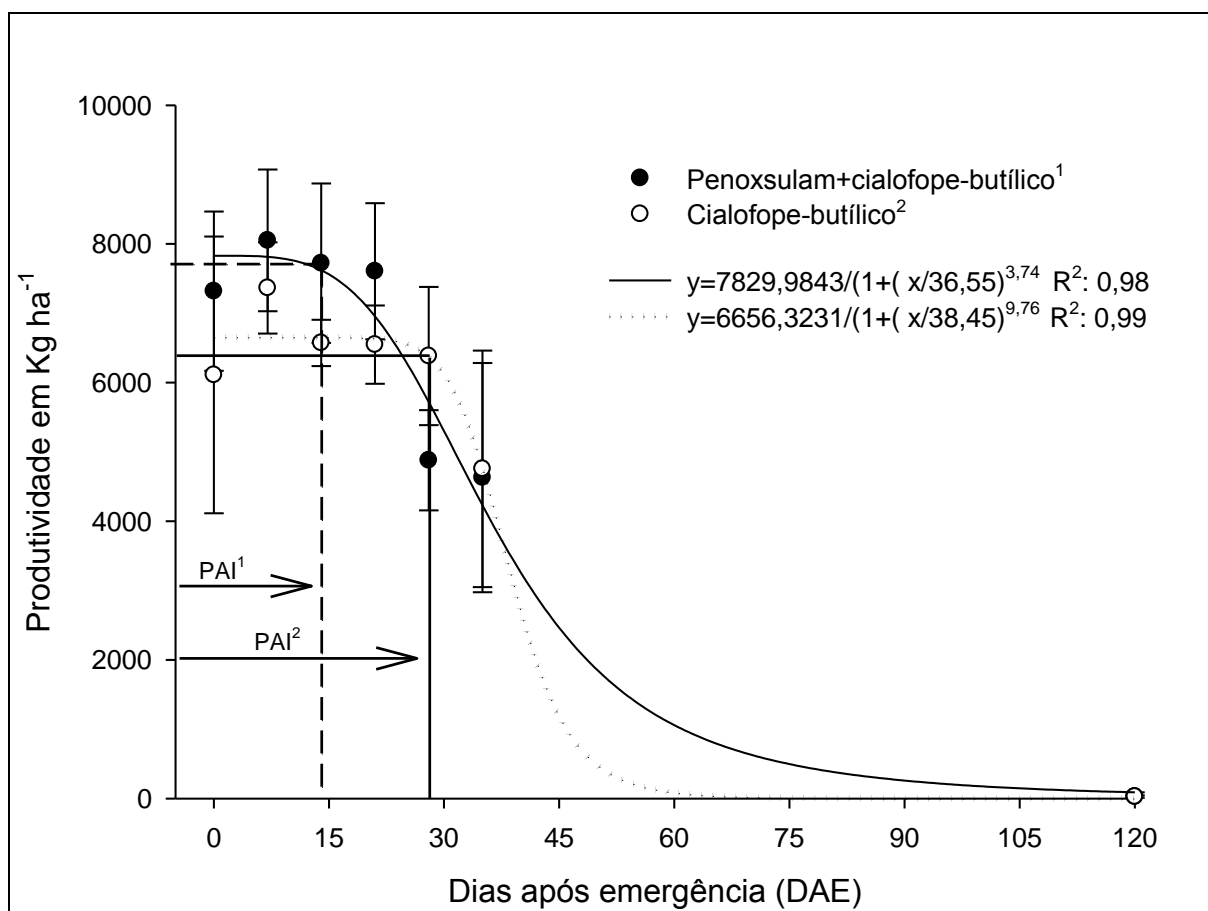


Figura 1 – Definição do período anterior a interferência (PAI), para os tratamentos cialofope-butílico+penoxsulam (círculo cheio) e para cialofope-butílico (círculo vazio), no controle de plantas daninhas na cultura do arroz irrigado, com base na produtividade de grãos. Capão do Leão/RS, 2015/2016. <sup>1</sup> Período anterior à interferência para tratamento cialofope-butílico+penoxsulam; <sup>2</sup> Período anterior à interferência para tratamento cialofope-butílico. As barras verticais representam os intervalos de confiança ( $p \leq 0,05$ ).

Trabalhos semelhantes avaliando períodos de competição mostraram resultados semelhantes ao presente estudo, com PAI de menor duração variando de 7 a 12 DAE (VIDAL, et al., 2005; ERASMO et al., 2003; ZHANG et al., 2003; SILVA E DURIGAN, 2006; AGOSTINETTO et al., 2007), ou de maior duração de 22 a 28 DAE (SILVA, E DURIGAN, 2006; SILVA, E DURIGAN, 2009), essa variação decorrente da espécie e população de plantas daninhas presentes na área, local de condução do estudo e relacionado com as técnicas de manejo adotadas.

Quando o herbicida cialofope-butílico for escolhido para o controle de plantas daninhas, tem-se um intervalo maior entre a emergência da cultura e aplicação do herbicida. Já, para o tratamento com a mistura cialofope-butílico+ penoxsulam esse

intervalo é menor, porém, o controle com a mistura proporciona menores perdas de produtividade pois oferece controle de liliopsidas e magnoliopsidas, sendo mais eficaz no controle das plantas daninhas.

### **3.4 Conclusões**

A presença de plantas daninhas, competindo pelos recursos do meio afeta negativamente a produtividade de arroz para todas as épocas em que houve competição por período superior a 28 DAE;

Medidas de controle das plantas daninhas na cultura do arroz, devem ser tomadas ao final do PAI, o qual deve ser realizado aos 14 DAE para controle com a mistura cialofope-butílico+penoxsulam e aos 29 DAE para cialofope-butílico.

O controle indicado para a cultura do arroz é a mistura de cialofope-butílico+penoxsulam, pois proporciona maior produtividade, sendo assim, mais eficiente no controle de plantas daninhas em todo ciclo.

## **4 Capítulo III - Controle de capim-arroz com herbicidas pré-emergentes em diferentes localidades do Estado do Rio Grande do Sul**

### **4.1 Introdução**

O arroz é uma Liliopsida, pertencente à família Poaceae e gênero *Oryza*, o qual possui cerca de 20 espécies conhecidas (CONAB, 2015). *Oryza sativa* L. é a principal espécie do gênero, o qual pertencem à maioria das cultivares de arroz utilizadas no mundo, sendo seu centro de origem o continente asiático.

O arroz é o principal alimento para a maioria da população mundial, constituindo-se, juntamente com o trigo e o milho, nos alimentos mais produzidos no mundo (FAO, 2017). A lavoura de arroz irrigado no Rio Grande do Sul (RS) é considerada estabilizadora da produção nacional do cereal, sendo o Estado responsável por 68% do total produzido (CONAB, 2015).

Mesmo o Brasil tendo importância mundial na produção do grão, ainda não se alcançou o patamar de produtividade considerado ideal para a cultura, sendo isso atribuído a diversos fatores, com destaque a competição das plantas daninhas. O capim-arroz (*Echinochloa* spp.), é uma das mais importantes espécies daninhas da cultura, devido as semelhanças morfofisiológicas com as plantas de arroz, vasta distribuição nas lavouras, elevada infestação e, mais recentemente, seleção e biótipos resistentes a diferentes mecanismos de ação, que dificultam o controle.

O capim-arroz apresenta grande distribuição e competitividade nos diversos sistemas de cultivo do arroz no mundo, decorrente de sua adaptação ao ambiente hidromórfico, associada a elevada produção de sementes, rápido crescimento inicial e ciclo fotossintético do tipo C4 (MARAMBE; AMARASINGHE, 2002). A principal forma de interferência que se estabelece entre o capim-arroz e o arroz irrigado é a

competição pelos recursos luz e nutrientes. A competição do capim-arroz com a cultura afeta negativamente a quantidade e a qualidade da produção, bem como a eficiência de aproveitamento dos recursos do ambiente (MELO et al., 2006). Com grande potencial competitivo com a cultura do arroz, estima-se que, nas condições de cultivo da região sul do Brasil, cada planta de capim-arroz por metro quadrado cause perda na produtividade de grãos entre 8,4 e 11,3%, quando a irrigação iniciar de 1 a 20 dias após o tratamento com herbicida, respectivamente (AGOSTINETTO et al., 2007). Elevadas infestações da planta daninha podem causar reduções de até 90% na produtividade de grãos da cultura (MELO et al., 2006).

Baixas populações ou populações escape de capim-arroz podem produzir elevadas quantidades de sementes, suficientes para gerar elevadas populações no próximo ano agrícola, sendo sua significância tão relevante que é considerado uma planta daninha da agricultura mundial, ocorrendo em 36 culturas de 61 países (NORRIS et al., 2001).

