

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

Anelise Lencina da Silva

**DIAGNÓSTICO DO MANEJO E OCORRÊNCIA DE PLANTAS
DANINHAS EM ARROZ IRRIGADO NO SUL DO BRASIL**

Santa Maria, RS
2020

Anelise Lencina da Silva

**DIAGNÓSTICO DO MANEJO E OCORRÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS EM
ARROZ IRRIGADO NO SUL DO BRASIL**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do título de **Mestre em Agronomia.**

Orientador: Prof. PhD. Nereu Augusto Streck

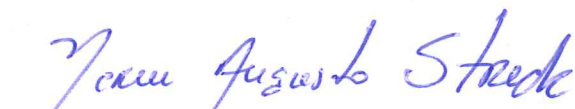
Santa Maria, RS
2020

Anelise Lencina da Silva


**DIAGNÓSTICO DO MANEJO E OCORRÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS EM
ARROZ IRRIGADO NO SUL DO BRASIL**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-graduação em Agronomia, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do título de **Mestre em Agronomia**.

Aprovado em 04 de fevereiro de 2020:



Nereu Augusto Streck, PhD. (UFSM)
(Orientador/presidente)



André da Rosa Ulguim, Dr. (UFSM)



André Andres, Dr. (EMBRAPA)

DEDICATÓRIA

A todos aqueles que constroem e acreditam na educação pública e na valorização da ciência.

Dedico e ofereço.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por sempre iluminar o meu caminho;

À minha família, em especial ao meu padrasto Roberto, minha mãe Joicemira, minha irmã Maria Eduarda, minha tia Laureci e minha prima Carolina. Meu amor, admiração e gratidão por vocês são imensuráveis!

Ao meu companheiro de vida Rafael, que nunca nos falte amor e comprometimento para construir aquilo em que acreditamos;

Ao professor Nereu Augusto Streck, que sempre se mostrou atencioso e prestativo quando precisei. Obrigada pelo exemplo de dedicação profissional, pelos conhecimentos compartilhados e pela orientação;

Ao professor André da Rosa Ulguim, meu respeito e admiração pelo comprometimento, dedicação e compreensão, incomuns. Obrigada por ter me auxiliado incansavelmente em todas as etapas para a concretização deste trabalho, pelo incentivo e pela amizade demonstrados, em especial, nos momentos mais difíceis, de incerteza e de provação;

Ao professor Alencar Junior Zanon, o qual, além das contribuições em sala de aula, auxiliou-me em diversas etapas do processo de elaboração dessa dissertação;

Ao professor Nelson D. Kruse, pelos ensinamentos e conhecimentos transmitidos, bem como pelas contribuições durante a realização desse trabalho;

Não posso deixar de agradecer, também, ao professor Fernando Teixeira Nicolosso, pela estrutura e pelo espaço cedidos para a condução do estudo;

Aos colegas de pós-graduação, Roberto Avila Neto e Jaíne Rubert, pela amizade construída nesses anos de convívio e pelo companheirismo em todas as atividades desenvolvidas;

Aos estagiários do Grupo de Pesquisa e Estudos em Herbologia (GPEhe), Cassiano S. Pigatto, Glauco Leães, Giovana F. Barbieri, Rosana M. Thomasi, Alessandra M. Wesz, Mariana Macedo, Aline S. Holkem, Cristiano Fortuna, Eduard Leichweis, Eduardo S. Bortolin, Cleisson dos Reis, Marcelo P. Alves e Yuri Somavilla, quero agradecer o empenho e a dedicação de cada um de vocês nos trabalhos conduzidos. Nada disso seria possível sem ajuda de vocês. Muito obrigada!

Aos ex-integrantes de GPEhe Igor Honnef, Isabel S. Werle, Bruno M. Cavichioli, Verônica Betat, Vinícius S. Eira e Bruna Wojahnpela, pela convivência e troca de experiências. Em especial, ao Bruno Fruet, pela disponibilidade com os ensinamentos durante as análises;

À Equipe FieldCrops, ao Vladison Fogliato, Isabella B. Pilecco e Bruna San Martin Rolim Ribeiro. Especialmente, à Giovana Ghisleni Ribas, pelo auxílio e pela confiança ao disponibilizar os dados para elaboração de um dos estudos;

Ao Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA), seus técnicos e pesquisadores, pela disponibilidade em contribuir com o estudo;

À Universidade Federal de Santa Maria, por proporcionar, a mim e aos meus primos, filhos de trabalhadores, a oportunidade de sermos a primeira geração da nossa família a ter acesso ao ensino superior público, gratuito e de qualidade, ampliando nossa percepção e perspectiva frente ao mundo;

Ao Programa de Pós-graduação em Agronomia (PPGA), representado pelos professores e funcionários, os quais se dedicam ao ensino/pesquisa, trabalhando para a formação de profissionais competentes e conscientes da sua responsabilidade social perante a sociedade;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos, que foi essencial durante a realização deste mestrado;

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS), Edital 01/2017, pelo apoio financeiro que tornou o trabalho possível;

À comissão examinadora, Nereu Augusto Streck, André da Rosa Ulguim e André Andres, pela disponibilidade e pela valiosa contribuição com esse estudo;

Às minhas grandes amigas, Mara Grohs, Dâmaris Hansel, Laura Simões, Camille Flores, Jocélia Rosa, Maicon Sérgio e Maurício Limberger de Oliveira. Obrigada por me fazerem mais forte por meio do apoio, incentivo e da torcida de vocês;

A todos os produtores rurais, que foram os principais motivadores da elaboração desta dissertação;

Por fim, a todos aqueles que, mesmo não mencionados aqui, contribuíram, de alguma forma, para a realização desta importante etapa da minha vida acadêmica.

*A todos, minha admiração e **MUITO OBRIGADA!***



(Armando Tejada Gómez, 1958)

RESUMO

DIAGNÓSTICO DO MANEJO E OCORRÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS EM ARROZ IRRIGADO NO SUL DO BRASIL

AUTORA: Anelise Lencina da Silva
ORIENTADOR: Nereu Augusto Streck

O monocultivo do sistema Clearfield® de arroz, associado ao uso exclusivo dos herbicidas do grupo químico das imidazolinonas, para o manejo de plantas daninhas, não é uma estratégia sustentável, uma vez que se tem observado o incremento no número de casos de resistência em áreas de cultivo com o arroz irrigado no estado do Rio Grande do Sul (RS). Neste sentido, os objetivos desse trabalho foram relacionar as práticas de manejo de plantas daninhas que mais interferem na produtividade de grãos (Artigo I), bem como realizar o levantamento fitossociológico desse tipo de plantas em áreas de produção de arroz irrigado no estado do RS (Artigo II). Para isso, foram desenvolvidos dois estudos, realizados entre os anos de 2018 e 2019. No estudo do artigo I, foi aplicado um questionário a 324 produtores rurais, instrumento que forneceu informações sobre o histórico de manejo de plantas daninhas, bem como acerca da produtividade de grãos de suas lavouras, localizadas em 57 municípios pertencentes as seis regiões orizícolas do Estado. No caso do artigo II, foi realizado um levantamento fitossociológico, por meio da coleta de amostras de solo em 36 propriedades com o cultivo de arroz irrigado no sistema Clearfield®, em 16 municípios do RS. Essas amostras foram acondicionadas em bandejas de polietileno e dispostas em casa-de-vegetação, a fim de promover a emergência de plantas daninhas, as quais foram quantificadas e identificadas em nível de gênero e, posteriormente, foi realizada a análise descritiva dos parâmetros fitossociológicos. As respostas do questionário indicam que *Oryza sativa* e *Echinochloa* spp são as plantas daninhas de maior importância de ocorrência nas lavouras de arroz irrigado, e os principais motivos, para a baixa eficiência de controle, nessas áreas, são o estágio avançado das plantas daninhas e as condições ambientais inadequadas. Produtores que adotam a rotação de cultura, a mistura e a rotação de herbicidas, como práticas de manejo específicas, para o controle de plantas daninhas resistentes, obtêm maiores produtividades de grãos. Ainda, o uso de herbicidas pré-emergentes, associados com glifosato em ponto-de-agulha resultou em maiores valores de produtividades de grãos (Artigo I). No caso de áreas com o cultivo de arroz irrigado no sistema Clearfield®, pode-se observar uma alta diversidade e distribuição de plantas daninhas. Nesses locais, gêneros *Cyperus*, *Echinochloa*, *Oryza* e *Lolium* apresentaram os maiores índices de valor de importância. Espécies de plantas daninhas do gênero *Cyperus* destacam-se das demais, uma vez que apresentam maiores valores para frequência, densidade e abundância relativas, bem como elevado índice de valor de importância (Artigo II). Desse modo, observou-se, com a pesquisa, que o conhecimento das práticas agronômicas realizadas pelos produtores, bem como a identificação das principais espécies daninhas de maior ocorrência, é de fundamental importância para que recomendações de medidas integradas de manejo de plantas daninhas sejam eficientes, menos onerosas e sustentáveis, de forma que possam ser adotadas nas áreas de cultivo. Com isso, é possível se reduzir os custos de produção e aumentar a produtividade, de modo a se assegurar maior rentabilidade para o produtor de arroz de irrigado.

Palavras-chave: *Oryza sativa*. Questionário. Resistência.

ABSTRACT

DIAGNOSIS OF THE MANAGEMENT AND OCCURRENCE OF WEEDS IN IRRIGATED RICE IN SOUTHERN BRAZIL

AUTHOR: Anelise Lencina da Silva

ADVISOR: Nereu Augusto Streck

The monoculture of the Clearfield® rice system, associated with the exclusive use of herbicides from the chemical group of imidazolinones, for the management of weeds, is not a sustainable strategy, since there has been an increase in the number of cases of resistance in areas of cultivation with irrigated rice in the state of Rio Grande do Sul (RS). In this sense, the objectives of this work were to relate the weed management practices that most interfere in grain yield (Article I), as well as to carry out a phytosociological survey of this type of plants in irrigated rice production areas in the state of RS (Article II). To this end, two studies were carried out between the years 2018 and 2019. In the study of article I, a survey was applied to 324 farmers, an instrument that provided information on the history of weed management, as well as on grain yield from their crops, located in 57 municipalities belonging to the six rice regions of the State. In the case of article II, a phytosociological survey was carried out, through the collection of soil samples in 36 farms with the cultivation of irrigated rice in the Clearfield® system, in 16 municipalities in RS. These samples were placed in polyethylene trays and arranged in a greenhouse, in order to promote the emergence of weeds, which were quantified and identified at the gender level and, subsequently, a descriptive analysis of the phytosociological parameters was performed. The answers to the survey indicate that *Oryza sativa* and *Echinochloa* spp are the most important weeds in irrigated rice crops, and the main reasons for the low control efficiency in these areas are the advanced stage of weeds and the inadequate environmental conditions. farmers who adopt crop rotation, mixing and herbicide rotation, as specific management practices, for the control of resistant weeds, obtain higher grain yields. Still, the use of pre-emergent herbicides, associated with needle-point glyphosate resulted in higher grain yield values (Article I). In the case of areas with irrigated rice cultivation in the Clearfield® system, a high weed diversity and distribution can be observed. In these places, genera *Cyperus*, *Echinochloa*, *Oryza* and *Lolium* presented the highest importance value indexes. Weed species of the *Cyperus* genus stand out from the others, since they have higher values for relative frequency, density and abundance, as well as a high importance value index (Article II). Thus, it was observed, with the research, that the knowledge of the agronomic practices carried out by the producers, as well as the identification of the main weed species of greater occurrence, is of fundamental importance for the recommendations of integrated measures of weed management to be efficient, less costly and sustainable, so that they can be adopted in cultivation areas. With this, it is possible to reduce production costs and increase productivity, in order to ensure greater profitability for the irrigated rice farmer.

Keywords: *Oryza sativa*. Survey. Phytosociology survey.

LISTA DE FIGURAS

ARTIGO I

Figura 1 - Ilustração dos locais de aplicação de questionários e áreas de produção de arroz no Rio Grande do Sul.	32
Figura 2 - Percepção dos produtores de arroz irrigado do Rio Grande do Sul quanto ao incremento (A) ou decréscimo (B) do controle de plantas daninhas.....	35
Figura 3 - Práticas adotadas pelos produtores (%), especificamente, para o controle de plantas daninhas resistentes nas propriedades de arroz irrigado nas safras de 2015/16, 2016/17 e 2017/18 no Rio Grande do Sul.	36
Figura 4 - Produtividade de grãos de arroz (kg ha^{-1}) nas safras de 2015/16, 2016/17 e 2017/18 em função das práticas de manejo adotadas pelos produtores, especificamente, para controle de plantas daninhas resistentes no Rio Grande do Sul.	36
Figura 5 - Frequência de produtores que realizam mistura em tanque de herbicidas (%) (A), número de mecanismos de ação em cada mistura (%) (B) e principais mecanismos de ação presentes (C) em áreas de produção de arroz no Rio Grande do Sul.	37
Figura 6 - Produtividade de grãos de arroz (kg ha^{-1}) nas safras de 2015/16, 2016/17 e 2017/18 em relação à ocorrência de fitotoxicidade de herbicidas em áreas de arroz irrigado no Rio Grande do Sul.....	38
Figura 7 - Produtividade de grãos de arroz (kg ha^{-1}), nas safras de 2015/16, 2016/17 e 2017/18, em função do manejo químico adotado pelos produtores em ponto-de-agulha (estádio S3) (A) e em pós-emergência (V3-V4) (B) para controle de plantas daninhas nas lavouras de arroz irrigado no Rio Grande do Sul.....	39

ARTIGO II

Figura 1 - Macrorregiões produtoras de arroz irrigado no Rio Grande do Sul (RS) e cidades que participaram do levantamento fitossociológico.....	56
Figura 2 - Mapeamento da distribuição geográfica da ocorrência das plantas daninhas dos gêneros (A) <i>Cyperus</i> , (B) <i>Echinochloa</i> , (C) <i>Oryza</i> e (D) <i>Lolium</i> amostradas nas regiões orizícolas do estado do Rio Grande do Sul.	59

LISTA DE TABELAS

ARTIGO I

Tabela 1 - Questionário aplicado aos produtores de arroz irrigado do Rio Grande do Sul.....	33
Tabela 2 - Classificação de diferentes espécies de plantas daninhas quanto à ocorrência em áreas de cultivo de arroz irrigado no Rio Grande do Sul.....	34
Tabela 3 - Classificação dos principais motivos para baixa eficiência de controle de espécies de planta daninhas em lavouras de arroz irrigado no Rio Grande do Sul.	35

ARTIGO II

Tabela 1 - Distribuição por família e gênero em áreas de produção de arroz irrigado no sistema Clearfield® no Rio Grande do Sul.	57
Tabela 2 - Fitossociologia em áreas de produção de arroz irrigado no sistema Clearfield® no Rio Grande do Sul.	58

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 ARTIGO CIENTÍFICO I (Será submetido à revista Pesquisa Agropecuária Brasileira)	16
Quais práticas de manejo de plantas daninhas mais interferem na produtividade de arroz irrigado?.....	16
3 ARTIGO CIENTÍFICO II (Será submetido à revista Ciência Rural)	40
Levantamento fitossociológico de plantas daninhas em áreas de cultivo de arroz irrigado no sistema Clearfield® no estado do Rio Grande do Sul	40
4 DISCUSSÃO	60
5 CONCLUSÕES	63
6 REFERÊNCIAS	64

1 INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) é uma das culturas de maior importância mundial, cultivado e consumido em todos os continentes, constituindo-se como base da dieta alimentar para mais da metade da população mundial, principalmente nos países em desenvolvimento. Neste contexto, o Brasil é um dos principais produtores, com produção média de 11,6 milhões toneladas de grãos nas últimas três safras, sendo que 10,3 milhões dessas são produzidas no sistema irrigado por inundação (CONAB, 2018).