A fim de evitar as perdas decorrentes da competição com plantas daninhas, vários manejos fitossanitários são utilizados. Atualmente, entre os métodos disponíveis para o controle de plantas daninhas nas lavouras de arroz irrigado, o controle químico, mediante o uso de herbicidas, representa a principal ferramenta de controle das plantas daninhas, em razão da sua praticidade, eficiência no controle e menor custo se comparado a outros métodos de controle (AGOSTINETTO et al., 2011).

Existem diferentes manejos e momentos de aplicação para controle de plantas daninhas. Em muitos casos, a dessecação é repetida durante o subperíodo da semeadura-emergência, e tendo-se como limite a data em que se inicia o estágio fenológico S3, que corresponde a emissão do coleóptilo da planta de arroz, popularmente chamado de ponto de agulha (CRUSCIOL et al., 2002). Essas estratégias permitem eliminar da lavoura as plantas daninhas até então emergidas, sendo forma eficiente de controle (COUNCE et al., 2000).

Em pesquisa que avaliou o controle das plantas daninhas aos 45 dias após a emergência, constatou-se que o manejo com dessecação em ponto de agulha ampliou o controle de diversos herbicidas seletivos ao arroz, aplicados em pré ou pós-emergência (THEISEN et al., 2013). Para o controle de plantas daninhas, herbicidas

pré-emergentes reduzem a competição inicial, aumentando o controle em 25% com relação a tratamentos herbicidas somente em pós-emergência (CHAUAN, 2012).

O estudo teve por objetivo avaliar a eficiência de herbicidas pré-emergentes em dois momentos de aplicação no controle de capim-arroz, fitotoxicidade e produtividade do arroz, em dois locais de cultivo.

#### 4.2 Material e métodos

Os experimentos foram realizados no ano de cultivo 2016/17, na Estação Experimental do Arroz (EEA) do Instituto Rio-Grandense do Arroz, localizado no município de Santa Vitória do Palmar (EEA/IRGA - SVP) – RS e no Centro Agropecuário da Palma, da Universidade Federal de Pelotas (CAP/UFPel). O delineamento experimental foi de blocos casualizados (DBC), com quatro repetições. Os tratamentos foram arrançados em esquema fatorial 2x7, sendo fator A: manejos de aplicação (ponto de agulha e plante e aplique); e, o fator B: composto por herbicidas pré-emergentes (Tabela 11).

Tabela 11 – Relação de herbicidas e respectivas doses utilizadas nos tratamentos. EEA-IRGA, Cachoeirinha/RS, 2017

Tratamentos	Ingrediente ativo	Dose	
		(l ou g P.C.* ha <sup>-1</sup> )	(g i.a/e.a.**ha <sup>-1</sup> )
1	Testemunha	0	0
2	Clomazona	0,7	350
3	imazapir+Imazapique	140	700
4	Oxadiazona	3,0	1.200
5	Oxifluorfem	1,0	240
6	Pendimetalina***	3,75	1.706
7	Quincloraque	750	375

\*produto comercial; \*\*ingrediente ativo/equivalente ácido.\*\*\*formulação antiga

A cultivar IRGA 424 CL foi semeada no dia 29 de setembro de 2016 na EEA/IRGA - SVP, e no dia 07 de novembro de 2016 no CAP/UFPel, utilizando-se densidades de 100 kg ha<sup>-1</sup>, para ambas localidades. Foi realizado tratamento de sementes com tiametoxam na dose de 350 ml para cada 100 kg de sementes.

A adubação na semeadura foi realizada utilizando 400 kg ha<sup>-1</sup> da formulação NPK 4-17-27, segundo análise de solo e calculada baseando-se no manual de adubação e calagem para os Estados do RS e SC com posterior suplementação de



adubação nitrogenada nos estádios V<sub>4</sub> e V<sub>8</sub>, sendo utilizados 200 kg ha<sup>-1</sup> e 50 kg ha<sup>-1</sup> de ureia cloretada, respectivamente (TEDESCO et al., 2004).

As aplicações dos herbicidas ocorreram em plante e aplique no dia seguinte a semeadura, em ambos locais; e, em ponto de agulha aos 23 e 9 dias após a semeadura em SVP e CAP, respectivamente. A aplicação foi realizada com pulverizador costal, pressurizado a CO<sub>2</sub>, calibrado para vazão de 120 L ha<sup>-1</sup>. Adicionou-se adjuvante na concentração registrada quando recomendado.

Foi aplicado em pós emergência em SVP o herbicida penoxsulam mais cialofope butílico nas doses 140 ml ha<sup>-1</sup> e 2,0 L ha<sup>-1</sup>, acrescido de óleo mineral (2,0 L ha<sup>-1</sup>). No experimento conduzido em CAP, houve aplicação do herbicida cialofope butílico em pós emergência na dose de 2,0 L ha<sup>-1</sup> adicionado óleo mineral 2,0 L ha<sup>-1</sup>). Dados climáticos do período de condução do experimento em anexos.

As variáveis analisadas foram controle de capim-arroz, fitotoxicidade no arroz e produtividade de grãos. As avaliações de controle e fitotoxicidade foram realizadas aos 15 e 21 dias após o tratamento (DAT), utilizando-se escala percentual onde zero (0) e cem (100) corresponderam à ausência de injúria e morte das plantas, respectivamente (SBCPD, 1995). A produtividade de grãos foi estimada pela colheita da área útil (3,57 m<sup>2</sup>) das parcelas quando o teor de umidade se aproximou de 22%. Em seguida foi realizada a pesagem dos grãos e determinada a umidade, corrigindo-se os dados para 13% de umidade.

Os dados foram submetidos à análise de variância ( $p \leq 0,05$ ), e, em caso de significância estatística, as médias de manejos de aplicação comparadas pelo teste T ( $p \leq 0,05$ ) e, as médias de herbicidas pelo teste de Duncan ( $p \leq 0,05$ ).

### **4.3 Resultados e discussão**

Os experimentos foram analisados separadamente devido as alterações de manejos nos locais de cultivo.

#### **Estação experimental em Santa Vitória do Palmar (SVP):**

Para variável fitotoxicidade aos 15 DAT houve interação entre manejos de aplicação e tratamentos (Tabela 12); e, aos 21 DAT verificou-se apenas efeito de tratamentos (Tabela 13).

Aos 15 DAT, quando utilizado o método plante e aplique, verificou-se maior fitotoxicidade no tratamento com herbicida imazapir+imazapique, que foi igual ao tratamento com pendimetalina (Tabela 2). Resultado semelhante foi observado por Eberhardt (2015) ao averiguar fitotoxicidade inicial na cultura do arroz causando perdas de produtividade ao utilizar herbicida pendimentalina. O tratamento que apresentou menor fitotoxicidade ao arroz foi quando utilizou-se quincloraque. Para tratamentos realizados em ponto de agulha, não foi observado diferença entre os tratamentos.

Com relação ao efeito dos manejos de aplicação, os herbicidas imazapir+imazapique e pendimetalina, aplicados em ponto de agulha proporcionaram menor fitotoxicidade no arroz, quando comparada ao método plante e aplique, diferentemente do quincloraque que apresentou maior fitotoxicidade quando aplicado em ponto de agulha (Tabela 12).

É considerado em estágio de ponto de agulha quando o perfilo das plântulas de espécies poaceas encontra-se protegido do atrito e pressão do solo, devido a uma bainha cilíndrica rígida denominada coleóptilo. Após emergir no solo, as células dessa bainha senescem em função do estresse oxidativo causado pela luz, perdendo a capacidade de translocar solutos para o perfilo (CARPITA et al., 2001 e INADA et al., 2002). Isso permite que herbicidas de ação total sejam aplicados nas áreas de arroz irrigado até o início do ponto de agulha, uma vez que as folhas estão provisoriamente protegidas pelo coleóptilo.

O estágio de ponto de agulha ocorre, em geral, em período de 10 a 15 dias nas épocas mais frias e, em período de 5 a 10 dias, nas mais épocas quentes, sendo muito influenciado pela temperatura do ar e do solo (MENEZES et al., 2013). No entanto, pode ocorrer emergência desuniforme, e, dessa forma, quando acontece a aplicação, algumas plantas não se encontram em ponto de agulha, o que culmina em maior fitotoxicidade nesse tipo de aplicação.

Tabela 12 – Fitotoxicidade a cultura do arroz em função de manejos de cultivo e aplicação de herbicidas pré-emergentes, aos 15 DAT. Santa Vitória do Palmar/RS, 2017

Tratamentos	Fitotoxicidade (%) aos 15 DAT	
	Plante e aplique	Ponto de agulha
Testemunha	0,0 e <sup>1ns</sup>	0,0 a
Clomazona	26,7 bc <sup>ns</sup>	23,3 a
Imazapir+imazapique	54,0 a*	5,5 a
Oxadiazona	7,0 de <sup>ns</sup>	21,0 a
Oxifluorfem	22,2 cd <sup>ns</sup>	15,7 a
Pendimetalina	41,0 ab*	9,0 a
Quincloraque	5,5 e*	15,7 a
C.V.%	40,2	83,12

<sup>1</sup>Médias seguidas por letras distintas na coluna, diferem entre si pelo teste de Duncan ( $p \leq 0,05$ ). \* ou <sup>ns</sup> compara sistemas de cultivo pelo teste t ( $p \leq 0,05$ ).

Não se verificou interação entre herbicidas e manejos de aplicação para fitotoxicidade à cultura aos 21 DAT, apenas efeito simples de herbicidas (Tabela 13). Não houve diferença estatística para os tratamentos herbicidas, no entanto estes diferiram da testemunha.

Tabela 13 – Fitotoxicidade a cultura do arroz em função de aplicação de herbicidas pré-emergentes, aos 21 DAT. Santa Vitória do Palmar/RS, 2017

Tratamentos	Fitotoxicidade aos 21 DAT (%)
Testemunha	0,0 b <sup>1</sup>
Clomazona	4,7 a
Imazapir+imazapique	3,2 ab
Oxadiazona	3,0 ab
Oxifluorfem	3,7 a
Pendimetalina	5,2 a
Quincloraque	3,9 a
C.V.%	77,0

<sup>1</sup> Médias seguidas por letras distintas na coluna, diferem entre si pelo teste de Duncan ( $p \leq 0,05$ ).

Não se observou interação entre manejos de aplicação e tratamentos para a variável controle aos 15 e 21 DAT, verificando-se apenas efeito simples de herbicidas (Tabela 14). Aos 15 DAT, todos os tratamentos herbicidas apresentaram controle satisfatório, superior a 90%, não apresentando diferenças estatísticas entre si, diferindo-se apenas da testemunha.

Aos 21 DAT, verificou-se que imazapir+imazapique foi o mais eficiente no controle de capim-arroz, sendo similar aos tratamentos com clomazone, oxadiazona, pendimetalina e quincloraque (Tabela 14). Observou-se que apenas oxifluorfem

apresentou menor eficiência de controle, ainda apresentando controle próximo a 85%. Resultados semelhantes para quincloraque foram observados por Bonow et al. (2015), com controle de capim-arroz chegando a 100% aos 28 DAT, no entanto, o mesmo trabalho não corrobora com o resultado encontrado para imazapir+imazapique nesta pesquisa. Em estudos com controle de capim-arroz, também observou controle satisfatório com imazapir+imazapique (Piveta et al., 2013).

O quincloraque é um herbicida amplamente utilizado nas lavouras de arroz irrigado, pertencente aos grupos de herbicidas mimetizadores de auxinas, apresenta flexibilidade na aplicação tanto em pré ou pós-emergência, eficiência de controle de *Echinochloa* spp., baixa toxicidade ao homem e animais, e seletividade à cultura do arroz (ANDRES et al., 2007).

O efeito do herbicida clomazona em pré-emergência de poaceas, principalmente capim-arroz, milhã (*Digittaria* sp.) e papuã (*Brachiaria plantaginea*) já é bem conhecido (CONCENÇO et al., 2006b), sendo que o efeito residual do clomazone, provavelmente, contribuiu para menor competição das plantas daninhas com a cultura por recursos, proporcionando acréscimo na área foliar das plantas de arroz (ANDRES et al., 2007).

Tabela 14 – Controle de capim-arroz aos 15 e 21 DAT, em função de aplicações de herbicidas pré-emergentes na cultura do arroz irrigado. Santa Vitória do Palmar/RS, 2017

Tratamentos	Controle (%)	
	15 DAT	21 DAT
Testemunha	0,0 b <sup>1</sup>	0,0 c
Clomazona	99,7 a	93,5 ab
Imazapir+imazapique	99,5 a	95,1 a
Oxadiazona	97,1 a	93,1 ab
Oxifluorfem	93,2 a	85,4 b
Pendimetalina	94,7 a	92,8 ab
Quincloraque	93,1 a	87,1 ab
C.V.%	6,8	8,1

<sup>1</sup> Médias seguidas por letras distintas na coluna, diferem entre si pelo teste de Duncan (p≤0,05).

Para produtividade, não houve interação entre manejos de aplicação e tratamentos com herbicidas, apenas efeito de herbicidas (Tabela 15). O tratamento com clomazona proporcionou maior produtividade e foi similar aos tratamentos com oxifluorfem, oxadiazona e pendimetalina. Verificou-se que a produtividade com o

tratamento imazapir+imazapique apresentou diferença estatística em relação as melhores produtividades, podendo se atribuir essa diferença a fitotoxicidade inicial observada aos 15 DAT para esse tratamento, sendo, no entanto, sua produtividade elevada, não apresentando nesse caso, elevada perda de produtividade comparada aos demais tratamentos. De acordo com os resultados de controle de capim-arroz aos 15 e 21 DAT foi observado controle satisfatório acima de 85% em todos os casos, dessa forma influenciando diretamente na produtividade, pois a cultura sempre esteve livre da competição com as plantas daninhas.

Tabela 15 – Produtividade de grãos de arroz em função de aplicações de herbicidas pré-emergentes na cultura do arroz irrigado em Santa Vitória do Palmar. Santa Vitória do Palmar/RS, 2017

Tratamentos	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )
Testemunha	11.430,8 bc <sup>1</sup>
Clomazona	12.269,6 a
Imazapir+imazapique	11.245,6 bc
Oxadiazona	11.679,7 abc
Oxifluorfem	11.950,7 ab
Pendimetalina	11.749,2 abc
Quincloraque	11.225,7 c
C.V.%	5,4

<sup>1</sup> Médias seguidas por letras distintas na coluna, diferem entre si pelo teste de Duncan (p≤0,05).

#### **Estação experimental em Centro agropecuário da Palma, Capão do Leão (CAP):**

Para variável fitotoxicidade aos 15 DAT e 21 DAT houve interação entre manejo de aplicação e tratamentos (Tabela 16). Aos 15 DAT, para aplicação em plante e aplique, os tratamentos que apresentaram maior fitotoxicidade para cultura do arroz foram os herbicidas oxifluorfem, que não diferiu do tratamento com clomazone. Verificou-se que o tratamento que teve menor fitotoxicidade a cultura foi com o herbicida oxadiazona. Em aplicação em ponto de agulha, também se observou maior fitotoxicidade para o tratamento com oxifluorfem, seguido do clomazona. Os demais tratamentos apresentaram baixa fitotoxicidade a cultura, com valores inferiores a 6%. Estes resultados corroboram com Eberhardt (2015), onde observou maior fitotoxicidade quando utilizou oxifluorfem e clomazone; e, menor fitotoxicidade quando utilizou oxadiazona.

Na comparação dos métodos de manejo para cada herbicida, a aplicação de clomazone, imazapir+imazapique, oxadiazona e oxifluorfem, em ponto de agulha, proporcionou maior fitotoxicidade a cultura (Tabela 16).

Aos 21 DAT, para plante e aplique, observou-se que o tratamento que causou maior fitotoxicidade para cultura do arroz foi clomazona, seguido do tratamento com oxifluorfem (Tabela 6). Os demais tratamentos não apresentaram diferença entre si, com reduzidos valores para a variável. Em ponto de agulha, verificou-se que também os herbicidas clomazona e oxifluorfem apresentaram maior fitotoxicidade, não se diferenciando estatisticamente entre si. Os demais tratamentos não apresentaram diferença estatística entre os mesmos, diferenciando apenas da testemunha. Em trabalhos que foram avaliadas fitotoxicidade da cultura aos 07, 14, 21 e 28 DAT, foi observado que os níveis de fitotoxicidade da cultura do arroz foram maiores com o manejo que tinha associação com o herbicida clomazone (PIVETA et al. 2013).

Na comparação entre manejos de aplicação aos 21 DAT, observou-se que a aplicação dos tratamentos com clomazona, oxifluorfem e quincloraque propiciaram maior fitotoxicidade quando foram realizadas em ponto de agulha. Pesquisando a tolerância de cultivares de arroz à aplicação de clomazone, Zhang et al. (2004), observou que o herbicida pode causar injúrias a cultura, resultando em redução da estatura de plantas e diminuição produtividade de grãos da cultura. Observa-se, assim, a necessidade do uso de protetor de sementes quando se utilizar o herbicida clomazone em doses elevadas (HATZIOS e BURGOS, 2004).