Em âmbito nacional, o Rio Grande do Sul (RS) destaca-se como o principal produtor brasileiro de arroz, sendo responsável por aproximadamente 77% da produção do cereal no país, com uma produção de 7,4 milhões toneladas, cultivadas a partir do sistema irrigado (CONAB, 2019). Ao longo dos anos, verifica-se um constante aumento na produtividade média das áreas produtoras no estado, a safra 2018/2019 evidenciou cerca de 7,5 ton ha⁻¹ de grãos de arroz (IRGA, 2019). Esse cenário é resultado, principalmente, do desenvolvimento de cultivares com maior potencial produtivo, com advento da tecnologia Clearfield® (CL) e de ações de transferências de tecnologia, como os “Projetos 10 e CFC”, que visam à adoção de forma adequada e eficiente das práticas agronômicas de manejo, tais como época preferencial de semeadura, adubação equilibrada, irrigação precoce, controle integrado de pragas, de doenças e de plantas daninhas no sistema de produção de arroz irrigado.

Ressalta-se, todavia, que, apesar dos avanços do melhoramento genético e do manejo da cultura, os resultados de produtividade média, obtidos nas lavouras de arroz irrigado do RS, encontram-se abaixo do potencial produtivo das cultivares existentes no mercado, as quais podem chegar a 14 ton ha⁻¹ (RIBAS et al., 2016). Um dos principais fatores limitantes, para altas produtividades em arroz irrigado, é a presença de plantas daninhas, as quais podem ocasionar perdas superiores a 80% na produtividade de grãos (FLECK et al., 2004). Os problemas ocasionados por essas plantas derivam da competição com a cultura por recursos como luz, água e nutrientes, além da liberação de substâncias alelopáticas. Além disso, essas plantas servem de hospedeiros alternativos de pragas e de doenças (SILVA; SILVA et al., 2007).

O manejo de plantas daninhas foi facilitado, no Brasil, com a introdução do sistema Clearfield® (CL), no ano de 2003, por meio do uso de cultivares resistentes aos herbicidas do grupo químico das imidazolinonas. Essa ferramenta foi desenvolvida, essencialmente, para o controle seletivo de arroz-daninho (*Oryza sativa* L.), caracterizado como a principal planta daninha da cultura do arroz. Todavia, a combinação de monocultivo com o uso exclusivo e

contínuo dessa ferramenta, por diversas estações de cultivo, promoveu a seleção de plantas daninhas com resistência a esses herbicidas, dificultando, ainda mais, o manejo dessas e onerando os custos de produção de arroz (ULGUIM et al., 2019). Define-se resistência como a capacidade herdável de um biótipo, em uma determinada população, de sobreviver e de se reproduzir após a exposição à dose de registro do herbicida, que normalmente é letal à população suscetível da mesma espécie (GAZZIERO et al., 2014). A resistência pode ser cruzada ou múltipla. O primeiro tipo se dá quando um biótipo é resistente a dois ou mais herbicidas, que são pertencentes a um mesmo mecanismo de ação. Já o segundo tipo de resistência, ocorre quando um biótipo é resistente a dois ou mais mecanismos de ação distintos, os quais, nesse caso, conferem resistência a herbicidas de grupos químicos com diferentes grupos mecanismos de ação (AGOSTINETTO; VARGAS 2014).

Atualmente, tem-se observado o surgimento de novos casos de plantas daninhas resistentes a herbicidas no Brasil. Até o momento, são registrados, no país, 50 casos de resistência de plantas daninhas em 29 espécies, com resistência a 10 mecanismos de ação diferentes e 16 casos de resistência múltipla (HEAP, 2020). As plantas daninhas resistentes, que infestam a cultura do arroz, são: o arroz-daninho (*Oryza sativa*), capim-arroz (*Echinochloa* sp), junquinho (*Cyperus difformis*), cuminho (*Fimbristylis miliacea*), tiririca três-quinas (*Cyperus iria*) e chapéu-de-couro (*Sagittaria montevidensis*). Destacam-se, dentre essas, os casos de resistência múltipla para capim-arroz e para chapéu-de-couro, além de se constatarem biótipos de todas essas espécies, com resistência às imidazolinonas, utilizados no sistema CL. Assim, após mais de 15 anos do lançamento das primeiras cultivares CL no Brasil, é relevante avaliar e conhecer o impacto dos problemas relacionados à resistência de plantas daninhas no manejo desses organismos.

O conhecimento das práticas agronômicas realizadas pelos produtores, bem como a identificação das principais espécies daninhas que ocorrem nas áreas de produção, é de fundamental importância para a recomendação de medidas efetivas de controle. Em função disso, estudos que avaliam os levantamentos fitossociológicos e as práticas realizadas pelos produtores são importantes instrumentos para a adoção de boas práticas de manejo, as quais devem ser adotadas para o controle eficaz de plantas daninhas e com o intuito de mitigar a evolução da resistência dessas plantas a herbicidas. Porém, para que isso ocorra, é necessária a atuação em conjunto entre a pesquisa, extensão e os produtores rurais. Diante do contexto apresentado, o presente estudo teve, como objetivo, relacionar as práticas de manejo de plantas daninhas que mais interferem na produtividade de grãos (Artigo I), bem como realizar

o levantamento fitossociológico de plantas daninhas em áreas de produção de arroz irrigado no estado do Rio Grande do Sul (Artigo II).

1 **2 ARTIGO CIENTÍFICO I** (Será submetido à revista Pesquisa Agropecuária Brasileira)

2 **Quais práticas de manejo de plantas daninhas mais interferem na produtividade de**
3 **arroz irrigado?**

4 Anelise Lencina da Silva⁽¹⁾, Nereu Augusto Streck⁽¹⁾, Alencar Junior Zanon⁽¹⁾, Giovana
5 Ghisleni Ribas⁽¹⁾, Bruno de Lima Fruet⁽¹⁾ e André da Rosa Ulguim⁽¹⁾

6 ⁽¹⁾Universidade Federal de Santa Maria, Avenida Roraima, nº 1000, Cidade Universitária,
7 Bairro Camobi, CEP 97105-900 Santa Maria, RS, Brasil. E-mail:
8 anelise_lencina@hotmail.com, e-mail: nstreck2@yahoo.com.br, e-mail:
9 alencarzanon@hotmail.com, e-mail: giovana.ghislene@hotmail.com, e-mail:
10 bfruet@outlook.com e e-mail: andre.ulguim@ufsm.br

11
12 **Resumo** – O objetivo deste trabalho foi relacionar as práticas de manejo de plantas daninhas
13 adotadas pelos produtores de arroz irrigado no Estado do Rio Grande do Sul (RS) com a
14 produtividade de grãos. Para isso, foi aplicado um questionário aos produtores rurais, os quais
15 forneceram informações sobre o histórico de manejo de plantas daninhas e acerca da
16 produtividade de grãos de suas lavouras, em seis regiões orizícolas do RS. Os dados foram
17 analisados por meio de estatística descritiva. Para comparação de médias, entre as
18 produtividades, utilizou-se o teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). As respostas ao questionário
19 indicam *Oryza sativa* e *Echinochloa* spp. como as espécies daninhas de maior importância em
20 ocorrência. O estágio avançado das plantas daninhas e as condições ambientais inadequadas,
21 como temperatura e umidade relativa do ar, foram elencados como os principais motivos de
22 baixa eficiência de controle das plantas daninhas. Produtores que adotam rotação de cultura,
23 mistura e rotação de herbicidas, como práticas de manejo específicas para o controle de
24 plantas daninhas resistentes, obtiveram maiores produtividades de grãos de arroz. O controle
25 químico em pré-emergência e o uso de herbicidas pré-emergentes, associados com glifosato,

26 foram relatados como mais eficientes no controle a esse tipo de planta, resultando em maiores
27 produtividades de grãos de arroz irrigado.

28 **Termos para indexação:** *Oryza sativa*, lacuna de produtividade, resistência, manejo
29 integrado

30

31 **Weed management in irrigated rice and its influence on grain yield**

32 **Abstract** – The objective of this work was to relate the weed management practices adopted
33 by irrigated rice farmers in the State of Rio Grande do Sul (RS) with grain yield. For this, a
34 survey was applied to farmers who provided information on the history of weed management
35 and grain yield of their crops in the six rice regions of the State. The data were analyzed using
36 descriptive statistics. The Scott-Knott test ($p \leq 0.05$) was used to mean comparison between the
37 grain yields. The questionnaire responses indicate that *Oryza sativa* and *Echinochloa* spp. as
38 the most important weed species in occurrence. The advanced stage of weeds and inadequate
39 environmental conditions were listed as the main reasons for low efficiency of weed control.
40 Farmers who adopt crop rotation, mixing and herbicide rotation as specific management
41 practices for the control of resistant weeds have obtained higher yields of rice grains.
42 Chemical control in pre-emergence with the use of pre-emergent herbicides associated with
43 glyphosate has been reported as more efficient, resulting in higher yields of irrigated rice
44 grains.

45 **Index terms:** *Oryza sativa*, yield gap, resistance, integrated management

46

47

48

49

50

51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75

Introdução

Presente em todos os continentes, o arroz é a segunda cultura em produção e área cultivada no mundo, ficando somente atrás do trigo. É um cereal essencial para a segurança alimentar e nutricional da população mundial, sendo a base nutricional de cerca de 3 bilhões de pessoas (CONAB, 2015; FAO, 2017; SOSBAI, 2018). No Brasil, são cultivados, anualmente, cerca de 2,4 milhões de hectares, sendo aproximadamente 1 milhão de hectares somente no estado do Rio Grande do Sul (RS). Nesse estado, a produção média das últimas 5 safras (2013/14-2017/18) foi de 8,3 milhões toneladas, com produtividade média de 7,5 ton ha⁻¹, que se caracteriza superior à média de 6 ton ha⁻¹ das demais áreas produtivas do cereal no país (IRGA, 2018; CONAB, 2019). Apesar de o RS apresentar uma produtividade acima da média do restante do país, ela está aquém do potencial produtivo das cultivares de arroz irrigado existentes no mercado, as quais podem atingir 14 ton ha⁻¹ (Ribas et al., 2016).

Um dos fatores que mais contribui para essa lacuna na produtividade é a presença de plantas daninhas, em especial, as resistentes ao controle químico. Atualmente, o Brasil apresenta 50 casos registrados de resistência de planta daninhas, em 29 espécies, com resistência a 10 mecanismos de ação diferentes e 16 casos de resistência múltipla (Heap, 2019). As plantas daninhas resistentes, que infestam a cultura do arroz, são: o arroz-daninho (*Oryza sativa*), capim-arroz (*Echinochloa* sp.), junquinho (*Cyperus difformis*), cuminho (*Fimbristylis miliacea*), tiririca três-quinas (*Cyperus iria*) e chapéu-de-couro (*Sagittaria montevidensis*) (Heap, 2019). Destacam-se, dentre essas, os casos de resistência múltipla para capim-arroz e chapéu-de-couro, além de se constatarem biótipos de todas essas espécies com resistência às imidazolinonas.

Apesar disso, o manejo de plantas daninhas, na cultura do arroz, foi facilitado com a introdução de cultivares resistentes aos herbicidas do grupo químico das imidazolinonas (Menezes et al., 2009), pertencente ao mecanismo de ação dos inibidores da acetolactato

76 sintase (ALS). A adoção do Sistema Clearfield® e suas indicações proporcionou o controle
77 químico seletivo de arroz-daninho, podendo ser considerado como a principal ferramenta para
78 o manejo dessa espécie em lavoura de arroz irrigado (Menezes et al., 2009; Marchesan et al.,
79 2011). A resistência às imidazolinonas, em arroz no sistema CL, foi desenvolvida a partir do
80 tratamento de sementes com o agente mutagênico etil metanossulfonato (EMS). Isso gerou
81 plantas de arroz com a enzima acetolactado sintase (ALS) mutada e insensível àquele grupo
82 químico (Croughan, 2003). No RS, as cultivares resistentes às imidazolinonas foram
83 amplamente utilizadas pelos produtores na safra de 2017/2018, totalizando mais de 80% da
84 área de produção (IRGA, 2018). Entretanto, devido ao uso exclusivo e de forma continuada
85 dessa ferramenta, por mais de quatro anos seguidos (Ulguim et al., 2019), houve a seleção de
86 plantas daninhas resistentes aos herbicidas inibidores da ALS, o que vem dificultando o
87 manejo e onerando os custos de produção. Estima-se o aumento de mais de 200% no custo de
88 produção do cultivo de arroz irrigado mediante a presença de resistência de plantas daninhas
89 (Merotto et al., 2016).

90 PODE-SE considerar que as estratégias para manejo e mitigação da resistência são bem
91 compreendidas por parte dos produtores, mesmo que poucos as tenham implementado,
92 principalmente sob o argumento econômico até que um evento crítico promova a quebra de
93 paradigma (Weirich et al., 2011; et al., 2013; Beckie e Hall, 2014; Edwards et al., 2014).
94 Nesse sentido, devem ser destinados esforços para elucidação e para a conscientização dos
95 produtores acerca dos reais riscos que envolvem o surgimento de plantas daninhas resistentes,
96 de modo que estratégias de boas práticas de manejo possam ser adotadas para mitigar a
97 evolução da resistência. Desse modo, neste estudo, objetivou-se relacionar as práticas de
98 manejo de plantas daninhas adotadas pelos produtores de arroz irrigado no Estado do Rio
99 Grande do Sul (RS) com a produtividade de grãos.

Material e Métodos

101
102 O estudo foi realizado por meio da aplicação de questionários aos produtores para coleta
103 de informações sobre o histórico de manejo de plantas daninhas e a respeito da produtividade
104 de grãos das suas lavouras. O preenchimento do questionário deu-se mediante entrevistas
105 realizadas por extensionistas do Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA), acadêmicos de
106 graduação e pós-graduação do curso de Agronomia da Universidade Federal de Santa Maria
107 (UFSM), Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA) e Universidade Federal de Pelotas
108 (UFPEL), durante os anos agrícolas de 2015/2016, 2016/2017 e 2017/2018. Cada questionário
109 foi respondido individualmente, caracterizando a percepção de um único produtor e de uma
110 lavoura específica da propriedade. Participaram desse levantamento 57 municípios
111 pertencentes a seis macrorregiões produtoras de arroz do RS: Fronteira Oeste (7), Campanha
112 (14), Região Central (16), Planície Costeira Interna (7), Zona Sul (6) e Planície Costeira
113 Externa (7), totalizando 324 respostas, as quais representam o manejo de suas respectivas
114 lavouras (Figura 1).