Tabela 16 – Fitotoxicidade a cultura do arroz em função de manejos de cultivo e aplicação de herbicidas pré-emergentes, aos 15 e 21 DAT. Capão do Leão/RS, 2017

Tratamentos	Fitotoxicidade (%)			
	Plante e aplique		Ponto de agulha	
	15 DAT			
Testemunha	0,0	e <sup>1ns</sup>	0,0	d
Clomazona	6,5	ab*	13,0	b
Imazapir+imazapique	4,2	cd*	6,0	c
Oxadiazona	3,0	d*	5,7	c
Oxifluorfem	7,5	a*	27,7	a
Pendimetalina	3,2	cd <sup>ns</sup>	4,2	d
Quincloraque	5,0	bc <sup>ns</sup>	6,0	c
C.V.%	25,9		26,5	
21 DAT				
Testemunha	0,0	c <sup>ns</sup>	0,0	c
Clomazona	6,2	a*	17,2	a
Imazapir+imazapique	1,0	c <sup>ns</sup>	3,2	b
Oxadiazona	1,0	c <sup>ns</sup>	3,3	b
Oxifluorfem	3,3	b*	16,0	a
Pendimetalina	1,5	c <sup>ns</sup>	2,5	b
Quincloraque	1,0	c*	3,7	b
C.V.%	58,9		30,2	

<sup>1</sup>Médias seguidas por letras distintas na coluna, diferem entre si pelo teste de Duncan ( $p \leq 0,05$ ). \* ou <sup>ns</sup> compara sistemas de cultivo pelo teste t ( $p \leq 0,05$ ).

Houve interação entre manejos de cultivo e tratamentos para a variável controle aos 15 DAT (Tabela 17). Não houve interação entre os fatores de tratamentos, bem como efeitos simples de tratamentos para a variável controle aos 21DAT (dados não apresentados).

Aos 15 DAT, no manejo de aplicação plante e aplique, os tratamentos com clomazone, imazapir+imazapique e quincloraque proporcionaram maior controle de capim-arroz, no entanto os valores ficaram abaixo de 80% (Tabela 17). Na aplicação realizada em ponto de agulha, também se verificou que clomazone, imazapir+imazapique e quincloraque foram os mais eficientes no controle de capim-arroz, e neste caso obtiveram controle superior a 80%. Resultados semelhantes para quincloraque foram observados por Bonow et al. (2015), com controle de capim-arroz alcançando 100% aos 28 DAT.

Ao comparar os manejos de aplicação, observou-se que clomazona e oxifluorfem aplicados em ponto de agulha, proporcionaram melhores controles de capim-arroz em relação a aplicação em plante e aplique.

Tabela 17 – Controle de capim-arroz aos 15 DAT, em função de diferentes modos de aplicações de herbicidas pré-emergentes na cultura do arroz irrigado. Capão do Leão/RS, 2017

Tratamentos	Controle aos 15 DAT (%)	
	Plante e aplique	Ponto de agulha
Testemunha	0,0 c <sup>1ns</sup>	0,0 d
Clomazona	73,7 a*	81,0 a
Imazapir+imazapique	76,6 a <sup>ns</sup>	82,0 a
Oxadiazona	39,3 b <sup>ns</sup>	44,3 c
Oxifluorfem	47,5 b*	70,7 b
Pendimetalina	45,25 b <sup>ns</sup>	46,0 c
Quincloraque	79,2 a <sup>ns</sup>	86,2 a
C.V.%	9,2	9,6

<sup>1</sup> Médias seguidas por letras distintas na coluna, diferem entre si pelo teste de Duncan ( $p \leq 0,05$ ). \* ou <sup>ns</sup> compara sistemas de cultivo pelo teste t ( $p \leq 0,05$ ).

Para produtividade, não houve interação entre manejos de aplicação e tratamentos com herbicidas, apenas efeito de tratamento de herbicidas (Tabela 18). Os tratamentos com os herbicidas imazapir+imazapique e quincloraque proporcionaram maiores produtividades, enquanto os demais tratamentos não diferiram estatisticamente entre si, diferindo-se apenas da testemunha.

Ao analisar a variável controle, também observou-se melhores resultados para os tratamentos com imazapir+imazapique, dessa forma, sabe-se que a concorrência estabelecida nas fases iniciais provoca perdas significativas à produção, assim deve ser proporcionado o estabelecimento da cultura livre da presença de plantas daninhas, pois quanto maior for o período de convivência da planta daninha com a cultura, maior serão os prejuízos ocasionados a produtividade de grãos (FURTADO et al., 2012, AGOSTINETTO et al., 2014).

Tabela 18 – Produtividade de grãos de arroz em função de aplicações de herbicidas pré-emergentes na cultura do arroz irrigado em Capão do Leão. Capão do Leão/RS, 2017

Tratamentos	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )
Testemunha	6.258,1 c <sup>1</sup>
Clomazona	8.521,3 b
Imazapir+imazapique	10.142,0 a
Oxadiazona	7.731,4 b
Oxifluorfem	7.854,8 b
Pendimetalina	7.491,3 b
Quincloraque	10.414,4 a
C.V.%	10,6

<sup>1</sup> Médias seguidas por letras distintas na coluna, diferem entre si pelo teste de Duncan ( $p \leq 0,05$ ).



As maiores produtividades foram encontradas com os tratamentos que apresentaram também melhor controle, dessa forma, enfatizando a importância do conhecimento de competição de plantas daninhas, a escolha do melhor herbicida, o entendimento do melhor momento de aplicação, pois onde as mesmas tiveram melhor controle se obteve também as maiores produtividades.

#### **4.4 Conclusões**

Os herbicidas imazapir+imazapique, pendimetalina, clomazona e oxifluorfem causam fitotoxicidades a cultura do arroz. Aplicação em ponto de agulha proporciona maior fitotoxicidade a cultura quando comparadas a aplicação plante e aplique.

Os herbicidas clomazona, imazapir+imazapique e quincloraque apresentaram os melhores índices de controle, sendo os melhores tratamentos para essa variável.

Produtividades mais elevadas foram obtidas nos tratamentos com clomazona em SVP e imazapir+imazapique ou quincloraque no CAP.

## 5 CONCLUSÕES

Na densidade de 100 kg ha<sup>-1</sup> há maiores MSPA de colmos principais e de afilhos. A cultivar LPCL apresenta maior afilhamento, maior número de grãos cheios e totais por panícula, enquanto na cultivar BRS Pampeira há maior número de grãos vazios. A produtividade não foi alterada quando utilizadas densidades superiores a 80 kg ha<sup>-1</sup> em todas cultivares testadas.

A presença de plantas daninhas afeta negativamente a produtividade de arroz em todas as épocas que a competição foi superior a 28 DAE. As medidas de controle das plantas daninhas na cultura do arroz devem ser tomadas ao final do PAI, o qual deve ser realizado aos 14 DAE para controle com a mistura cialofope-butílico+penoxsulam e aos 29 DAE para cialofope-butílico. O controle indicado para a cultura do arroz é a mistura de cialofope-butílico+penoxsulam.

Imazapir+imazapique, pendimetalina, clomazona e oxifluorfem causam fitotoxicidade a cultura do arroz. A aplicação em ponto de agulha proporciona maior fitotoxicidade a cultura quando comparadas a aplicação plante e aplique. Clomazona, imazapir+imazapique e quincloraque apresentam os melhores índices de controle. Produtividades mais elevadas são obtidas nos tratamentos com clomazona em SVP e imazapir+imazapique ou quincloraque no CAP.

## 6 REFERÊNCIAS

AGOSTINETTO, D.; FONTANA, L.C.; VARGAS, L.; PERBONI, L.T.; POLIDORO, SILVA, B.M. Competition periods of crabgrass with ice and soybean crops. **Planta Daninha**, v.32, p.31-38, 2014.

AGOSTINETTO, D.; GALON, L.; MORAES, P. V. D.; RIGOLI, R. P.; TIRONI, S. P.; PANOZZO, L. E. Competitividade relativa entre cultivares de arroz irrigado e biótipo de capim-arroz (*Echinochloa* spp.). **Planta Daninha**, v.26, p.757-766, 2008.

AGOSTINETTO, D.; GALON, L.; MORAES, P.V.D.; TIRONI, S.P.; DAL MAGRO, T.; VIGNOLO, G.K. Interferência de capim-arroz (*Echinochloa* spp.) na cultura do arroz irrigado (*Oryza sativa*) em função da época de irrigação. **Planta Daninha**, v. 25, p. 689 – 696, 2007.

AGOSTINETTO, D.; GALON, L.; TIRONI, S. P.; PINTO, J.J.O.; NEVES, R. Períodos de competição de capim-arroz (*Echinochloa* spp.) na cultura do arroz irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, Reunião da cultura do arroz irrigado, Pelotas, **Anais...** v.5, p.127-129, 2007.

AGOSTINETTO, D.; PANOZZO, L.E.; MORAES, P.V.D.; DAL MAGRO, T.; TAROUCO, C. P.; OLIVEIRA, C.; RUBIN, R. Épocas de aplicação de penoxsulam e de início da irrigação no arroz irrigado. **Planta Daninha**, v.29, p. 405 - 412, 2011.

AGOSTINETTO, D.; RIGOLI, R. P.; SCHAEGLER, C. E.; TIRONI, S. P.; SANTOS, L. S. Período crítico de competição de plantas daninhas com a cultura do trigo. **Planta Daninha**,v.26 p. 271-278,2008.

AGOSTINETTO, D; DAL MAGRO, T.; VARGAS, L.; NOLDIN, J. A. Resistência de *Cyperus difformis* L. ao herbicida pyrazosulfuron-ethyl e alternativas de controle *Cyperus difformis* L. **Semina: Ciências Agrárias**, v.32, p.839-848, 2011.

AGROFIT. **Sistema de agrotóxicos fitossanitários**. Disponível em: <[http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)> Acesso em 17 abril. 2017.

ANDRES, A.; CONCENÇO, G.; MELO, P. T. B. S.; SCHMIDT, M.; RESENDE, R. G. Detecção da resistência de capim-arroz (*Echinochloa* sp.) ao herbicida quinclorac em regiões orizícolas do sul do Brasil. **Planta Daninha**, v.25, p. 221-226, 2007.

ANDRES, A.; CONCENÇO, G.; SCHWANKE, A. M. L.; THEISEN, G.; MELO, P. T. B. S. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura do sorgo forrageiro em terras baixas. **Planta Daninha**, v.27, p.229-234, 2009.

ANDRES, A.; MACHADO, S.L.O. Plantas daninhas em arroz irrigado. In: GOMES, A. S.; MAGALHÃES Jr., A. M. Arroz irrigado no sul do Brasil. Brasília: **Embrapa Informação Tecnológica**, 2004.

ANDRES, A.; MENEZES, V.G. Rendimento de grãos do arroz irrigado em função de densidade de capim-arroz (*Echinochloa crusgalli*). In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO.1997, Balneário Camboriú: Irga **Anais do ...**, p. 429-430.

ARGENTA, G.; SANGOI, L.; SILVA, P.R.F. da; RAMPAZZO, C.; GRACIETTI, L.C.; STRIEDER, M.L.; FORSTHOFER, E.L.; SUHRE, E. Potencial de rendimento de grãos de milho em dois ambientes e cinco sistemas de produção. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.4, p.27- 34, 2003.

BALOCH, A.W.; SOOMRO, A.M.; JAVED, M.A.; AHMED, M.;BUGHIO, H.R. BUGHIO, M. S.; MASTOI, N.N. Optimum plant density for high yield in rice (*Oryza sativa* L.). **Asian Journal Plant of Science**, v.1, p.25-27, 2002.

BENNETT, A. C.; SHAW, D. R. Effect of *Glycine max* cultivar and weed control on weed seed characteristics. **Weed Science**, v. 48, p. 431-435, 2000.

BONOW, J. F. L.; AMEGO, F. P.; ANDRES, A.; DE AVILA, L. A.; PESTANA, R.; NOGUEIRA, E. A.; EGEWARTH, K. Herbicidas alternativos para controle de capim-arroz resistente ao herbicida imazapyr + imazapic. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ARROZ IRRIGADO. **Anais...** Pelotas, RS: Sociedade Sul-Brasileira do Arroz irrigado: SOSBAI, 2015. P. 331.

BOSCO, N. A. S. L. C.; WALTER, S. M. L. C.; MARCOLIN, E. Duração do ciclo de desenvolvimento de cultivares de arroz em função da emissão de folhas no colmo principal. **Ciência Rural**, v. 36, p.1086-1093, 2006.

BUNDT, A. D. C.; MARIOT, C. H. P.; DA SILVA RUBIN, R. Eficiência da mistura formulada por cyhalofop+penoxsulam no controle de plantas daninhas da cultura do arroz irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 2015, Pelotas, **Anais do ...** Pelotas: Sociedade Sul-Brasileira do Arroz irrigado: SOSBAI, v.1, p.176-179.

CARMONA, L.C.; BERLATO, M.A.; BERGONCI, J.I. Relação entre elementos meteorológicos e rendimento de arroz irrigado no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.10, p.289-294, 2002.

CARPITA, N. C.; DEFERNEZ, M.; FINDLAY, K.; WELLS, B.; SHOUE, D. A.; CATCHPOLE, G.; E MCCANN, M. C. Cell wall architecture of the elongating maize coleoptile. **Plant Physiology**, v.127, p.551-565, 2001.

CHANDRARATNA, M.F. **Genetics and breeding of rice**. London: Longmans, p. 389, 1964.

CHAUHAN, B. S. Weed ecology and weed management strategies for dry-seeded rice in Asia. **Weed Technology**, v. 26, p. 1-13, 2012.

CHAUHAN, B. S.; JOHNSON, D. E. (2010). Responses of rice flatsedge (*Cyperus iria*) and barnyardgrass (*Echinochloa crusgalli*) to rice interference. **Weed science**, v. 58, p. 204-208, 2010.

CHAUHAN, B. S.; JOHNSON, D. E. Implications of narrow crop row spacing and delayed *Echinochloa colona* and *Echinochloa crusgalli* emergence for weed growth and crop yield loss in aerobic rice. **Field Crops Research**, v. 117, p. 177-182, 2010.

CHAUHAN, B. S.; JOHNSON, D. E. Relative importance of shoot and root competition in dry-seeded rice growing with junglerice (*Echinochloa colona*) and ludwigia (*Ludwigia hyssopifolia*). **Weed Science**, v. 58, p. 295-299, 2010.

CHAUHAN, B. S.; JOHNSON, D.E. Ecological studies on *Echinochloa crusgalli* and the implications for weed management in direct-seeded rice **Crop Protection**, v. 30, p. 1385-1391, 2011.

CONAB. Safras de grãos 2014-2015. 2º levantamento. 32 p. Disponível em: < <http://www.conab.gov.br/download/safra/safra20142015Lev02.pdf> >. Acesso em: 17 abril. 2017.

CONCENÇO, G.; ANDRES, A.; LOPES, N. F.; MORAES, D. M.; RESENDE, R. G.; FONTOURA, T. P. Efeito de herbicidas aplicados em pré-emergência e momentos de início da irrigação no crescimento de plantas de arroz. **Planta Daninha**, v. 24, p. 295-301, 2006.

COUNCE, P.A.; KEISLING, T.C.; e MITCHELL, A. J. A uniform, objective, and adaptive system for expressing rice development. **Crop Science**, v.40, p.436-443, 2000.

CRUSCIOL, C. A. C.; LIMA, E. V.; ANDREOTTI, M.; E SCHIOCCHET, M. A. Aplicação tardia de glyphosate e estande e desenvolvimento inicial do arroz em sistema de cultivo mínimo. **Planta Daninha**, v.1, 45-51, 2002.

DAL MAGRO, T.; AGOSTINETTO, D.; PINTO, J. J. O.; GALON, L.; REZENDE, A. L. Efeito de deriva simulada de herbicida inibidor de ALS nos componentes da produtividade do arroz irrigado. **Planta Daninha**, v. 24, p.805-812, 2006.

DALRYMPLE, D.G. Development and spread of high-yielding rice varieties in developing countries. Washington: **Agengy for International Development**, 1986, p. 117.

EBERHARDT, D. S.; DE OLIVEIRA NETO, A. M.; NOLDIN, J. A. Eficácia de herbicidas pré-emergentes no controle de capim-arroz em sistema de cultivo mínimo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ARROZ IRRIGADO, 2015, Pelotas. **Anais...** Pelotas, RS: Sociedade Sul-Brasileira do Arroz irrigado:SOSBAI, p.125.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária – Portal Embrapa (Versão 3,21,0) p03. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/20419439/embrapa-lanca-cultivar-de-arroz-irrigado--na-abertura-da-colheita-do-rs>. Acesso em: 17/05/2017.

ERASMO, E.A.L.; COSTA, N.V.; PINHEIRO, L.L.A.; SILVA, J.I.C.; TERRA, M.; SARMENTO, R.A.; CUNHA, A.M.; GARCIA, S.L.R. Efeito da densidade e dos períodos de convivência de *Cyperus esculentus* na cultura do arroz irrigado. **Planta Daninha**, v.21, p. 381-386, 2003.