115 O questionário foi dividido em quatro seções principais: (1) características gerais; (2)
116 ocorrência de espécies daninhas; (3) aspectos da resistência de plantas daninhas e (4) práticas
117 relacionadas ao controle químico (Tabela 1). As perguntas da seção 2 se configuram de uma
118 lista de respostas pré-definidas e respostas descritivas, em que foi solicitada a ordenação delas
119 de acordo com a taxa de importância, em escala de: 1-5 em que 1 = não importante, 2 =
120 raramente importante, 3 = ocasionalmente importante, 4 = importante e 5 = muito importante
121 (escala adapta de Riar et al. 2013a).

122 As demais seções constaram de questões de múltipla escolha, permitindo-se uma única
123 resposta. Para as perguntas com ordenamento por importância, a análise dos dados obtidos foi
124 feita pela soma dos valores 5, 4, 3, 2 e 1 para a obtenção do número total de pontos de cada
125 alternativa (Norsworthy et al., 2007). As alternativas com o maior número de pontos foram

126 aquelas com maior frequência de respostas. A importância foi calculada pela média ponderada
127 de todos os pontos (Equação 1), em que W_i representa os pesos individuais e X_i o valor
128 indicado por cada produtor. O erro padrão da média (SE) da escala de importância foi
129 calculado para cada pergunta a fim de se verificar a variação das respostas dos produtores.

130

$$131 \quad \text{Importância} = \frac{\sum_{i=1}^n W_i.X_i}{\sum_{i=1}^n W_i} \quad \text{Equação 1}$$

132

133 Com o intuito de serem estabelecidas relações entre as produtividades de grãos e as
134 práticas de manejo de plantas daninhas adotadas, os dados de produtividade relatados pelos
135 produtores foram submetidos à análise da variância, por intermédio do teste F, sendo as
136 médias, quando significativas, comparadas pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

137

Resultados e Discussão

138 Quanto à ordenação das espécies de plantas daninhas, nas suas áreas de cultivo, os
139 produtores classificaram *Oryza sativa* (arroz-daninho) e *Echinochloa* spp. (capim-arroz) como
140 as mais importantes (Tabela 2). Essas espécies, com valor de importância superior a 3,
141 possuem ampla distribuição e ocorrência nas regiões produtoras de arroz irrigado do RS
142 (Matzenbacher et al., 2014; Kalsing et al., 2019). Em geral, caracterizam-se pela maior
143 habilidade competitiva com o arroz cultivado, são espécies de difícil controle e apresentam
144 registro de resistência a herbicidas no Brasil (Andres et al. 2007; Menezes et al., 2009;Heap
145 2019).

146 O arroz-daninho é considerado a principal planta daninha infestante nas lavouras de
147 arroz irrigado do RS, uma vez que ocasiona perdas no rendimento de grãos e na qualidade
148 final do produto (Marchesan et al., 2011). Ademais, por apresentar características genóticas
149 e fenotípicas semelhantes ao arroz cultivado (Burgos et al., 2008), pode ser controlado
150 somente de forma seletiva no país e, atualmente, mediante Sistema Clearfield[®], através de

151 cultivares resistentes aos herbicidas do grupo químico das imidazolinonas (Sudianto et al.,
152 2014).

153 Por sua vez, o capim-arroz apresenta alta complexidade de resistência, no sul do Brasil,
154 devido à resistência a múltiplos herbicidas, múltiplos mecanismo de resistência e múltiplas
155 mutações no gene da enzima ALS (Matzenbacher et al., 2014, Heap, 2019). Neste sentido,
156 Eberhardt et al. (2016) relataram a ocorrência de biótipos de *Echinochloa crus-galli* com
157 resistência múltipla a três mecanismos de ação herbicidas, a saber: mimetizadores de auxina,
158 inibidores da acetolactato sintase (ALS) e da acetil coenzima-A carboxilase (ACCase). Ainda,
159 cabe salientar que, das espécies que apresentaram valor de importância igual ou superior a 1,
160 nesse levantamento, somente *Aeschynomene* sp. não apresenta relatos de resistência a
161 herbicidas no país (Tabela 2).

162 As falhas no controle de plantas daninhas, muitas vezes, são atribuídas essencialmente à
163 resistência. No entanto, mesmo havendo e reconhecendo-se muitos casos de resistência desse
164 tipo de plantas, na cultura do arroz, muitos produtores desconsideram esse fator como
165 preponderante para o controle insatisfatório. Assim, quanto aos principais motivos para baixa
166 eficiência de controle, os produtores destacaram o estágio avançado das plantas daninhas, as
167 condições ambientais inadequadas, como temperatura e umidade relativa do ar (dados não
168 apresentados), e outros motivos. Ressalta-se que os mais citados foram tolerância ou
169 resistência da planta daninha ao herbicida, uso contínuo do mesmo mecanismo de ação e
170 manejo inadequado da irrigação (dados não apresentados), todos com pontuação acima de 1
171 na escala de importância (Tabela 3).

172 A realização do controle de plantas daninhas, nos estádios iniciais de desenvolvimento,
173 foi relatada como a principal ação para o manejo da resistência, sendo utilizada por
174 aproximadamente 86%, 59% e 58% dos produtores de arroz, soja e algodão da Região
175 Centro-Sul dos Estados Unidos (Riar et al, 2013b). Nesse contexto, a aplicação de cialofope,

176 com duas a quatro folhas, em *Echinochloa* spp, resultou em um controle mais efetivo em
177 comparação a estádios de crescimento avançado, como o florescimento (Kalsing et al., 2017).
178 Isso indicou a necessidade do manejo precoce dessa planta daninha. Com isso, os altos
179 valores, na escala de importância, para estágio avançado e condições ambientais inadequadas,
180 podem denotar que muitas das falhas de controle observadas não decorrem da ocorrência da
181 resistência, e sim devido à adoção equivocada de práticas de manejo.

182 Os produtores entrevistados, nesse estudo, possuem uma percepção otimista quanto à
183 evolução do controle de plantas daninhas nas últimas safras de arroz. Detectou-se que 47%
184 declararam uma evolução no controle, enquanto que, para 31%, há uma tendência de piora
185 (Figura 2). Quando questionados sobre o que motivou suas escolhas, aqueles que relataram
186 que o controle estava melhorando atribuíram isso, principalmente, à adoção de práticas
187 alternativas ao controle químico (22%) (Figura 2a). Em contrapartida, tolerância ou
188 resistência das plantas daninhas (22%) foi o principal motivo escolhido pelos produtores que
189 evidenciaram piora no manejo de plantas daninhas em suas propriedades (Figura 2b). Dessa
190 maneira, os resultados permitem inferir que práticas agronômicas relacionadas a métodos não
191 químicos (preparo do solo, rotação de culturas, manejo da entrada de água) são estratégias
192 importantes para mitigar a evolução da resistência, bem como são essenciais para o controle
193 dos casos já estabelecidos (Norsworthy et. al., 2012; Ulguim et al., 2019). Por outro lado,
194 estratégias apoiadas somente no método químico tendem a promover um aumento no número
195 de casos de plantas daninhas tolerantes ou resistentes a herbicidas (Vargas et al., 2011).

196 Neste sentido, quando arguidos sobre quais práticas são adotadas com objetivo de
197 manejar a resistência, destacaram-se a rotação de culturas (45%), seguida por mistura (19%) e
198 rotação de herbicidas (15%) (Figura 3), sendo, nesses produtores, o registro das maiores
199 produtividade de grãos (Figura 4). Em estudo semelhante, a rotação de culturas foi elencada
200 entre os dois fatores mais importantes para o manejo da resistência (Fruet et al., 2019). Em

201 decorrência disso, esse tipo de rotação vem sendo utilizada como uma das medidas
202 específicas para a redução da frequência de biótipos resistentes de *Oryza sativa* e *Echinochloa*
203 *crus-galli* no cultivo de arroz irrigado no Sul do Brasil (Roso et al., 2010; Matzenbacher et al.,
204 2014).

205 É importante destacar que áreas com cultivo de arroz irrigado do RS são caracterizadas
206 pela formação de ambiente hidromórfico, drenagem deficiente, baixa aeração do solo e
207 camadas compactadas (Streck et al., 2008). Logo, devido a essas características, poucas são as
208 espécies capazes de se estabelecer de forma adequada no ambiente de terras baixas. Fruet et
209 al., (2019) apontam que, embora 90% dos respondentes relatem o uso de soja em rotação nas
210 áreas de arroz irrigado no RS, apenas 25% da área apresenta-se estabelecida com a rotação.
211 Contudo, destaca-se que essa prática de manejo promoveu, na média das lavouras,
212 produtividades 20% superiores que naquelas áreas onde o manejo da resistência envolveu o
213 aumento da dose do herbicida (Figura 4), reforçando a sua importância.

214 Assim, além do aumento da dose de herbicidas, o cultivo de outono-inverno e outras
215 práticas (rotação de sistemas de cultivos, preparo antecipado da área, uso de barra química e
216 capina) foram as que obtiveram as menores produtividades, não diferindo entre si (Figura 4).
217 O aumento da dose de herbicidas tem sido uma prática comum entre os produtores, podendo
218 gerar resultados iniciais satisfatórios na supressão de plantas daninhas. No entanto, não é uma
219 estratégia de manejo recomendada, uma vez que acelera a evolução da resistência pela
220 elevação na pressão de seleção herbicida (Ulguim et al., 2019).

221 A mistura em tanque de herbicidas foi a segunda prática mais empregada (Figura 3)
222 com resultados satisfatórios de produtividade (Figura 4), sendo amplamente realizada pelos
223 produtores rurais (Gazziero, 2015). Quando questionados sobre a frequência que adotam
224 mistura em tanque de herbicidas, para o controle de plantas daninhas, 28% dos produtores
225 responderam que sempre a fazem, enquanto 21% e 14% afirmaram que utilizam mistura

226 apenas em 80% e 50% das aplicações realizadas, respectivamente. Por outro lado, 37% dos
227 produtores responderam que não a realizam (Figura 5a).

228 Em 80% dos casos, são misturados pelo menos dois mecanismos de ação por aplicação
229 (Figura 5b), sendo que, em 41% dos casos, a mistura adotada é entre herbicidas inibidores da
230 síntese de carotenóides (CAR) com herbicidas inibidores da enzima 5-enol-piruvilshiquimato-
231 3-fosfato sintase (EPSPs), seguida pela mistura em 29% dos casos entre os herbicidas da
232 síntese de CAR com os inibidores da ALS (Figura 5c). Nesse sentido, o uso da combinação de
233 mais de um mecanismo de ação herbicida é considerado como umas das principais práticas
234 que deve ser utilizada para o manejo de plantas daninhas resistentes (Riar et al. 2013b).
235 Destaca-se, todavia, que a maioria dos produtores entrevistados adotam a mistura de
236 herbicidas em aplicações em pré-emergência ou ponto-de-agulha (estádio S3 da escala de
237 Counce et al., 2000), já que a mistura de inibidores de EPSPs com inibidores de CAR,
238 representados por glifosato e clomazone, respectivamente (Figura 5c), é recomendada
239 somente naquele momento com o intuito de garantir seletividade à cultura, totalizando 53%
240 dos entrevistados.

241 A seletividade de herbicidas é ferramenta-chave para o sucesso do controle químico de
242 plantas daninhas, porém, eventualmente, pode haver fitotoxicidade de herbicidas à cultura
243 quando aplicados de forma isolada ou combinados. Esse pode ser um fator decisivo para as
244 poucas alternativas de misturas observadas, uma vez que algumas podem potencializar a
245 fitotoxicidade ou causar antagonismo na ação dos produtos (Moura et al., 2016).
246 Normalmente, os produtores são relutantes em escolher alternativas de controle químico que
247 possam causar fitotoxicidade, pois pode haver risco de redução da produtividade de grãos. No
248 presente estudo, do total de produtores entrevistados, 73% relataram que não houve sintomas
249 de fitotoxicidade em suas lavouras; e os restantes alegaram verificar ocorrência de fitotoxicidade
250 (Figura 6). Entretanto, é necessário destacar que a produtividade observada, nas áreas com e

251 sem fitotoxicidade, foi similar. Tal resultado pode ser devido às características da cultura em
252 recuperar-se dos danos provocados pelos herbicidas, que, principalmente quando ocorre nos
253 estádios vegetativos, dificilmente afeta a produtividade de grãos (Oliveira et al., 2019).

254 Avaliando-se a produtividade de acordo com o programa de herbicidas utilizado nas
255 áreas de produção, verificou-se que, de maneira geral, os produtores que fazem uso de pré-
256 emergente, associado com herbicida de ação total, alcançaram maiores produtividades de
257 grãos quando comparados aqueles que não usam pré-emergentes (Figura 7a). Nesse sentido,
258 aplicações de herbicidas em ponto-de-agulha são fundamentais para o controle de ampla gama
259 de plantas daninhas, sobretudo aquelas com resistência em função da alteração do mecanismo
260 de ação herbicida utilizado em pós-emergência. Pesquisa que quantificou o efeito da aplicação
261 de glifosato, no manejo de arroz-daninho, evidenciou redução de 75% da população da planta
262 daninha e incremento de 40% na produtividade de grãos de arroz, comparado ao tratamento
263 sem a referida aplicação (Menezes et al., 2013).

264 Em relação ao manejo realizado em pós-emergência, notou-se que as maiores
265 produtividades de grãos foram aquelas com mistura de inibidores da ALS+quinclorac e
266 inibidores da ALS+clomazone, diferindo dos demais (Figura 7b). É importante salientar que a
267 eficiência dos herbicidas inibidores da ALS vem se mostrando comprometida pelos problemas
268 de resistência. No entanto, destaca-se que há registro de ocorrência de resistência ao herbicida
269 quinclorac, mas, nesse caso, observou-se que o uso desse herbicida promoveu maiores
270 produtividades. Isso pode ter ocorrido devido ao registro da resistência de capim-arroz ao
271 quinclorac ser do ano de 1999 (Heap, 2019), havendo redução progressiva da frequência de
272 biótipos resistentes nas áreas de produção, baseando-se no processo de seleção reversa, sem o
273 uso do herbicida. No caso dos inibidores da ACCase, os quais apresentam poucos casos de
274 resistência no cultivo do arroz, percebe-se que são muito dependentes do estágio fenológico
275 da planta daninha no momento do controle e da época de entrada de água na lavoura. Isso

276 pode justificar as menores produtividades quando ocorre seu uso, bem como a possibilidade
277 de infestações de espécies eudicotiledôneas nessas áreas.

278 Desse modo, pode-se evidenciar que o manejo de plantas daninhas, em áreas de
279 produção de arroz irrigado, tem impacto direto na produtividade de grãos, destacando-se
280 aplicação em plantas daninhas em estágio avançado, uso de medidas alternativas ao controle
281 químico, mistura de herbicidas e uso de aplicações em ponto-de-agulha. Nesse caso, os
282 produtores devem estar atentos aos problemas relacionados à ocorrência de plantas daninhas
283 nas suas áreas de produção para que possam ajustar as práticas de manejo, objetivando
284 incrementar o controle desses organismos, de modo a evitar perdas de produtividade.

285

286

Conclusões

287 1. As plantas daninhas *Oryza sativa* e *Echinochloa* spp. são aquelas com maior ocorrência nas
288 lavouras de arroz irrigado, e os principais motivos, para baixa eficiência de controle, nessas
289 áreas, são o estágio avançado das plantas daninhas e as condições ambientais inadequadas.

290 2. Produtores que adotam rotação de cultura, mistura e rotação de herbicidas, como práticas
291 de manejo específicas, no controle de plantas daninhas resistentes, obtêm maiores
292 produtividades de grãos de arroz irrigado.

293 3. A aplicação de herbicidas pré-emergentes, associados com glifosato, relaciona-se às
294 maiores produtividades de grãos de arroz irrigado.

295

296

Agradecimentos

297 À Fundação de Amparo à Pesquisa do RS (FAPERGS), Edital 01/2017, pelo suporte
298 financeiro. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela
299 concessão da bolsa de estudos para o primeiro autor.

300

Referências

- 301
302 ANDRES, A.; CONCENÇO, G.; MELO, P.T.B.S.; SCHMIDT, M.; RESENDE, R.G.
303 Detecção da resistência de capim-arroz (*Echinochloa* sp.) ao herbicida quinclorac em regiões
304 orizícolas do sul do Brasil. **Planta Daninha**, v.25, n.1, p.221-226, 2007. DOI:
305 <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582007000100025>.
306
- 307 BECKIE, H.J.; HALL, L.M. Genetically-modified herbicide-resistant (GMHR) crops a two-
308 edged sword? An Americas perspective on development and effect on weed management.
309 **Crop Protection**, v.66, n.1, p.40-45, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2014.08.014>.
310
- 311 BURGOS, N.R.; NORSWORTHY, J.K.; SCOTT, R.C.; SMITH, K.L. Red rice (*Oryza sativa*)
312 status after 5 years of imidazolinone-resistant rice technology in Arkansas. **Weed Technology**,
313 v.22, n.1, p.200-208, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1614/WT-07-075.1>.
314
- 315 BURGOS, N.R.; TRANEL, P.J.; STREIBIG, J.C.; DAVIS, V.M.; SHANER, D.;
316 NORSWORTHY, J.K.; RITZS, C.. Review: confirmation of resistance to herbicides and
317 evaluation of resistance levels. **Weed Science**, v.61, n.1, p.4-20, 2013. DOI:
318 <http://doi.org/10.1614/ws-d-12-00032.1>.
319
- 320 CONAB. **Companhia Nacional de Abastecimento**. A cultura do arroz. Brasília, 2015.
321
- 322 CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira:**
323 **grãos: safra 2018/2019, oitavo levantamento - maio/2018**. 2019. Disponível em:
324 <[https://www.conab.gov.br/component/k2/item/download/26192_18f5656e1d8e5c223e769b8](https://www.conab.gov.br/component/k2/item/download/26192_18f5656e1d8e5c223e769b88cabbc9aa)
325 [8cabbc9aa](https://www.conab.gov.br/component/k2/item/download/26192_18f5656e1d8e5c223e769b88cabbc9aa)>. Acesso em: 20 Jul. 2019.
326
- 327 COUNCE, P.A.; KEISLING, T.C.; MITCHELL, A.J. A uniform, objectives, and adaptive
328 system for expressing rice development. **Crop Science**, v.40, p.436–443, 2000. DOI:
329 [10.2135/cropsci2000.402436x](https://doi.org/10.2135/cropsci2000.402436x).
330
- 331 EBERHARDT, D.S.; OLIVEIRA NETO, A.M.; NOLDIN, J.A.; VANTI, R.M. Barnyardgrass
332 with Multiple Resistance to Synthetic Auxin, ALS and Accase Inhibitors. **Planta Daninha**,
333 v.34, n.4, p.823-832, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-83582016340400023>.
334
- 335 EDWARDS, C.B.; JORDAN, D.M.; OWEN, M.D.; DIXON, P.M.; YOUNG, B.G.; WILSON,
336 R.G.; WELLER, S.C. SHAW, D.R. Benchmark study on glyphosate-resistant crop systems in
337 the United States. Economics of herbicide resistance management practices in a 5 year field-
338 scale study. **Pest Management Science**, v.70, n.12, p.1924-1929, 2014. DOI:
339 [10.1002/ps.3759](https://doi.org/10.1002/ps.3759).
340
- 341 FAO. Food And Agriculture Organization of The United Nations. **The Future of Food and**
342 **Agriculture**. Roma, 2017.
343
- 344 FRUET, B.L., MEROTTO JUNIOR, A.; ULGUIM, A.R. Survey of Rice weed management
345 and public and private consultant characteristics in Southern Brazil. **Weed Technology**, v.27,
346 n.1, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1017/wet.2019.115>.
347

- 348 GAZZIERO, D.L.P. Misturas de agrotóxicos em tanque nas propriedades agrícolas do Brasil.
349 **Planta Daninha**, v.33, n.1, p.83-92, 2015. DOI: [http://dx.doi.org/10.1590/S0100-](http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582015000100010)
350 [83582015000100010](http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582015000100010).
351
- 352 HEAP, I. **Internacional survey of herbicide resistant weeds**. 2019. Disponível em:
353 [<www.weedscience.org>](http://www.weedscience.org). Acesso em: 05 Dez. 2019.
354
- 355 IRGA. Instituto Rio Grandense do Arroz. **Boletim de resultados da lavoura de arroz safra**
356 **2017/18**.2019. Disponível em: [<https://irga-](https://irga-admin.rs.gov.br/upload/arquivos/201807/30100758-boletim-final-da-safra-201-18-final.pdf)
357 [admin.rs.gov.br/upload/arquivos/201807/30100758-boletim-final-da-safra-201-18-final.pdf](https://irga-admin.rs.gov.br/upload/arquivos/201807/30100758-boletim-final-da-safra-201-18-final.pdf)>.
358 Acesso em: 02 Ago. 2019.
359
- 360 KALSING, A.; GOULART, I.C.G. dos R.; MARIOT, C.H.P.; MENEZES, V.G.;
361 MATZENBACHER, F. de O.; MEROTTO JUNIOR, A. Spatial and temporal evolution of
362 imidazolinone-resistant red rice in 'Clearfield' rice cultivations. **Pesquisa Agropecuária**
363 **Brasileira**, v.54, e00215, 2019. DOI: [http://dx.doi.org/10.1590/s1678-](http://dx.doi.org/10.1590/s1678-3921.pab2019.v54.00215)
364 [3921.pab2019.v54.00215](http://dx.doi.org/10.1590/s1678-3921.pab2019.v54.00215).
365
- 366 KALSING,A.; TRONQUINI, S.M.; MARIOT, C.H.P.; RUBIN, R. da S.; BUNDT, A.da C.;
367 FADIN, D.A.; MARQUES, L.H. Susceptibility of *Echinochloa* populations to cyhalofop-
368 butyl in Southern region of Brazil and impact of the weed phenology on its efficacy of
369 control. **Ciência Rural**, v.47, n.4, 2017. DOI: [http://dx.doi.org/10.1590/0103-](http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20160839)
370 [8478cr20160839](http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20160839).
371
- 372 MARCHESAN, E.; MASSONI, P.F.S.; VILLA, S.C.C.;GROHS, M.; AVILA, L.A.;
373 SARTORI, G.M.S.; BRUCK, R.F. Produtividade, fitotoxicidade e controle de arroz-vermelho
374 na sucessão de cultivo de arroz irrigado no Sistema Clearfield®. **Ciência Rural**, v.41, n.1,
375 p.17-24, 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782011000100004>.
376
- 377 MATZENBACHER, F.O.; BORTOLY, E.D.; KALSING, A.; MEROTTO JUNIOR, A.
378 Distribution and analysis of the mechanisms of resistance of barnyardgrass (*Echinochloa*
379 *crus-galli*) to imidazolinone andquinclorac herbicides. **Journal of Agricultural Science**,
380 v.153, n.6, p.1044-1058, 2015. DOI:10.1017/S0021859614000768.
381
- 382 MENEZES, V. G.; MARIOT,C. H. P.; KALSING,A.; FREITAS,T. F. S. de; GROHS,D. S.;
383 MATZENBACHER,F. de O. Associação de glyphosate e imidazolinonas no controle de
384 arroz-vermelho em arroz Clearfield®. **Ciência Rural**, v.43, n.12, 2013. DOI:
385 <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782013001200006>.
386
- 387 MENEZES, V.G.; MARIOT, C.H.P; KALSING, A.; GOULART, I.C.G.R. Arroz-vermelho
388 (*Oryzasativa*) resistente aos herbicidas imidazolinonas. **Planta Daninha**, v.27, p.1047-1052,
389 2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582009000500018>.
390
- 391 MEROTTO JUNIOR, A.; GOULART, I.C.G.R.; NUNES, A.L.; KALSING, A.; MARKUS,
392 C.; MENEZES, V.G.; WANDER, A.E. Evolutionary and social consequences of introgression
393 of non transgenic herbicide resistance from rice to weedy rice in Brazil. **Evolutionary**
394 **applications**, v.9, n.7, p.837-846, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1111/eva.12387>.
395
- 396 MOURA, D.S.; NOLDIN, J.A.; GALON, L.; HELGUEIRA, D.B.; MARTINS, K.P.;
397 CASSOL, L.L.. Chemical control of California arrowhead (*Sagittaria montevidensis*) resistant

- 398 to acetolactate synthase and photosystem II inhibiting herbicides in irrigated rice. **Ciência.**
399 **Rural**, v.46, n.12, p.2084-2089, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20160117>.
400
- 401 NORSWORTHY, J.K.; WARD, S.M.; SHAW, D.R.; LLEWELLYN, R.S.; NICHOLS, R.L.,
402 WEBSTER, T.M.; BRADLEY, K.W.; FRISVOLD, G.; POWLES, S.B.; BURGOS, N.R.;
403 WITT, W.W.; BARRET, M. Reducing the risks of herbicide resistance: best management
404 practices and recommendations. **Weed Science**, v.60, n.1, p.31-62, 2012. DOI:
405 <https://doi.org/10.1614/WS-D-11-00155.1>.
406
- 407 NORSWORTHY, J.K.; BURGOS, N.R.; SCOTT, R.C. SMITH, K. Consultant Perspectives
408 on Weed Management Needs in Arkansas Rice. **Weed Technology**, v.21, p.832-839, 2007.
409 DOI: <https://doi.org/10.1614/WT-06-203.1>.
410
- 411 OLIVEIRA, M.L de.; MARCHESAN, E.; SOARES, C.F.; WERLE, I.S.; FLECK, A.G.
412 Phytotoxicity of imazapyr+imazapic on tolerant rice varieties Guri INTA CL and IRGA 424
413 RI. **Revista Ceres**, v.66, n.2, p.102-107, 2019. DOI: [http://dx.doi.org/10.1590/0034-](http://dx.doi.org/10.1590/0034-737x201966020004)
414 [737x201966020004](http://dx.doi.org/10.1590/0034-737x201966020004).
415
- 416 REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 32. 2018, Farroupilha.
417 **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Cachoeirinha:
418 SOSBAI, 2018. 209p.
419
- 420 RIAR, D.S.; NORSWORTHY, J.K., STECKEL, L.E.; STEPHENSON, D.O.; EUBANK,
421 T.W.; SCOTT, R.C. Assesment of weed management pratices and problem weed in the
422 Midsouth United States – soybean: a consultant’s perspective. **Weed Technology**, v.27, n.3,
423 p.612-622, 2013a. DOI: <https://doi.org/10.1614/WT-D-12-00167.1>.
424
- 425 RIAR, D.S.; NORSWORTHY, J.K.; STECKEL, L.E.; STEPHENSON IV, D.O.; EUBANK,
426 T.W.; BOND, J.; SCOTT, R.C. Adoption of best management practices for herbicide-resistant
427 weeds in Midsouthern United States cotton, rice, and soybean. **Weed Technology**, v.27, n.4,
428 p.788-797, 2013b. DOI: <https://doi.org/10.1614/WT-D-13-00087.1>.
429
- 430 RIBAS, G.G.; STRECK, N.A.; LAGO, I.; ZANON, A.J.; WALDOW, D.A.G.; DUARTE
431 JUNIOR, A.J.; NASCIMENTO, M.F. FONTANA, V. Acúmulo de matéria seca e
432 produtividade em híbridos de arroz irrigado simulados com o modelo SimulArroz. **Pesquisa**
433 **Agropecuária Brasileira**, v.51, p.1907-1917, 2016. DOI: 10.1590/S0101-
434 31222003000100014.
435
- 436 ROSO, A. C.; MEROTTO JUNIOR; DELATORRE, C.A. Bioensaios para diagnóstico da
437 resistência aos herbicidas imidazolinonas em arroz. **Planta Daninha**, v.28, n.2, p. 411-419,
438 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582010000200021>.
439
- 440 STRECK, E. V. KÄMPF, N.; DALMOLIN, R. KLAMT, E.; NASCIMENTO, P.;
441 SCHNEIDER, P.; GIASSON, E. PINTO, LFS. **Solos do Rio Grande do Sul**. EMATER/RS;
442 UFRGS. 126 p. 2008.
443
- 444 SUDIANTO, E.; BENG-KAH, S.; TING-XIANG, N.; SALDAIN, N.E.; SCOTT, ROBERT,
445 C.R.; BURGOS, N.R. Corrigendum to “Clearfield® Rice: Its development, success, and key
446 challenges on a global perspective” **Crop Protection**, v.55, p.142-144, 2014. DOI:
447 <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2013.02.013>.

- 448
449 ULGUIM A.R.; SILVA, B.M.; AGOSTINETTO, D.; AVILA NETO, R.C.; ZANDONÁ, R.R.
450 Resistance mapping of the genus *Cyperus* in Rio Grande do Sul and selection pressure
451 analyses. **Planta Daninha**, v.37, 2019. DOI: [http://dx.doi.org/10.1590-s0100-](http://dx.doi.org/10.1590/s0100-83582019370100062)
452 [83582019370100062](http://dx.doi.org/10.1590/s0100-83582019370100062).
453
454 VARGAS, L.; NOHATTO, M.A.; AGOSTINETTO, D.; BIANCHI, M.A.; GONÇALVES,
455 E.M.; TOLEDO, R.E. Respostas de biótipos de *Euphorbia heterophylla* a doses de
456 glyphosate. **Planta Daninha**, v.29, n.esp., p.1121-1128, 2011. DOI:
457 <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582011000500020>.
458
459 WEIRICH, J.W.; SHAW, D.R.; OWEN, M.D.; DIXON, P.M.; WELLER, S.C.; YOUNG,
460 B.G.; WILSON, R.G.; JORDAN, D.L. Benchmark study on glyphosate-resistant cropping
461 systems in the United States. Part 5: effects of glyphosate-based weed management programs
462 on farm-level profitability. **Pest Management Science**, v.67, n.7, p.781-784, 2011. DOI:
463 [10.1002/ps.2177](https://doi.org/10.1002/ps.2177).
464
465

466
467
468
469
470
471
472
473
474
475
476
477
478
479
480
481
482
483
484
485
486
487
488
489
490
491

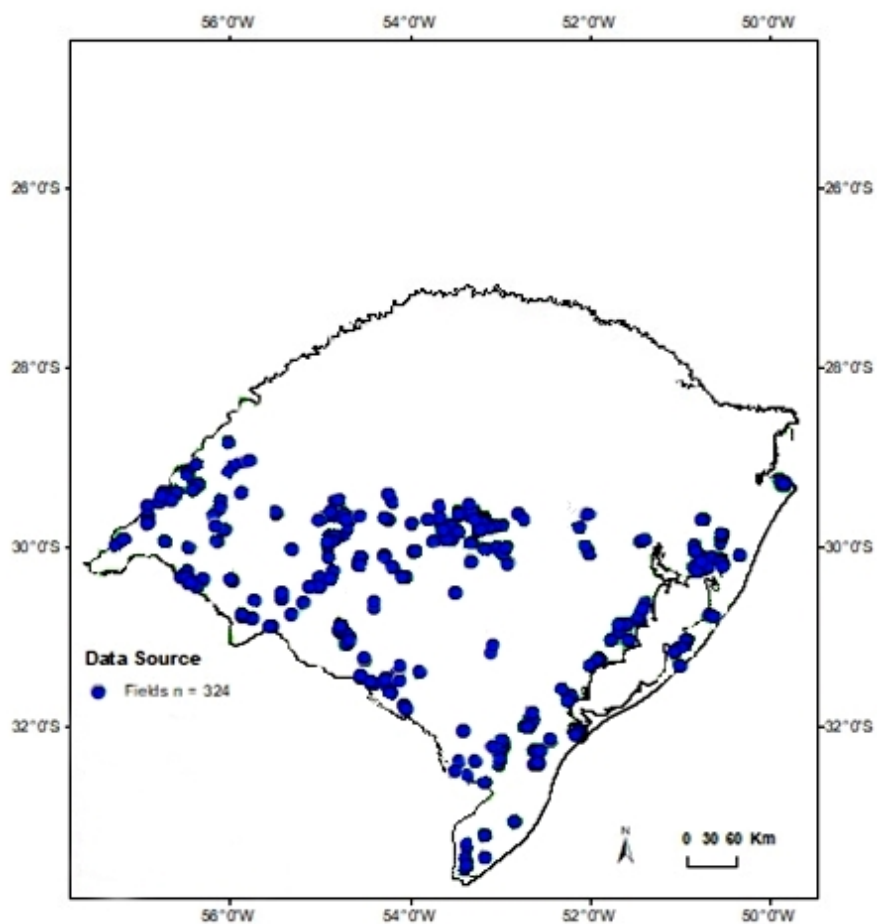


Figura 1. Ilustração dos locais de aplicação de questionários e áreas de produção de arroz no Rio Grande do Sul.