FAGUNDES, P.P.R.; MACHADO, M.O.; MAGALHÃES JR., A .M. de; TERRES, A. L.; LANNES, S.D.; SILVA, G.F. dos S. Efeito da densidade de semeadura e do espaçamento entre fileiras, sobre o rendimento de grãos de cinco genótipos de arroz irrigado (*Oryza sativa* L.), In: REUNIÃO ANUAL DO ARROZ IRRIGADO, 1997, Balneário Camburiu. **Anais...** Florianópolis:Epagri p. 191-93.

FLECK, N. G.; AGOSTINETTO, D.; GALON, L.; SCHAEGLER, C. E. Competitividade relativa entre cultivares de arroz irrigado e biótipo de arroz-vermelho. **Planta Daninha**, v.26, p.101-111, 2008.

FLECK, N. G.; AGOSTINETTO, D.; RIZZARDI, M. A.; BIANCHI, M. A.; MENEZES, V. G. Interferência de plantas concorrentes em arroz irrigado modificada por métodos culturais. **Planta Daninha**, v.22, p.19-28, 2004.

FLECK, N. G.; LAZAROTO, C. A.; SCHAEGLER, C. E.; FERREIRA, F. B. Suscetibilidade de três espécies de angiquinho (*Aeschynomene* spp.) a herbicidas de utilização em pós-emergência em arroz irrigado. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.14, 462-470, 2008.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Production and trade statistics. Acessado em: 17 abril. 2017. Online. Disponível em: <http://www.fao.org/economic/ess/ess-trade/en/>

FURTADO, G.F.; SOUSA, J.R.M.; JUNIOR J.R.S.; LACERDA, R.R.A.; SOUZA, A.S. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura do girassol. **Revista Verde**, v.7, p.12-17, 2012.

GALON, L.; AGOSTINETTO, D.; MORAES, P. V. D.; DAL MAGRO, T.; PANOZZO, L. E.; BRANDOLT, R. R.; SANTOS, L. S. Níveis de dano econômico para decisão de controle de capim-arroz (*Echinochloa* spp.) em arroz irrigado (*Oryza sativa*). **Planta Daninha**, v.24 p.709-718, 2007.

GALON, L.; AGOSTINETTO, D.; MORAES, P. V. D.; TIRONI, S. P.; DAL MAGRO, T. Estimativa das perdas de produtividade de grãos em cultivares de arroz (*Oryza sativa*) pela interferência do capim-arroz (*Echinochloa* spp.). **Planta Daninha**, v.25 p.697-707, 2007.

GARRITY, D. P.; MOVILLON, M.; MOODY, K. Differential weed suppression ability in upland rice cultivars. **Agronomy Journal**, v. 84, p.586- 591, 1992.

GIBSON, K. D.; FISCHER, A. J. Relative growth and photosynthetic response of water-seeded rice and *Echinochloa oryzoides*. **Pest Manage.** v. 47 p.305-309, 2001.

HATZIOS, K. K.; BURGOS, N. Metabolism-based herbicide resistance: regulation by safeners. **Weed Science**, v. 52, p. 454-467, 2004.

HODGSON, J. Grazing management: science into practice. Essex: **Longman Scientific & Technical**, p.203, 1990.

HÖFS, A.; SCHUCH, L.O.B.; PESKE, S.T.; BARROS, A.C.S.A. Efeito da qualidade fisiológica das sementes e da densidade de semeadura sobre o rendimento de grãos e qualidade industrial em arroz. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 26, p.55-62, 2004.

INADA, N.; SAKAI, A.; KUROIWA, H.; KUROIWA, T. Three-dimensional progression of programmed death in the rice coleoptile. **International Review of Cytology**, v.58, p.218-221, 2002.

INFELD, J.A.; ZONTA, E.P. Densidade de semeadura na cultivar BR-IRGA 411. In: REUNIÃO ANUAL DO ARROZ IRRIGADO, 1985 Pelotas, **Anais do ...** Pelotas: Embrapa/CPATB. p. 168-72.

IRGA – Instituto Riograndense do Arroz. Arroz RS – O Programa da Produtividade. Acesso em 19 de abril de 2017. Online. Disponível em: <http://www.irga.rs.gov.br/arrozrs.htm>.

JUNIOR, A. A. B.; FLECK, N. G.; MENEZES, V. G.; AGOSTINETTO, D. Competitividade de cultivares de arroz irrigado com cultivar simuladora de arroz-vermelho. **Pesquisa agropecuária brasileira**. v.38 p. 53-59, 2003.

KWON, S. L.; SMITH JUNIOR, R. J.; TALBERT, R. E. Interference durations of red rice (*Oryza sativa*) in rice (*Oryza sativa*). **Weed Science**, v. 39, p. 363-368, 1991.

LICH, J.M.; RENNER K.A.; PENNER, D. Interaction of glyphosate with postemergence soybean (*Glycine max*) herbicides. **Weed Science**, v.45, p.12- 21, 1997.

LIMA, E.D.V.; CRUSCIOL, C.A.C.; MATEUS, G.P. Participação do colmo principal e dos afilhos na produtividade do arroz irrigado, em função da densidade de semeadura. **Bragantia**, v.69, p.387-393, 2010.

LOPES, S.I.G.; LOPES, M.C.B.; LIMA, A.L.; SANTOS, A.S.; FREITAS, P.R.; CREMONESI, J.; e LEAL, C.E.B. Avaliação do ganho genético do programa de melhoramento do IRGA no período de 1961 a 2004. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 2005, Santa Maria, RS. **Anais do...** Santa Maria: Sosbai, v.1, p.67-69.

MAGALHÃES JÚNIOR, A. M.; DE MORAES, O. P.; FAGUNDES, P. R. R.; NETO, F. P. M.; FRANCO, D. F.; NEVES, P. D. C. F.; e SEVERO, A. C. M. BRS Pampa: Cultivar de Arroz Irrigado de Alta Produtividade e Excelência na Qualidade de Grãos. **Comunicado Técnico 282, Embrapa Clima Temperado**, Pelotas, p. 8, 2012.

MAGALHAES JUNIOR, A. M.; MORAIS, O. P.; FAGUNDES, P. R. R.; CORDEIRO, A. C. C.; FRANCO, D. F.; PEREIRA, J. A.; COLOMBARI FILHO, J. M.; ANDRES, A.; AZEVEDO, R. de. BRS Pampeira: Cultivar de Arroz Irrigado de Elevado Potencial Produtivo. **Comunicado técnico 332, Embrapa Clima Temperado**, Pelotas, p. 8, 2016.

MALIK, M. S.; BURGOS, N. R.; TALBERT, R. E. Confirmation and control of propanil-resistant and quinclorac-resistant barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) in rice. **Weed Technology**, v. 24, p. 226-233, 2010.

MARAMBE, B.; AMARASINGHE, L. Propanil-resistant barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv. ) in Sri Lanka: Seedling growth under different temperatures and control. **Weed Biology and Management**, v.2, n. 4, p. 194 – 199, 2002.

MARIOT, C. H. P.; SILVA, P. D.; MENEZES, V. G.; e TEICHMANN, L. L. Resposta de duas cultivares de arroz irrigado à densidade de semeadura e à adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, p. 233-241, 2003.

MARTINI, L. F. D.; NOLDIN, J. A.; DE AVILA, L. A.; DA SILVA MOURA, D.; PIVETA, L.; ZIMMER, M. Fitotoxicidade de herbicidas na cultura do arroz irrigado submetida ao estresse por frio nos anos 2010/11 e 2011/12. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 2013, Santa Maria/RS **Anais do ...**, Santa Maria: Sosbai, 2013, p.44.

MELO, P.; SCHUCH, L. O. B.; ASSIS, F. D.; CONCENÇO, G. Comportamento de populações de arroz irrigado em função das proporções de plantas originadas de sementes de alta e baixa qualidade fisiológica. **Revista Brasileira de Agrociências.**, v. 12, n. 1, p. 37-43, 2006.

MENEZES, V. G.; MARIOT, C. H. P.; KALSING, A.; FREITAS, T. F. S. D.; GROHS, D. S.; MATZENBACHER, F. D. O. Association of glyphosate and imidazolinones on red rice control in Clearfield™ rice. **Ciência Rural**, v. 43, p. 2154-2159, 2013.

NEPOMUCENO, M.; ALVES, P.L.C.A.; DIAS, T.C.S.; PAVANI, M.C.M.D. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da soja nos sistemas de semeadura direta e convencional. **Planta Daninha**, v.25, p.43-50, 2007.

NORRIS, J. L.; SHAW, D. R.; SNIPES, C. E. Weed Control from herbicide combinations with three formulations of glyphosate. **Weed technology**, v. 15 n. 3, p. 552 – 558, 2001.

PAUL, J.; CHOUDHARY, A.K.; SURI, V.K.; SHARMA, A.K.; KUMAR, V.; SHOBHNA. Bioresource nutrient recycling and its relationship with biofertility indicators of soil health and nutrient dynamics in rice-wheat cropping system. **Communications in soil science and plant analysis**, v. 45, p. 912-924, 2014.