492 **Tabela 1.** Questionário aplicado aos produtores de arroz irrigado do Rio Grande do Sul.**Seção 1: Características gerais**

- | | |
|------------------------|---|
| 1.1. Nome do Produtor: | 1.5. Área cultivada (ha): |
| 1.2. Município: | 1.6. Produtividade (kg ha ⁻¹) |
| 1.3. Latitude: | |
| 1.4. Longitude: | |

Seção 2: Ocorrência de espécies daninhas

2.1. Indique as espécies mais frequentes de plantas daninhas na sua lavoura (1 = não importante, 2 = raramente importante, 3 = ocasionalmente importante, 4 = importante, e 5 = muito importante)

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Arroz-daninho (<i>Oryza sativa</i>) | <input type="checkbox"/> Papuã (<i>Urochloa plantagineae</i>) |
| <input type="checkbox"/> Junquinho (<i>Cyperus</i> sp.) | <input type="checkbox"/> Sagitária (<i>Sagittaria montevidensis</i>) |
| <input type="checkbox"/> Capim-arroz (<i>Echinochloa</i> spp.) | <input type="checkbox"/> Azevém (<i>Lolium multiflorum</i>) |
| <input type="checkbox"/> Angiquinho (<i>Aeschynomene</i> sp.) | <input type="checkbox"/> Buva (<i>Conyza</i> sp.) |
| <input type="checkbox"/> Milhã (<i>Digitaria</i> sp.) | <input type="checkbox"/> Capim pé-de-galinha (<i>Eleusine indica</i>) |
| <input type="checkbox"/> Trapoeraba (<i>Commelina</i> sp.) | <input type="checkbox"/> Outra. Especifique |
| <input type="checkbox"/> Cuminho (<i>Fimbristylismiliaceae</i>) | |

2.2. Caso haja baixa eficiência dos herbicidas no controle de plantas daninhas, indicar o motivo em ordem de importância (1 = não importante, 2 = raramente importante, 3 = ocasionalmente importante, 4 = importante, e 5 = muito importante)

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Dose insuficiente | <input type="checkbox"/> Uso de adjuvantes inadequados |
| <input type="checkbox"/> Condições ambientais inadequadas | <input type="checkbox"/> Estádio avançado de plantas daninhas |
| <input type="checkbox"/> O herbicida é originalmente ineficientes | <input type="checkbox"/> Outro. Especifique |

Seção 3: Aspectos da resistência de plantas daninhas

3.1. Como está evoluindo o controle de plantas daninhas nos últimos anos na área?

- Melhorando
 Igual
 Piorando

3.2. Com base na questão anterior, responda os motivos da sua escolha:

- Novas tecnologias lançadas para o manejo de plantas daninhas
 Eficiência a resposta dos herbicidas
 Novos herbicidas e tecnologia de aplicação
 Tolerância ou resistência das plantas daninhas aos herbicidas
 Alteração das práticas de manejo (exceto herbicidas) usadas anteriormente
 Outra. Especifique

3.3. O produtor adota alguma destas práticas de manejo especificamente para o controle de plantas daninhas resistentes?

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Rotação de culturas | <input type="checkbox"/> Cultivo de outono-inverno |
| <input type="checkbox"/> Mistura de herbicidas | <input type="checkbox"/> Rotação de herbicidas |
| <input type="checkbox"/> Aumento da dose dos herbicidas | <input type="checkbox"/> Outra. Especifique |

Seção 4: Práticas relacionadas ao controle químico

4.1. Houve sintomas de fitotoxicidade por ocasião da aplicação de herbicidas?

- Sim Não

4.2. O produtor realiza mistura em tanque de herbicidas para o manejo de plantas daninhas?

- Não Sim. Qual combinação mais utilizada? _____

continua...

Continuação da Tabela 1

4.3 Com qual frequência é realizada?

() Sempre

() Em 80% das aplicações

() Em 50% das aplicações

4.4. Quando são realizadas as aplicações de herbicidas:

4.4.1. Em pré-emergência/ponto-de-agulha (estádio S3). Qual (is) herbicida (s)?

4.4.2. Após a emergência da cultura (pós-emergência). Qual (is) herbicida (s)?

493

494 **Tabela 2.** Classificação de diferentes espécies de plantas daninhas quanto à ocorrência em
495 áreas de cultivo de arroz irrigado no Rio Grande do Sul.

Espécie	Pontos*	Importância** (SE)
<i>Oryza sativa</i>	550	3,71 (0,18)
<i>Echinochloa</i> spp.	528	3,65 (0,15)
<i>Cyperus</i> sp.	295	2,15 (0,22)
<i>Digitaria</i> sp.	230	1,80 (0,23)
<i>Aeschynomene</i> sp.	212	1,93(0,23)
<i>Urochloa plantaginea</i>	182	1,47 (0,25)
<i>Eleusine indica</i>	169	1,28 (0,23)
<i>Sagittaria montevidensis</i>	137	1,26 (0,25)
<i>Conyza</i> sp.	115	1,16 (0,25)
<i>Fimbristylis miliacea</i>	110	1,00 (0,24)
<i>Lolium multiflorum</i>	92	0,96 (0,23)
<i>Commelina</i> sp.	70	0,67 (0,23)
Outra	46	0,27 (0,33)

496 *Pontos foram calculados a partir da atribuição de valores 5, 4, 3, 2 e 1 à primeira, segunda, terceira, quarta e
497 quinta planta daninha mais importante para cada respondente e decorrentes da soma dos valores de cada planta
498 daninha. **A importância foi obtida pela média ponderada dos pontos de cada planta daninha, e o erro padrão da
499 média (SE) em parênteses. n = 155.

500

501

502

503

504

505

506

507

508

509

510

511 **Tabela 3.** Classificação dos principais motivos para baixa eficiência de controle de espécies
 512 de planta daninhas em lavouras de arroz irrigado no Rio Grande do Sul.

513

Motivo	Pontos *	Importância ** (SE)
Estádio avançado das plantas daninhas	248	2,07 (0,31)
Condições ambientais inadequadas	182	1,69 (0,33)
Herbicida é originalmente ineficiente para a espécie daninha	164	1,52 (0,35)
Outros motivos	146	1,67 (0,40)
Dose insuficiente	79	0,87 (0,34)
Uso de adjuvantes inadequados	61	0,69 (0,29)

514 *Pontos foram calculados a partir da atribuição de valores 5, 4, 3, 2 e 1 ao primeiro, segundo, terceiro, quarto e
 515 quinto motivo mais importante para cada respondente e decorrentes da soma dos valores de cada motivo. **A
 516 importância foi obtida pela média ponderada dos pontos de cada motivo, e o erro padrão da média (SE) em
 517 parênteses. n = 111.

518

519

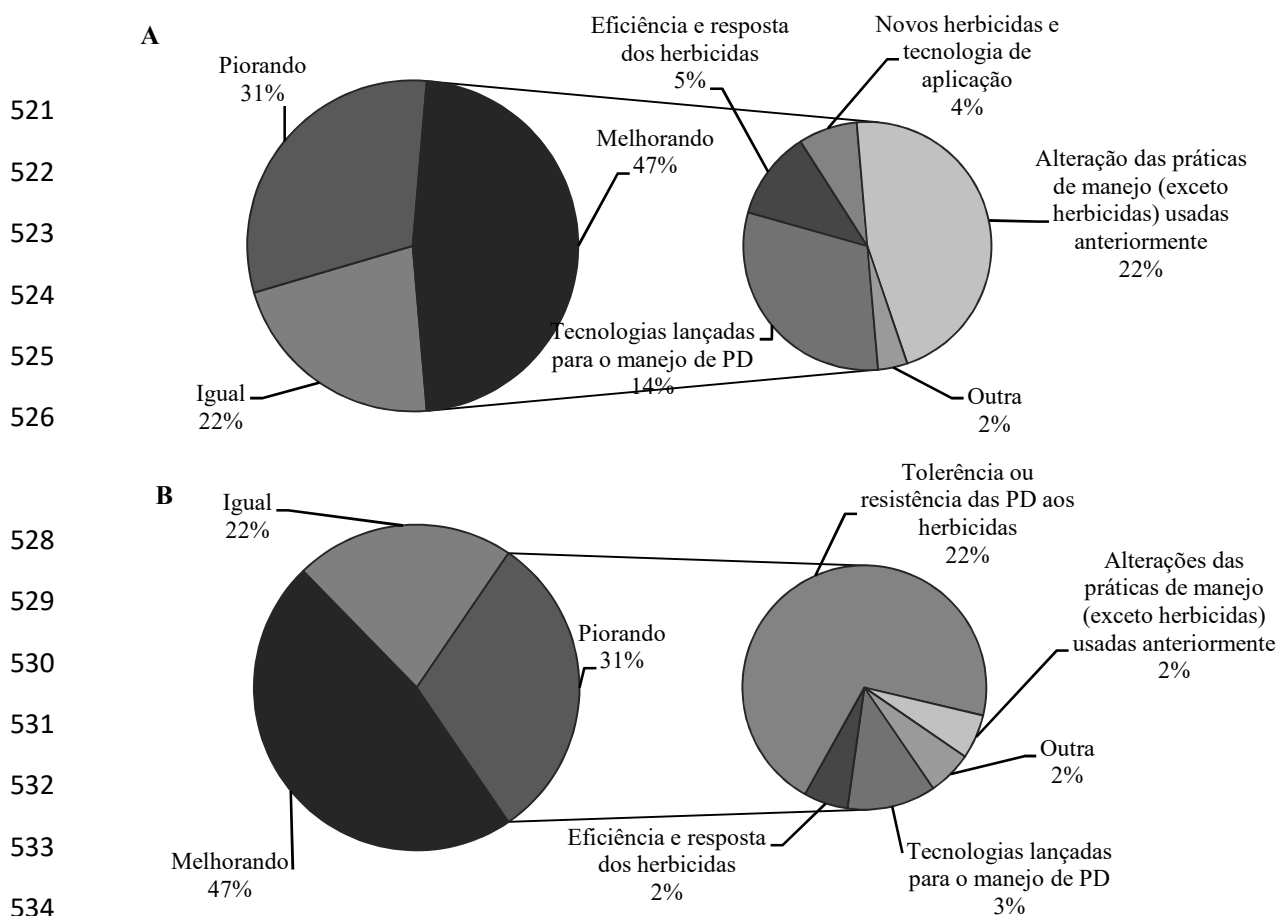
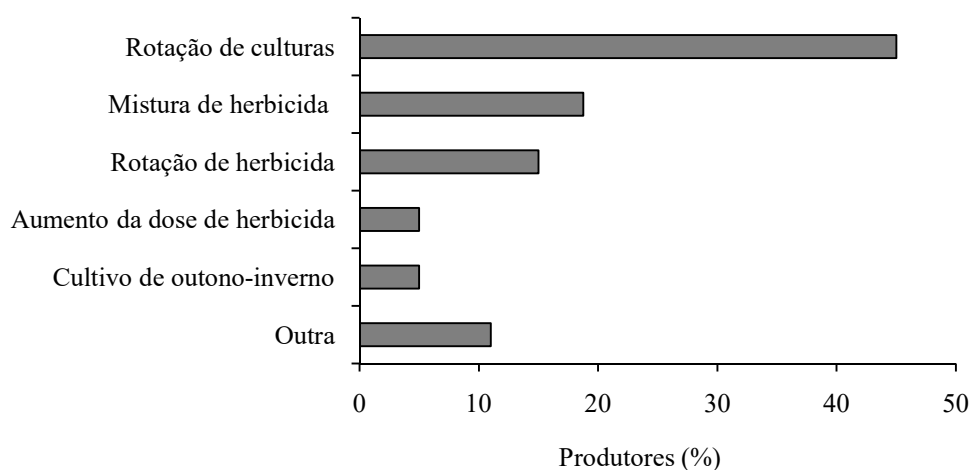


Figura 2. Percepção dos produtores de arroz irrigado do Rio Grande do Sul quanto ao
 incremento (A) ou decréscimo (B) do controle de plantas daninhas. n = 55.



535

536 **Figura 3.** Práticas adotadas pelos produtores (%), especificamente, para o controle de plantas
 537 daninhas resistentes nas propriedades de arroz irrigado nas safras de 2015/16, 2016/17 e
 538 2017/18 no Rio Grande do Sul. n = 133.

539

540

541

542

543

544

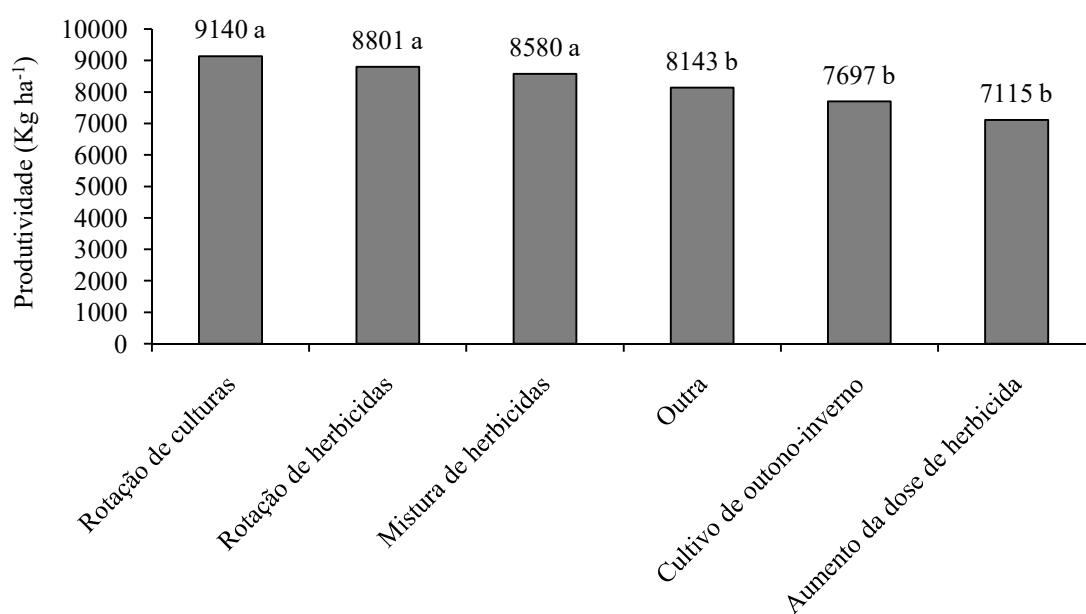
545

546

547

548

549



550 **Figura 4.** Produtividade de grãos de arroz (kg ha⁻¹) nas safras de 2015/16, 2016/17 e 2017/18
 551 em função das práticas de manejo adotadas pelos produtores, especificamente, para controle
 552 de plantas daninhas resistentes no Rio Grande do Sul. *Médias não seguidas pela mesma letra
 553 diferem, entre si, pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). n = 128.

554

555

556

557

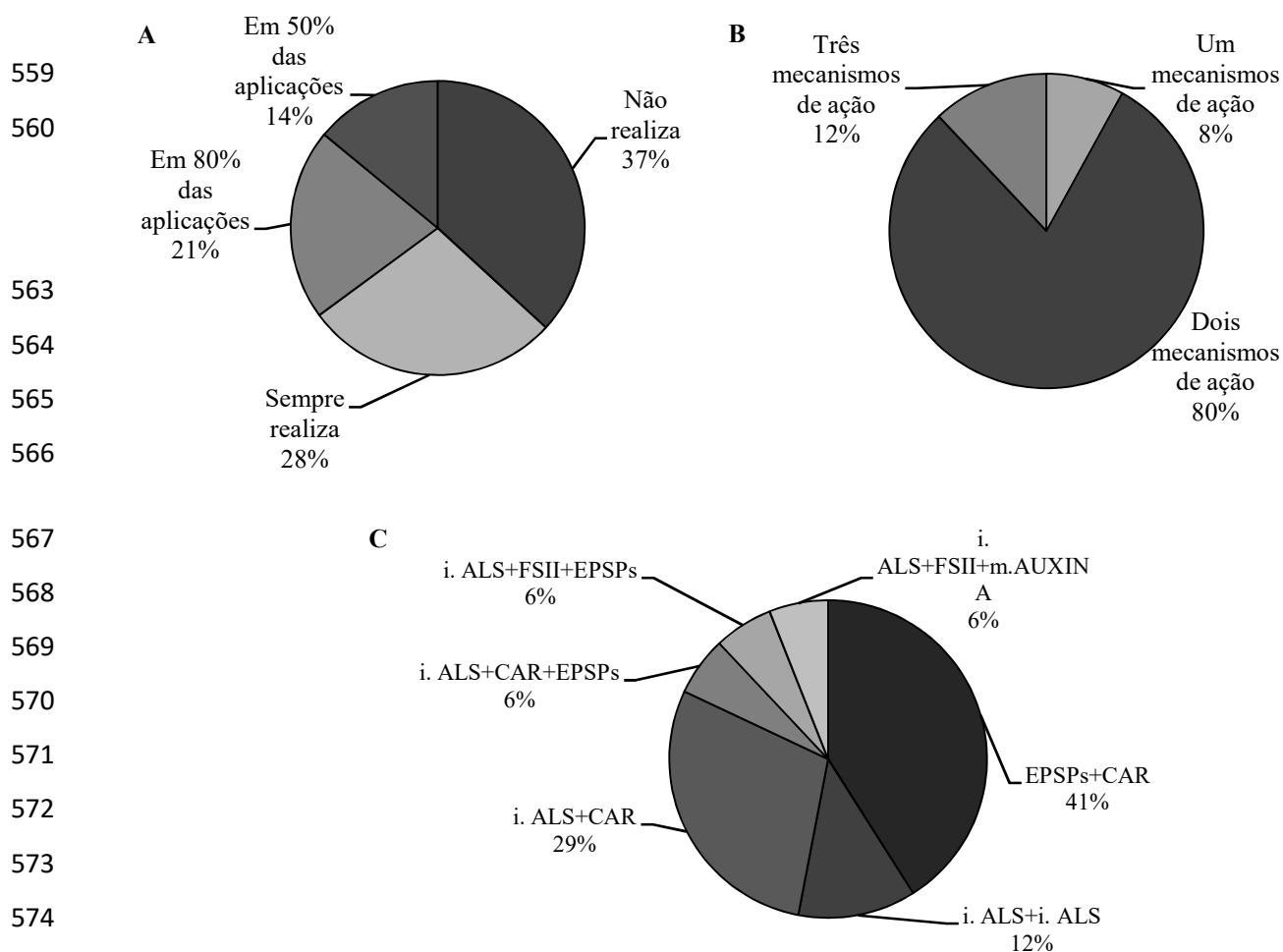


Figura 5. Frequência de produtores que realizam mistura em tanque de herbicidas (%) (A), número de mecanismos de ação em cada mistura (%) (B) e principais mecanismos de ação presentes (C) em áreas de produção de arroz no Rio Grande do Sul. n (A) = 57. n (B) = 25. n (C) = 24

575

576

577

578

579

580

581

582

583

584

585

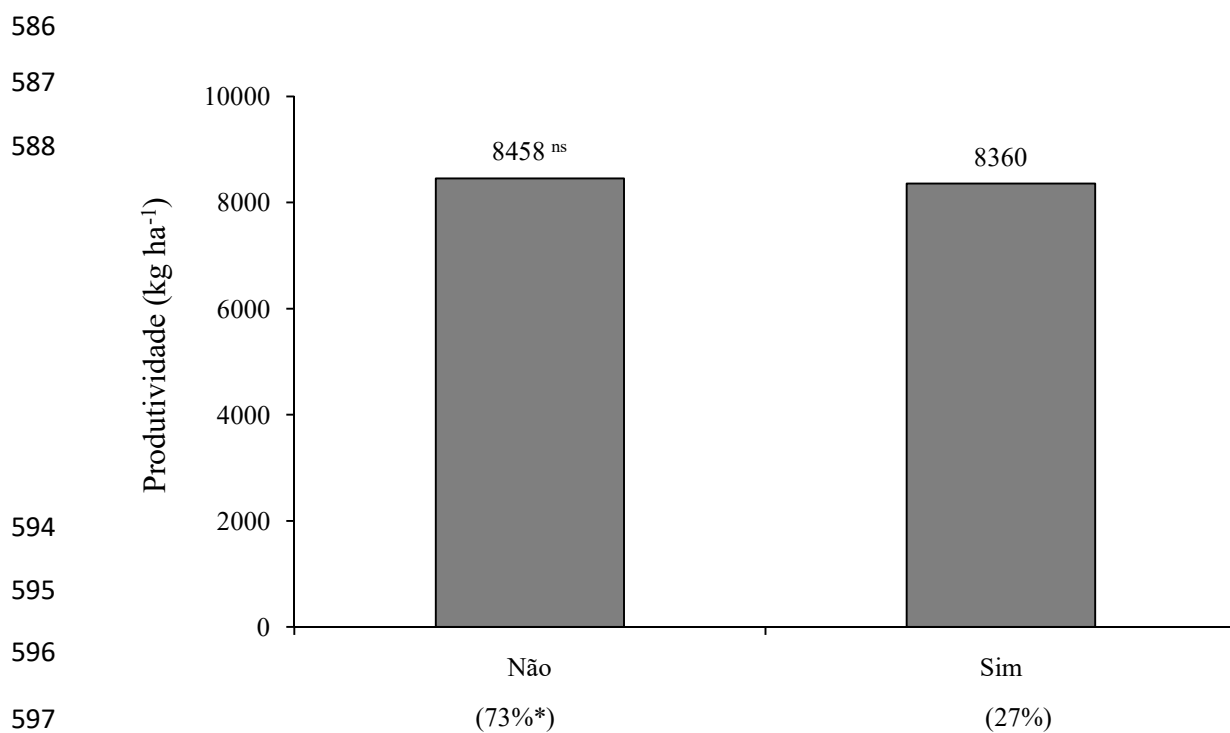


Figura 6. Produtividade de grãos de arroz (kg ha⁻¹) nas safras de 2015/16, 2016/17 e 2017/18 em relação à ocorrência de fitotoxicidade de herbicidas em áreas de arroz irrigado no Rio Grande do Sul. ^{ns}Não significativo. *Porcentagem de produtores. n = 182

598

599

600

601

602

603

604

605

606

607

608

609

610

611

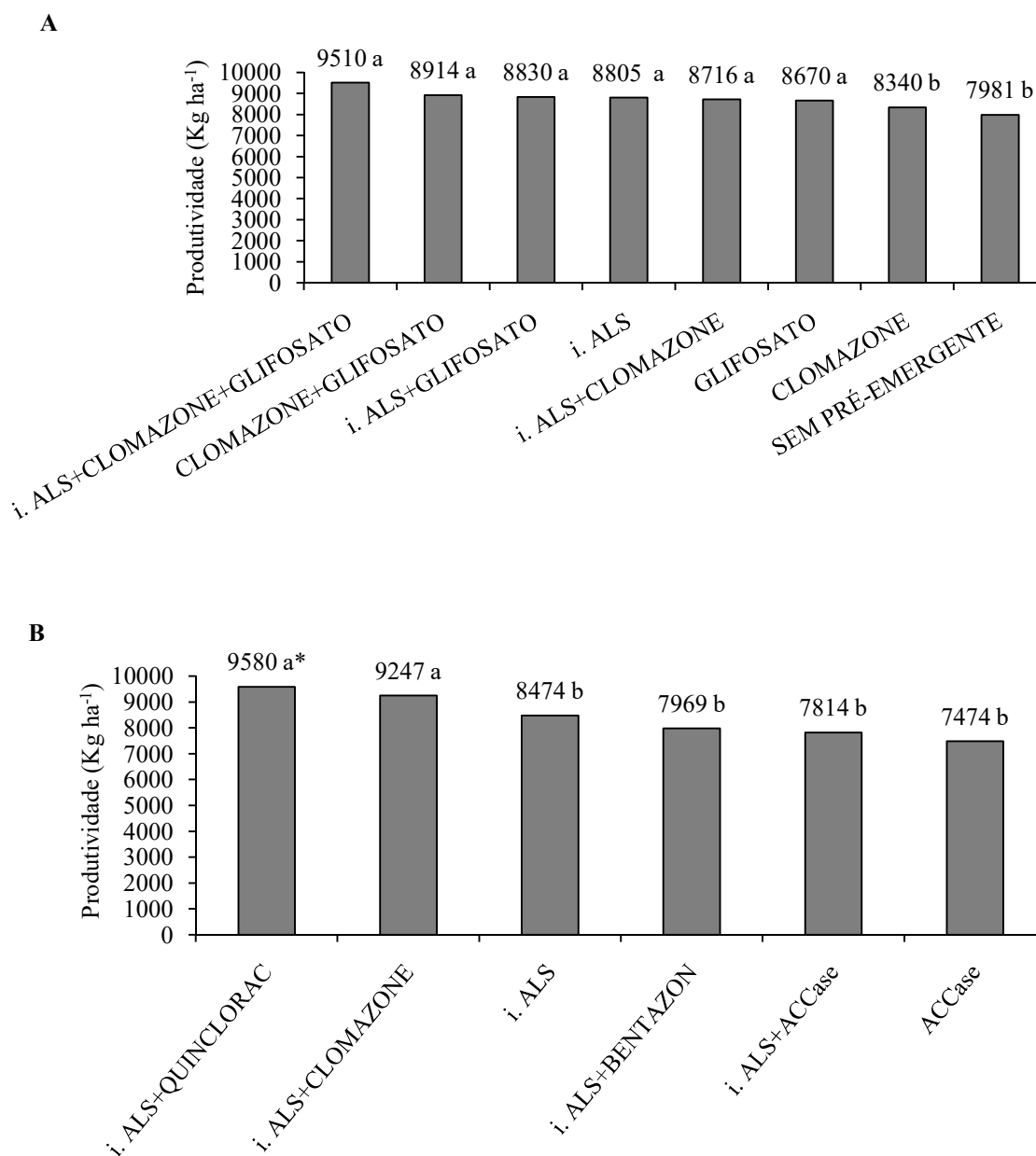


Figura 7. Produtividade de grãos de arroz (kg ha⁻¹), nas safras de 2015/16, 2016/17 e 2017/18, em função do manejo químico adotado pelos produtores em ponto-de-agulha (estádio S3) (A) e em pós-emergência (V3-V4) (B) para controle de plantas daninhas nas lavouras de arroz irrigado no Rio Grande do Sul. *Médias não seguidas pela mesma letra diferem, entre si, pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). n (A) = 242. n (B) = 188

612

613

614

615

1 **3 ARTIGO CIENTÍFICO II** (Será submetido à revista Ciência Rural)

2 **Levantamento fitossociológico de plantas daninhas em áreas de cultivo de arroz irrigado**
3 **no sistema Clearfield[®] no estado do Rio Grande do Sul**

4

5 **Phytosociological survey of weeds in irrigated rice cultivation areas in the Clearfield[®]**
6 **system in the state of Rio Grande do Sul**

7

8 **Anelise Lencina da Silva^{11*} André da Rosa Ulguim¹ Nereu Augusto Streck²**

9

10 **RESUMO**

11 O manejo de plantas daninhas é essencial para a obtenção de elevadas produtividades
12 de grãos na cultura de arroz irrigado. Neste estudo, teve-se, como objetivos, mapear e
13 quantificar a ocorrência de plantas daninhas em áreas de produção de arroz irrigado com o
14 sistema Clearfield[®] (CL) no estado do Rio Grande do Sul (RS). Para isso, foi realizado um
15 levantamento fitossociológico por meio de coletas georreferenciadas de solos em 36
16 propriedades com o cultivo de arroz irrigado, em 16 cidades do RS. As amostras de solo
17 foram acondicionadas em bandejas de polietileno com 792cm² de área e dispostas em casa-de-
18 vegetação, a fim de permitir a emergência de plantas daninhas durante o período de outubro
19 de 2018 a junho de 2019. As plantas daninhas presentes foram quantificadas e identificadas
20 em nível de gênero, com auxílio de bibliografia especializada. As variáveis analisadas foram
21 frequência, frequência relativa, densidade, densidade relativa, abundância, abundância
22 relativa e índice de valor de importância. Foram identificados 38 gêneros, distribuídos em 20

¹Departamento de Defesa Fitossanitária, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil. E-mail: anelise_lencina@hotmail.com. *Autor para correspondência.

²Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil.