PEDROSO, B. A. Efeito do ponto de colheita de duas cultivares de arroz irrigado em quatro densidades de semeadura. In: REUNIÃO ANUAL DO ARROZ IRRIGADO, 1989, Porto Alegre, **Anais do...**, Porto Alegre:IRGA, v. 18 p.183-190.



PEDROSO, B.A.; REGINATTO, M.P.V. Densidade de semeadura em arroz irrigado. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 1981, Pelotas **Anais do...** Pelotas: Uepae, v. 11, p.141-145.

PITELLI, R. A.; DURIGAN, J. C. Terminologia para períodos de controle e de convivência das plantas daninhas em culturas anuais e bianuais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, Piracicaba: SBHED, **Resumos...** v.15, p.37, 1984.

PIVETA, L.; PINTO, J. J. O.; NOLDIN, J. A.; MARTINI, L. F. D.; BORTOLI, A. C.; DUTRA, E. G. Controle de capim-arroz em arroz irrigado associando dietholate e clomazone com a mistura formulada de (imazapyr + imazapic). In: VIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO.2013, Santa Maria **Anais do ...** Santa Maria, RS: Sosbai, p. 371-374.

RADOSEVICH, S.; HOLT, J.; GHERSA, C. **Ecology of weeds and invasive plants: relationship to agriculture and natural resource management**. 3ed. New York: Wiley, 589p, 2007.

RIEFFEL NETO, S. R.; SILVA, P. R. F. D.; MENEZES, V. G.; e MARIOT, C. H. P. Resposta de genótipos de arroz irrigado ao arranjo de plantas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, p. 2383-2390, 2000.

SAGE, R. F. C3 versus C4 photosynthesis in rice: ecophysiological perspectives. **Studies in Plant Science**, v. 7, p. 13-35, 2000.

SCHIOCHET, M. A.; NOLDIN, J.A. Efeito da Densidade de semeadura de três cultivares de arroz irrigado sobre o rendimento de grãos e algumas características agrônômicas. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 1991 Balneário Camburiu, **Anais do ...** Florianópolis, EMPASC, v. 19, p.106-110.

SILVA, A.F.; CONCENÇO, G.; ASPIAZÚ, I.; FERREIRA, E.A.; GALON, L.; COELHO, A.T.C.P.; SILVA, A.A.; FERREIRA, F.A. Interferência de plantas daninhas em diferentes densidades no crescimento da soja. **Planta Daninha**, v.27, p.75-84, 2009.

SILVA, M. R. M.; DURIGAN, J. C. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura do arroz de terras altas. I-Cultivar IAC 202. **Planta Daninha**, v.24, p.685-694, 2006.

SILVA, M. R. M.; DURIGAN, J. C. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura do arroz de terras altas. II-cultivar caiapó. **Bragantia**, v.68 p.373-379, 2009.

SOCIEDADE BRASILEIRA D CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS. **Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas**, Londrina: SBCPD, p. 42,1995.

SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO (SOSBAI). **Arroz Irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. SOSBAI, Santa Maria, p. 192, 2014.

SOUSA, R. O.; GOMES, A.; MARTINS, J.; e PEÑA, Y. Densidade de semeadura e espaçamento entre linhas para arroz irrigado no sistema plantio direto. **Current Agricultural Science and Technology**, v.1, p. 69-74, 1995.

STRECK, N.A.; WEISS, A.; XUE, Q.; E BAENZIGER, P. S. Improving predictions of developmental stages in winter wheat: A modified Wang and Engel model. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam v.115, p.139-150, 2003.

TEDESCO, M; GIANELLO, C.; ANGHINONI, I.; BISSANI, C. A.; CAMARGO, F. A. O.; WIETHÖLTER, S. **Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina/Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, Porto Alegre, v. 10, p. 400, 2004.

THEISEN, G.; XAVIER, F. D. M.; BONOW, J. F. L.; PARFITT, J. M. B.; ANDRES, A.; E DA SILVA, J. J. C. Manejo integrado de plantas daninhas em sistema de produção de arroz irrigado por aspersão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO.2013, Santa Maria, **Anais do ...**, Santa Maria, RS: Sosbai, p.4.

TIRONI, S. P.; GALON, L.; CONCENÇO, G.; FERREIRA, E. A.; SILVA, A. F.; ASPIAZÚ, I.; NOLDIN, J. A. Competitive ability of rice plants with barnyardgrass biotypes resistant or susceptible to quinclorac. **Planta Daninha**, v.27, p.257-263, 2009.

VIDAL, R. A.; FLECK, N. G.; MEROTTO JR, A. Período anterior ao dano no rendimento econômico (PADRE): nova abordagem sobre os períodos de interferência entre plantas daninhas e cultivadas. **Planta Daninha**, v.23 p.387-396, 2005.

ZANDONÁ, R.R. **Influência da temperatura no fluxo de emergência de plantas daninhas e no período de interferência, em diferentes épocas de semeadura da soja**, Dissertação (Mestrado em Fitossanidade), Faculdade de agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, p.149, 2015.

ZHANG, W. E. I.; WEBSTER, E. P.; LANCLOS, D. Y.; GEAGHAN, J. P. Effect of weed interference duration and weed-free period on glufosinate-resistant rice (*Oryza sativa*). **Weed Technology**, v. 17, p. 876-880, 2003.

ZHANG, W.; WEBSTER, E. P.; BLOUIN, D. C.; LINScombe, S. D. Differential tolerance of rice (*Oryza sativa*) varieties to clomazone. **Weed technology**, v. 18, p. 73-76, 2004.

## Anexos

### Resumo ANOVA capítulo I

13:38 Sunday, May 2, 2017 1

The GLM Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
Cultivar	3	BRS PampaLPCL BRS Pampeira
densidade	7	40 60 80 100 130 160 200

Number of observations 84

NOTE: Due to missing values, only 61 observations can be used in this analysis.

13:38 Sunday, May 2, 2017 2

The GLM Procedure

Dependent Variable: kg\_ha kg#ha

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	20	131242877.5	6562143.9	9.96	<.0001
Error	40	26364234.1	659105.9		
Corrected Total		60	157607111.5		

R-Square	Coeff Var	Root MSE	kg_ha Mean
0.832722	9.692788	811.8533	8375.850

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Cultivar	2	67882794.43	33941397.21	51.50	<.0001
densidade	6	48438599.85	8073099.98	12.25	<.0001
Cultivar*densidade	12	20788443.18	1732370.27	2.63	0.0109

15:29 Saturday, May 22, 2017 1

The GLM Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
Cultivar	3	BRS PampaLPCL BRS Pampeira
densidade	7	40 60 80 100 130 160 200

Number of observations 84

NOTE: Due to missing values, only 79 observations can be used in this analysis.  
15:29 Saturday, May 22, 2017 2

The GLM Procedure

Dependent Variable: \_5DAE\_afilhos 35DAE afilhos

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	20	643.402309	32.170115	2.35	0.0060
Error		58	793.453425	13.680231	
Corrected Total		78	1436.855734		
R-Square	Coeff Var	Root MSE	_5DAE_afilhos Mean		
0.447785	48.97518	3.698680	7.552152		

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Cultivar	2	200.8103667	100.4051833	7.34	0.0014
densidade	6	139.3729126	23.2288188	1.70	0.1378
Cultivar*densidade	12	346.9764001	28.9147000	2.11	0.0298

15:10 Saturday, May 22, 2017 1

The GLM Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
Cultivar	3	BRS PampaLPCL BRS Pampeira
densidade	7	40 60 80 100 130 160 200

Number of observations 84

NOTE: Due to missing values, only 79 observations can be used in this analysis.  
15:10 Saturday, May 22, 2017 2

The GLM Procedure

Dependent Variable: \_0DAE\_Co1 20DAE Co1

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	20	56.8180264	2.8409013	2.21	0.0099
Error		58	74.4710167	1.2839830	
Corrected Total		78	131.2890430		
R-Square	Coeff Var	Root MSE	_0DAE_Co1 Mean		
0.432771	54.41447	1.133130	2.082405		

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Cultivar	2	15.05004210	7.52502105	5.86	0.0048
densidade	6	24.42275784	4.07045964	3.17	0.0093
Cultivar*densidade	12	21.19120266	1.76593355	1.38	0.2041

## Resumo ANOVA capítulo II

13:14 Tuesday, April 20, 2017 1

## The GLM Procedure

## Class Level Information

Class	Levels	Values
Herbicida	2	Clincher Raster
epoca	7	0 7 14 21 28 35 120

Number of observations 56

NOTE: Due to missing values, only 48 observations can be used in this analysis.