1 famílias, e as mais representativas foram *Poaceae*, *Cyperaceae* e *Asteraceae*. Os gêneros
2 *Cyperaceae*, *Echinochloa*, *Oryza* e *Lolium* apresentaram os maiores índices de valor de
3 importância. Os três primeiros evidenciaram elevada frequência e ampla distribuição nas
4 regiões produtoras de arroz irrigado. As áreas com o cultivo de arroz irrigado, no sistema CL,
5 apresentaram uma alta diversidade e distribuição de plantas daninhas. Plantas daninhas do
6 gênero *Cyperus* possuem maiores valores de frequência, densidade e abundância relativas,
7 bem como alto índice de valor de importância dentre as que foram observadas.

8 **Palavras-chave:** *Oryza sativa*, fitossociologia, mapeamento, *Cyperaceae*, *Echinochloa*,

9

10 **ABSTRACT**

11 Weed management is essential for obtaining high grain yields in irrigated rice. In this
12 study, the objectives were to map and quantify the occurrence of weeds in irrigated rice
13 production areas using the Clearfield® (CL) system in the state of Rio Grande do Sul (RS).
14 For this, a phytosociological survey was carried out by means of georeferenced collections of
15 soils in 36 farms with the cultivation of irrigated rice in 16 cities in RS. The soil samples were
16 placed in polyethylene trays with an area of 792 cm² and arranged in a greenhouse, in order to
17 allow the emergence of weeds during the period from October 2018 to June 2019. The weeds
18 present were quantified and identified at the genus level, with the help of specialized
19 bibliography. The variables analyzed were frequency, relative frequency, density, relative
20 density, abundance, relative abundance and importance value index. 38 genera were
21 identified, distributed in 20 families, and the most representative were *Poaceae*, *Cyperaceae*
22 and *Asteraceae*. The genera *Cyperaceae*, *Echinochloa*, *Oryza* and *Lolium* had the highest
23 indexes of importance value. The first three showed high frequency and wide distribution in
24 the irrigated rice producing regions. The areas with the cultivation of irrigated rice, in the CL
25 system, presented a high diversity and distribution of weeds. Weeds of the genus *Cyperus*

1 have higher values of relative frequency, density and abundance, as well as a high importance
2 value index among those that were

3 **Key words:***Oryza sativa*, phytosociology, mapping, *Cyperaceae*, *Echinochloa*

4 **INTRODUÇÃO**

5 O estado do Rio Grande do Sul (RS) é o maior produtor de arroz no Brasil,
6 responsável por cerca de 77% da oferta nacional do cereal. Na safra 2018/19, a produção
7 desse grão, no RS, foi correspondente a 7.4 milhões de toneladas, com produtividade média
8 de 7.5 ton ha⁻¹ de grãos, cultivados em aproximadamente 1 milhão de hectares no sistema
9 irrigado por inundação (CONAB, 2019; IRGA, 2019). No entanto, no que tange à
10 produtividade, ainda deve-se buscar evoluir, visto que o potencial produtivo da cultura pode
11 atingir 12 a 15 ton ha⁻¹ de grãos de arroz (MENEZES et al., 2013).

12 Dentre os fatores que podem interferir negativamente na produtividade e na
13 qualidade de arroz, destacam-se as plantas daninhas, responsáveis por perdas superiores de
14 80% produtividade de grãos na cultura de arroz irrigado (FLECK et al., 2004). Os prejuízos
15 ocasionados por essas plantas derivam, principalmente, da competição pelos recursos do
16 meio, tais como água, nutrientes e luz. Isso gera aumento dos custos de produção e a
17 depreciação do produto final (GALON et al., 2015). As lavouras de arroz irrigado, no Sul do
18 Brasil, apresentam uma ampla diversidade de espécies de plantas daninhas e há um elevado
19 índice de ocorrência dessas. Dentre essas espécies, destacam-se a *Oryza sativa* (arroz-
20 daninho), *Echinochloa* spp. (capim-arroz), *Cyperus* spp. (junquinho), *Fimbristylis miliaceae*
21 (cuminho), *Urochloa* spp. (papuã), *Digitaria* spp. (milhã), *Sagittaria* spp. (sagitária),
22 *Heteranthera* spp. (aguapé) e *Aeschynomene* spp. (angiquinho) (SOSBAI, 2018).

23 Para a realização de manejo adequado de plantas daninhas, é essencial a identificação
24 das espécies presentes na área de cultivo, bem como o conhecimento daquelas que apresentam
25 maior importância (OLIVEIRA; FREITAS, 2008). Dessa forma, o levantamento

1 fitossociológico é uma das principais ferramentas para a caracterização da composição
2 florística de uma comunidade de plantas daninhas infestantes em áreas agrícolas. Existem
3 determinados parâmetros, como frequência, frequência relativa, densidade, densidade relativa,
4 abundância, abundância relativa, bem como índice de valor de importância, que podem
5 explicar as inter-relações das espécies no espaço e, de certa forma, no tempo (ERASMO, et
6 al., 2004). A partir de então, práticas específicas de manejo podem ser adotadas com o
7 propósito de que resultados satisfatórios sejam alcançados. Diante do exposto, o objetivo
8 desse trabalho foi mapear e quantificar a ocorrência de plantas daninhas em áreas de produção
9 de arroz irrigado, no sistema Clearfield[®] (CL), no estado do Rio Grande do Sul (RS).

10 MATERIAL E MÉTODOS

11 Para a realização do estudo, amostras de solo foram coletadas em 36 propriedades
12 rurais com o cultivo de arroz irrigado com o sistema Clearfield[®], situadas em 16 municípios,
13 localizados em cinco das seis macrorregiões orizícolas (IRGA, 2019) do estado do Rio
14 Grande do Sul (Figura 1), no ano agrícola de 2018/19. As coletas de solo foram realizadas
15 antes da semeadura da cultura do arroz irrigado, na camada de 00-10cm de profundidade, em
16 área representativa de cada propriedade estudada. Todos os pontos de coleta foram
17 georreferenciados por meio da utilização do *Global Positioning System* (GPS).
18 Posteriormente, as amostras de solo foram encaminhadas para casa-de-vegetação, localizada
19 na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), para a realização do levantamento
20 fitossociológico.

21 A partir disso, a fim de promover a emergência das plantas daninhas, as amostras
22 com volumes que variaram de 3,3 a 4,3 litros, previamente destorroadas e peneiradas, foram
23 acondicionadas em bandejas de polietileno, com área superficial de 792cm², durante o período
24 de outubro de 2018 a junho de 2019. Para cada bandeja, que correspondeu a um único local
25 de coleta, foi quantificado o número de plântulas emergidas. Foram consideradas emersas as

1 plântulas que apresentavam parte aérea superior a 1cm, as quais foram identificadas a nível de
2 família, de gênero e, posteriormente, descartadas.

3 A identificação das plantas daninhas ocorreu por meio de literatura especializada
4 (KISSMANN; GROTH, 1997a; KISSMANN; GROTH, 2000b; KISSMANN; GROTH,
5 2000c). Quando não foi possível identificá-las, foram realizados transplantes para vasos, com
6 cultivo até o período reprodutivo, para a confecção de exsicatas e a adequada identificação. A
7 cada fluxo de emergência e após a estabilização dessa, o solo contido nas bandejas foi
8 mobilizado com o intuito de permitir novo fluxo. Esse procedimento foi realizado por quatro
9 vezes durante o período do estudo.

10 Com base nos dados quantitativos das diferentes plantas registradas, calcularam-se as
11 variáveis fitossociológicas. Isso foi feito por meio de fórmulas propostas por Mueller-
12 Dombois e Ellenberg (1974), conforme segue abaixo:

13 Frequência (Fre) = n° de parcelas que contêm o gênero/n° total de bandejas utilizadas

14 Densidade (Den) = n° total de indivíduos utilizados/área total da bandeja

15 Abundância (Abu) = n° de indivíduos por gênero/n° de bandejas que contêm o gênero

16 Frequência relativa (Frr) = frequência x100/frequência total de todos os gêneros

17 Densidade relativa (Der) = densidade da espécie x100/densidade total dos gêneros

18 Abundância relativa (Abr) = abundância de gênero x100/abundância total dos gêneros

19 Índice de valor de importância (IVI) = Frr + Der + Abr

20 O cálculo da frequência (Fre) avalia a distribuição das espécies, a densidade (Den),
21 determina a quantidade de plantas de cada espécie por unidade de área, enquanto que a
22 abundância (Abu) informa a respeito da concentração das espécies nas áreas. A associação
23 dessas variáveis, ou seja, frequência relativa (Frr), densidade relativa (Der) e abundância
24 relativa (Abr) informam a relação de cada espécie com as demais espécies encontradas. Já o
25 índice de valor de importância (IVI), determina as espécies mais importantes nas áreas

1 estudadas no levantamento. Para construção da representação gráfica do mapeamento,
2 conforme a distribuição de ocorrência das plantas daninhas, no estado do RS, empregou-se a
3 ferramenta Quantum GIS versão 2.18.0, com base nos resultados obtidos no índice de valor
4 de importância, com valores superiores ou iguais a 16%.

5 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

6 Nas 36 amostras de solo coletadas, em áreas com o cultivo de arroz irrigado, foram
7 identificados 38 gêneros de plantas daninhas, distribuídos em 20 famílias botânicas, com
8 cerca de 66% desses pertencentes à classe das dicotiledôneas (Tabela 1). Esses resultados
9 sugerem uma alta diversidade da comunidade infestante em cultivos de arroz irrigado no RS.
10 Provavelmente, isso se deve às condições edafoclimáticas distintas e, principalmente, à
11 diversidade dos sistemas de cultivo, que compreendem os aspectos quanto à forma, à época de
12 preparo do solo, aos métodos de semeadura e ao manejo inicial da irrigação, os quais atuam
13 na dinâmica das populações das espécies daninhas presentes nas diferentes regiões orizícolas
14 do RS (SOSBAI, 2018).

15 Além disso, observou-se que a principal família encontrada foi a *Poaceae*, com um
16 total de nove gêneros, seguido por *Asteraceae*, *Cyperaceae* e *Caryophyllaceae*, com oito, três
17 e dois gêneros, respectivamente (Tabela 1). O referido resultado foi semelhante ao observado
18 em estudos anteriores, nos quais a família *Poaceae* foi a mais representativa em
19 levantamentos fitossociológicos realizados em áreas com cultivo de arroz em terras baixas e
20 altas (ERASMO et al., 2004; SILVA et al., 2017; NUNES et al., 2018).

21 Os maiores números de gêneros identificados pertencem às famílias *Poaceae* e
22 *Asteracea*. Esses, juntos, correspondem aproximadamente a 45% do total de plantas
23 amostradas nesse estudo (Tabela 1). Da mesma forma, das plantas daninhas presentes, em
24 áreas agrícolas do Brasil, destacam-se as famílias *Asteraceae* e *Poaceae* (ADEGAS et al.,
25 2010). A maior riqueza dessas famílias, igualmente, foi verificada em diversas culturas

1 agrícolas, como o girassol (ADEGAS et al., 2010), a soja (DIAS et al., 2018), a cana-de-
2 açúcar (OLIVEIRA; FREITAS, 2008), a mandioca (CARDOSO et al., 2013) e o milheto
3 (TEODORO et al., 2015). Todavia, nota-se que muitas das plantas daninhas observadas, no
4 presente estudo, não são relatadas, com frequência, como infestantes de lavouras de arroz
5 irrigado em função da baixa adaptabilidade ao ambiente alagado, destacando-se, assim, as
6 plantas da Família *Poaceae* e *Cyperaceae*.

7 Os gêneros *Cyperus*, *Echinochloa*, *Oryza* e *Lolium* apresentaram os maiores valores
8 para Índice de Valor de Importância (IVI) em relação à comunidade infestante observada no
9 estudo (Tabela 2). Em relação aos parâmetros fitossociológicos, o IVI é um importante
10 parâmetro, pois avalia a real importância de uma planta daninha em um sistema agrícola.
11 Nesse sentido, observa-se que os gêneros citados se caracterizam pela elevada produção de
12 sementes e de propágulos, facilitando sua dispersão e sua colonização em diferentes
13 ecossistemas (MACIEL et al., 2010). Além disso, apresentam espécies com casos registrados
14 de resistência às imidazolinonas, as quais caracterizam os herbicidas utilizados em lavouras
15 de arroz irrigado e pertencentes ao sistema CL.

16 O aumento da frequência e da densidade de plantas daninhas resistentes a herbicidas
17 deve-se ao fato da sobrevivência das mesmas durante o cultivo do arroz e, conseqüentemente,
18 à chuva de sementes, que proporciona aumento do banco de sementes e de propágulos no
19 solo. O monocultivo de arroz CL, associado ao uso exclusivo de controle químico com o
20 mesmo mecanismo de ação, selecionou plantas daninhas resistentes, destacando-se o
21 problema crescente de casos de *Cyperus* no RS (ULGUIM et al., 2019), que pode explicar o
22 maior IVI observado, para esse gênero, comparativamente aos demais (Tabela 2).

23 O gênero *Cyperus* predominou nas áreas amostradas, com valores superiores aos
24 demais presentes em todos os parâmetros fitossociológicos avaliados (Tabela 2). Esse
25 resultado corrobora com estudo realizado por ULGUIM et al. (2018) com a cultura de arroz

1 irrigado, em que constatou a espécie do gênero *Cyperus* como predominante no banco de
2 sementes em sistema de cultivo com plantio direto e rotação de culturas. Nesse sentido, o
3 predomínio desse gênero pode ser atribuído à sua ampla adaptabilidade aos diferentes
4 ambientes agrícolas, preferencialmente, por solos úmidos ou inundados, perenidade e pela
5 capacidade de se reproduzir sexuada e assexuadamente (PANOZZO et al., 2009), o que torna
6 mais difícil o controle das suas espécies. Neste contexto, as espécies *Cyperus esculentus*, *C*
7 *ferax*, *C. difformis* e *C. iria* destacam-se em áreas de arroz irrigado do Sul do Brasil. Salienta-
8 se, também, que o fato de o estudo ser conduzido em ambiente controlado pode ter favorecido
9 a emergência dessas plantas daninhas. Dessa forma, é importante que se realizem mais
10 estudos a campo para corroborar ou a fim de refutar essas observações.

11 O complexo do gênero *Echinochloa*, no qual se destacam as espécies *Echinochloa*
12 *colona*, *E. crus-galli* e *E. crus-pavonis* (NUNES et al., 2018; KISSMANN; GROTH, 1997a),
13 foi o segundo gênero com maior IVI, apresentando uma elevada frequência e densidade de
14 600 plantas m⁻² (Tabela 2). Em condições de áreas de produção, identificou-se densidade de
15 *Echinochloa* spp. com cerca de 10 plantas m⁻², evidenciando alto IVI durante a fase inicial de
16 crescimento do arroz com tecnologia CL na Fronteira Oeste do RS (NUNES et al., 2018).
17 Esse gênero representa mais de 80% das plantas daninhas que ocorrem nas lavouras de arroz
18 irrigado no RS e tem, como características, ciclo fotossintético C₄, elevado número de
19 produção de sementes, rápido crescimento e desenvolvimento inicial, as quais indicam alta
20 habilidade de competição com a cultura (KISSMANN; GROTH, 1997a; ANDRES et al.,
21 2007; AGOSTINETTO et al. 2008). Ademais, foi averiguado um e levado número de casos
22 de resistência, com relatos de resistência múltipla aos herbicidas mimetizadores de auxinas,
23 herbicidas inibidores da enzima acetil coenzima-A carboxilase (ACCase) e da acetolactato
24 sintase (ALS) (ANDRES et al., 2007; EBERHARDT et al., 2016; HEAP, 2019).