13:14 Tuesday, April 20, 2017 2

## The GLM Procedure

Dependent Variable: prod prod

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	13	320821869.8	24678605.4	60.30	<.0001
Error		34	13914380.4	409246.5	
Corrected Total		47	334736250.2		

R-Square	Coeff Var	Root MSE	prod Mean
0.958432	11.15805	639.7238	5733.293

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Herbicida	1	5822867.6	5822867.6	14.23	0.0006
epoca	6	295396013.0	49232668.8	120.30	<.0001
Herbicida*epoca	6	15511086.4	2585181.1	6.32	0.0002

10:58 Sunday, April 18, 2017 1

## The GLM Procedure

## Class Level Information

Class	Levels	Values
Herbicida	2	Clincher Raster
epoca	7	0 7 14 21 28 35 120

Number of observations 56

NOTE: Due to missing values, only 48 observations can be used in this analysis.

10:58 Sunday, April 18, 2017 2

## The GLM Procedure

Dependent Variable: Peso\_1000 Peso 1000

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	13	1765.828900	135.832992	5.79	<.0001

Error 34 797.592567 23.458605

Corrected Total 47 2563.421467

R-Square Coeff Var Root MSE Peso\_1000 Mean  
0.688856 19.22878 4.843408 25.18833

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Herbicida	1	7.786667	7.786667	0.33	0.5683
epoca	6	1228.942391	204.823732	8.73	<.0001
Herbicida*epoca	6	326.745312	54.457552	2.32	0.0550

11:33 Sunday, April 18, 2017 1

The GLM Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
Herbicida	2	Clincher Raster
epoca	7	0 7 14 21 28 35 120

Number of observations 56

NOTE: Due to missing values, only 53 observations can be used in this analysis.

11:33 Sunday, April 18, 2017 2

The GLM Procedure

Dependent Variable: m\_dia média

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	13	47333.12904	3641.00993	9.30	<.0001
Error	39	15263.83506	391.38039		
Corrected Total		52	62596.96410		

R-Square Coeff Var Root MSE m\_dia Mean  
0.756157 15.50015 19.78334 127.6332

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Herbicida	1	836.86010	836.86010	2.14	0.1517
epoca	6	42781.50200	7130.25033	18.22	<.0001
Herbicida*epoca	6	2700.18497	450.03083	1.15	0.3526

10:20 Sunday, April 18, 2017 1

The GLM Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
Herbicida	2	Clincher Raster
epoca	7	0 7 14 21 28 35 120

Number of observations 56

NOTE: Due to missing values, only 52 observations can be used in this analysis.  
10:20 Sunday, April 18, 2017 2

The GLM Procedure

Dependent Variable: MSPA\_Capim MSPA Capim

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	13	257448.8052	19803.7542	253.48	<.0001
Error		38	2968.8528	78.1277	
Corrected Total		51	260417.6581		

R-Square	Coeff Var	Root MSE	MSPA_Capim Mean
0.988600	24.57819	8.838988	35.96273

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Herbicida	1	116.0408	116.0408	1.49	0.2305
epoca	6	255391.9284	42565.3214	544.82	<.0001
Herbicida*epoca	6	597.2074	99.5346	1.27	0.2923

10:10 Sunday, April 18, 2017 1

The GLM Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
Herbicida	2	Clincher Raster
epoca	7	0 7 14 21 28 35 120

Number of observations 56

NOTE: Due to missing values, only 53 observations can be used in this analysis.  
10:10 Sunday, April 18, 2017 2

The GLM Procedure

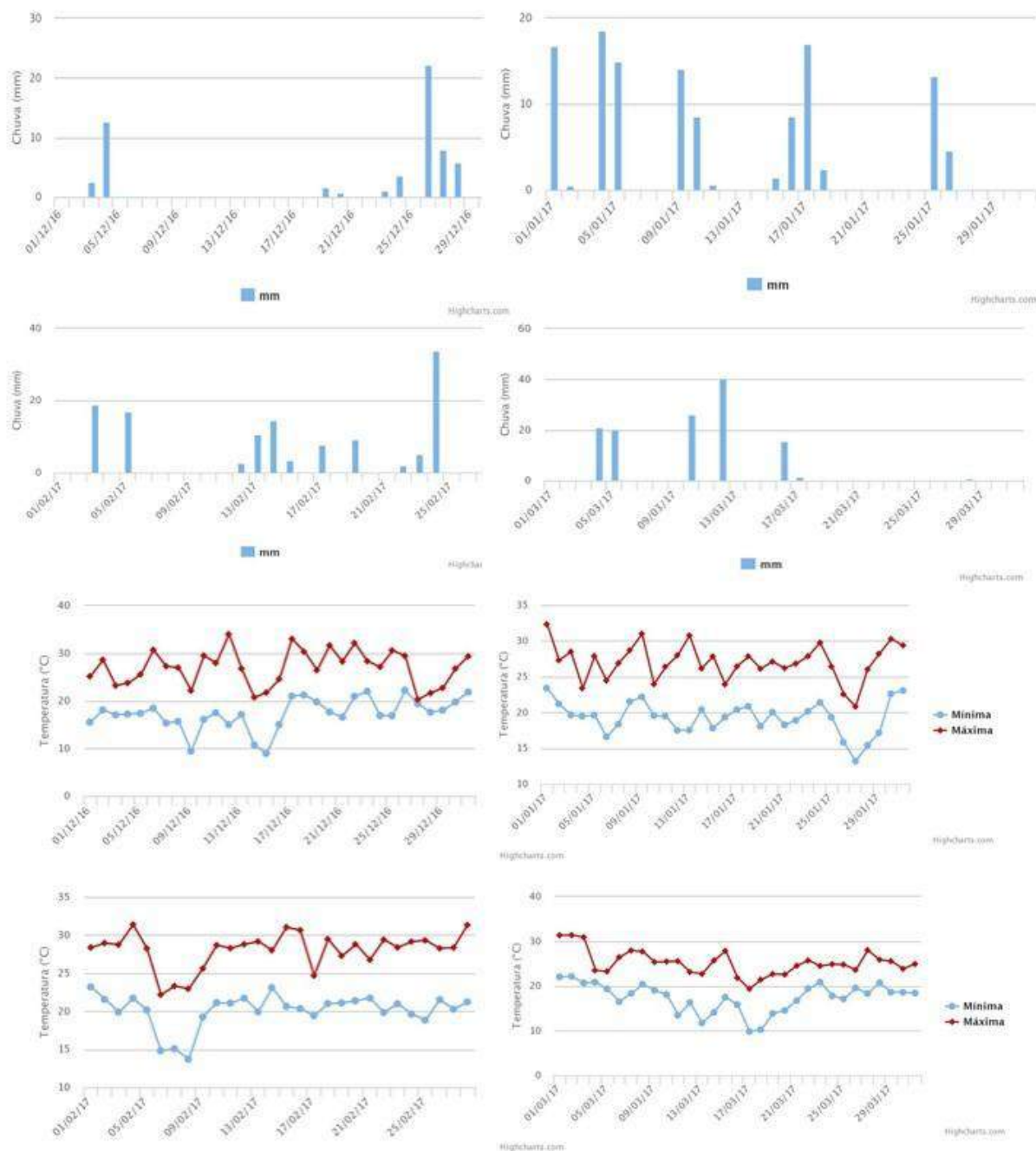
Dependent Variable: MSPA\_arroz MSPA arroz

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	13	129.4552490	9.9580961	3.75	0.0007
Error		39	103.6243867	2.6570356	
Corrected Total		52	233.0796357		

R-Square	Coeff Var	Root MSE	MSPA_arroz Mean
0.555412	118.1288	1.630042	1.379885

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Herbicida	1	2.8389985	2.8389985	1.07	0.3077
epoca	6	118.9039955	19.8173326	7.46	<.0001
Herbicida*epoca	6	7.5209151	1.2534859	0.47	0.8250

Figura 2 - Dados climáticos de dezembro de 2016 a março de 2017 e Pelotas/RS. Capão do Leão, 2017



Fonte: Adaptado de IRGA, 2017.



## VITA

Edna Almeida de Souza é filha de Édio Gonçalves de Souza e Ana Maria Almeida de Souza. Nasceu em 18 de fevereiro de 1988, no Município de São Jerônimo, Rio Grande do Sul. Formou-se na Escola Estadual Alaídes Schumacher Pinheiro em Chuvisca/RS, no ano de 2005. No ano de 2009 ingressou no curso de Agronomia da Universidade Federal de Pelotas (UFPel), onde se graduou como Engenheira Agrônoma em 2013. No período de 2009 a 2011 desenvolveu atividades como estagiária e bolsista de Iniciação Científica (Fapergs), atuando no Departamento de Solos. Em 2015, iniciou o curso de mestrado no Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel/UFPel.