1 O gênero *Oryza* apresentou IVI de 17,10 e frequência de 0,89, considerando-se a
2 variável fitossociológica que mais contribuiu para elevar o IVI (Tabela 2), evidenciando a
3 ampla ocorrência desse gênero nas áreas de arroz irrigado. Entre as espécies desse gênero,
4 destaca-se o arroz-daninho (*Oryza sativa*), considerada a principal planta daninha infestante
5 em cultivos de arroz irrigado (ROSO et al., 2010). Alto degrane, dormência fisiológica e
6 longevidade das sementes, no solo, são algumas características importantes, as quais
7 conferem, a essa espécie, maior habilidade competitiva frente às demais (THURBER et al.,
8 2010). O arroz-daninho, por pertencer à mesma espécie que o arroz cultivado, apresenta-se
9 como uma planta de difícil controle com uso de herbicidas, podendo ser, atualmente,
10 controlado somente de forma seletiva, mediante tecnologia CL.

11 No entanto, devido à pressão de seleção pelo uso exclusivo e inadequado da
12 tecnologia CL, houve o surgimento de diversas populações de arroz-daninho resistentes a
13 herbicidas do grupo químico das imidazolinonas (MENEZES et al., 2009). Nesse caso, em
14 decorrência da alta frequência observada para essa planta daninha (Tabela 2), destaca-se que
15 grande parte da área de cultivo de arroz irrigado, no RS, encontra-se com infestação de arroz-
16 daninho e com potencial de resistência. Desse modo, práticas de manejo têm sido
17 desenvolvidas para o controle dessa planta daninha, destacando-se a rotação de culturas com a
18 soja e novas tecnologias de tolerância do arroz a herbicidas inibidores da ACCase.

19 O IVI do gênero *Lolium* foi o quarto maior encontrado no presente estudo (Tabela
20 2), representado pela espécie *L. multiflorum*. Essa forrageira anual de inverno é amplamente
21 utilizada pelos produtores da região Sul do Brasil em função de sua ampla adaptabilidade a
22 distintos ambientes, facilidade e baixo custo de implantação, além do elevado potencial de
23 produção de biomassa (PINTO, et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2014). Assim, a ocorrência de
24 *Lolium*, nas áreas de arroz irrigado, pode se dar em decorrência do uso desse como pastejo,
25 durante o período da entressafra e ressemeadura natural, objetivando reduzir custos da

1 aquisição de sementes, bem como aumentar o tempo de pastejo (BARBOSA et al., 2008).
2 Entretanto, vale destacar que as plantas do gênero *Lolium* não podem ser consideradas, até o
3 presente momento, como sendo um problema na pós-emergência do arroz irrigado, devido à
4 suscetibilidade à submersão.

5 As principais espécies de plantas daninhas infestantes, nas áreas com cultivo de arroz
6 irrigado, no RS, pertencem aos gêneros *Cyperus*, *Echinochloa* e *Oryza*, os quais são
7 responsáveis por elevadas perdas na produtividade de grãos. No mapeamento da distribuição
8 desses gêneros de plantas daninhas, encontrados no presente estudo, notou-se que eles
9 ocorrem em elevada frequência e estão amplamente distribuídos nas cinco regiões produtoras
10 amostradas do RS.

11 Em relação ao número de propriedades (n=36), a ocorrência de *Cyperus*,
12 *Echinochloa* e *Oryza* deu-se em 34, 31 e 32 propriedades, respectivamente (Figura 2). Em
13 contrapartida, o gênero *Lolium* esteve presente em apenas 16 propriedades, distribuídas em
14 nove municípios (Figura 2). Nesse trabalho, pode ser observado que os gêneros *Cyperus*,
15 *Echinochloa* e *Oryza* têm grande representação nas áreas produtoras de arroz irrigado, com
16 elevada frequência e densidade, podendo interferir negativamente na produtividade da cultura
17 se não manejados de forma adequada. Além disso, destaca-se que há registros de ocorrência
18 de resistência aos herbicidas do grupo químico das imidazolinonas para plantas daninhas
19 pertencentes aos gêneros mencionados anteriormente, com potencial dificuldade do manejo
20 químico nas áreas que utilizam a Tecnologia CL.

21 **CONCLUSÕES**

22 As áreas com o cultivo de arroz irrigado, no sistema Clearfield[®], apresentam alta
23 diversidade e distribuição de plantas daninhas, e os gêneros *Cyperus*, *Echinochloa*, *Oryza* e
24 *Lolium* possuem os maiores índices de valor de importância (IVI). Plantas daninhas do

1 gênero *Cyperus* apresentam maiores valores para frequência, densidade e abundância
2 relativas, bem como alto índice de valor de importância dentre as demais observadas.

3

4 **AGRADECIMENTO (S)**

5 Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Rio Grande do Sul
6 (FAPERGS), pelo apoio financeiro, e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e
7 Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos para o primeiro autor.

8 **REFERÊNCIAS**

9

10 ADEGAS, F.S. et al. Levantamento fitossociológico de plantas daninhas na cultura do
11 girassol. **Planta Daninha**, v.28, n.4, p.705-716, 2010. Disponível em:
12 <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010083582010000400002&lng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010083582010000400002&lng=en&nrm=iso)
13 &nrm=iso>. Acesso em: 29 Dec. 2019. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582010000400002>.

14 AGOSTINETTO, D. et al. Competitividade relativa entre cultivares de arroz irrigado e
15 biótipo de capim-Arroz (*Echinochloa* spp.) . **Planta Daninha**, v.26, n.4, p 757-766, 2008.
16 Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83582008000400007&lng=en&nrm=iso)
17 [83582008000400007&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83582008000400007&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 04 Jan. 2020. doi:
18 <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582008000400007>.

19 ANDRES, A. et al . Detecção da resistência de capim-arroz (*Echinochloa* sp.) ao herbicida
20 quinclorac em regiões orizícolas do sul do Brasil. **Planta Daninha**, v.25, n.1, p.221-226,
21 2007. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83582007000100025&lng=en&nrm=iso)
22 [83582007000100025&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83582007000100025&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 04 Jan. 2020. doi:
23 <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582007000100025>.

24 BARBOSA, C.M.P. et al. Efeito de métodos e intensidades de pastejo sobre a ressemeadura
25 natural de azevém anual. **Acta Scientiarum Animal Science**, v.30, n.4, p.387-393, 2008.

- 1 Disponível em: <<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAnimSci/article/view/6463>>
2 Acesso em: 29 Dez. 2019. doi: <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v30i4.6463>.
- 3 CARDOSO, A.D. et al. Levantamento fitossociológico de plantas daninhas na cultura da
4 mandioca em Vitória da Conquista Bahia. **Bioscience Journal**, v.29, n.5, 2013. Disponível
5 em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/22127>>. Acesso em: 15
6 Jan. 2020.
- 7 CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira:
8 grãos safra 2018/2019, oitavo levantamento: maio/2018, 2019. Disponível em:
9 <[https://www.conab.gov.br/component/k2/item/download/26192_18f5656e1d8e5c223e769b8](https://www.conab.gov.br/component/k2/item/download/26192_18f5656e1d8e5c223e769b88cabb9aa)
10 [8cabb9aa](https://www.conab.gov.br/component/k2/item/download/26192_18f5656e1d8e5c223e769b88cabb9aa)>. Acesso em: 20 Jul. 2019.
- 11 DIAS, M.F. et al. Phytosociological survey of weeds in glyphosate resistant and susceptible
12 soybean cultivation areas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.13, n.4, 2018.
13 Disponível em:
14 <[https://www.researchgate.net/publication/330100599_Phytosociological_survey_of_weeds_i](https://www.researchgate.net/publication/330100599_Phytosociological_survey_of_weeds_in_glyphosate_resistant_and_susceptible_soybean_cultivation_areas)
15 [n_glyphosate_resistant_and_susceptible_soybean_cultivation_areas](https://www.researchgate.net/publication/330100599_Phytosociological_survey_of_weeds_in_glyphosate_resistant_and_susceptible_soybean_cultivation_areas)>. Acesso em: 15 Jan.
16 2020. doi: 10.5039/agraria.v13i4a5592.
- 17 EBERHARDT, D.S. et al .Barnyardgrass with Multiple Resistance to Synthetic Auxin, ALS
18 and Accase Inhibitors. **Planta Daninha**, v.34, n.4, p.823-832, 2016. Disponível em:
19 <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83582016000400823&lng=en&nrm=iso)
20 [83582016000400823&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83582016000400823&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 04 Jan. 2020. doi:
21 <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-83582016340400023>.
- 22 ERASMO, E.A.L.; PINHEIRO, L.L.A.; COSTA, N.V. Levantamento fitossociológico das
23 comunidades de plantas infestantes em áreas de produção de arroz irrigado cultivado sob
24 diferentes sistemas de manejo. **Planta Daninha**, v.22, n.2, p.195-201, 2004. Disponível em:
25 <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83582004002200195)

- 1 83582004000200004&lng=en&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 15 Jan. 2020. doi:
2 10.1590/S0100-83582004000200004.
- 3 FLECK, N. G. et al. Interferência de plantas concorrentes em arroz irrigado modificada por
4 métodos culturais. **Planta Daninha**, v.22, n.1, p.19-28, 2004. Disponível em:
5 <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83582004000100003>.
6 Acesso em: 15 Jan. 2020. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582004000100003>.
- 7 GALON, L. et al . Competitividade relativa de cultivares de arroz irrigado com
8 *Aeschynomene denticulata*. **Bragantia**, v.74, n.1, p. 67-74, 2015. Disponível em:
9 <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-87052015000100067&lng=en&nrm=iso)
10 [87052015000100067&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-87052015000100067&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 20 jan. 2020. doi:
11 <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4499.0147>.
- 12 HEAP, I. **Internacional survey of herbicide resistant weeds**. Disponível em:
13 <www.weedscience.org>. Acesso em: 05 Dez. 2019.
- 14 IRGA. Instituto Rio Grandense do Arroz. **Boletim de resultados da lavoura de arroz safra**
15 **2017/18**. Disponível em: <[https://irga-admin.rs.gov.br/upload/arquivos/201807/30100758-](https://irga-admin.rs.gov.br/upload/arquivos/201807/30100758-boletim-final-da-safra-201-18-final.pdf)
16 [boletim-final-da-safra-201-18-final.pdf](https://irga-admin.rs.gov.br/upload/arquivos/201807/30100758-boletim-final-da-safra-201-18-final.pdf)>. Acesso em: 02 Dez. 2019.
- 17 KISSMANN, K.G., GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. Tomo I, ed.2. BASF: São
18 Paulo, p.521-526, 1997a.
- 19 KISSMANN, K.G., GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. Tomo II, ed.2. BASF: São
20 Paulo, 2000b.
- 21 KISSMANN, K.G., GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. Tomo III, ed.2. BASF: São
22 Paulo, 2000c.
- 23 MACIEL, C.D.G. et al. Levantamento fitossociológico de plantas daninhas em calçadas no
24 município de Paraguaçu-Paulistinha-SP. **Planta Daninha**, v.28, n.1, p.53-60, 2010.
25 Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-

- 1 83582010000100007&lng=en&nrm=iso> Acesso em: 20 Jan. 2020. doi:
2 <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582010000100007>.
- 3 MENEZES, V. G. et al. **Projeto10 - Estratégias de manejo para aumento da produtividade e da**
4 **sustentabilidade da lavoura de arroz irrigado no RS: avanços e novos desafios**. Instituto Rio
5 Grandense do Arroz (IRGA), Cachoeirinha, Brasil. 2013.96p.
- 6 MENEZES, V.G. et al. Arroz-vermelho (*Oryza sativa*) resistente aos herbicidas
7 imidazolinonas. **Planta Daninha**, v.27, p.1047-1052, 2009. Disponível em:
8 <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83582009000500018&lng=en&nrm=iso)
9 [83582009000500018&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83582009000500018&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 04 Jan. 2020. doi:
10 <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582009000500018>.
- 11 MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. Aims and methods of vegetation ecology.
12 **New York: John Wiley e Sons**, p.547, 1974. Disponível em:
13 <[https://www.researchgate.net/publication/259466952_Aims_and_methods_of_vegetation_ec](https://www.researchgate.net/publication/259466952_Aims_and_methods_of_vegetation_ecology)
14 [ology](https://www.researchgate.net/publication/259466952_Aims_and_methods_of_vegetation_ecology)> Acesso em: 10 Nov. 2019.
- 15 NUNES, F.S. et al. Levantamento fitossociológico de plantas daninhas em arroz irrigado.
16 **Planta Daninha**, v.36, 2018. Disponível em
17 <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83582018000100245&lng=en&nrm=iso)
18 [83582018000100245&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83582018000100245&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 29 Dez. 2019. doi: 10.1590/s0100-
19 83582018360100044.
- 20 OLIVEIRA, A.R.; FREITAS, S.P. Levantamento fitossociológico de plantas daninhas em
21 áreas de produção de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v.26, n.1, p.33-46, 2008. Disponível
22 em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83582008000100004&lng=en&nrm=iso)
23 [83582008000100004&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83582008000100004&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 29 Dec. 2019. doi: 10.1590/S0100-
24 83582008000100004.

- 1 OLIVEIRA, L.V. et al. Características produtivas e morfofisiológicas de cultivares de
2 azevém. **Pesquisa. Agropecuária Tropical**, v.44, n.2, p.191-197, 2014. Disponível em:
3 <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-40632014000200011&lng=en&nrm=iso)
4 [40632014000200011&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-40632014000200011&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 06 Jan. 2020. doi:
5 <http://dx.doi.org/10.1590/S1983-40632014000200011>.
- 6 PANOZZO, L.E. et al . Métodos de manejo de *Cyperus esculentus* na lavoura de arroz
7 irrigado. **Planta Daninha**, v.27, n.1, p.165-174, 2009. Disponível em:
8 <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83582009000100021&lng=en&nrm=iso)
9 [83582009000100021&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83582009000100021&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 04 Jan. 2020. doi:
10 <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582009000100021>.
- 11 PINTO, J.J.O. et al. Atividade residual de (imazethapyr+imazapic) sobre azevém anual
12 (*Lolium multiflorum*), semeado em sucessão ao arroz irrigado, sistema Clearfield®. **Planta**
13 **Daninha**, v.27, n.3, p.609-619, 2009. Disponível em:
14 <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83582009000300023&lng=en&nrm=iso)
15 [83582009000300023&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83582009000300023&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 06 Jan. 2020. doi:
16 <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582009000300023>.
- 17 REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 32, 2018, Farroupilha.
18 **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Cachoeirinha:
19 SOSBAI, 2018. 209p.
- 20 ROSO, A.C.; et al. Regional scale distribution of imidazolinone herbicide-resistant alleles in
21 red rice (*Oryza sativa* L.) determined through SNP markers. **Field Crops Research**. v.119,
22 p.175–182, 2010. Disponível em:
23 <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378429010001759>>. Acesso em: 20
24 Jan. 2020. doi: <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2010.07.006>.

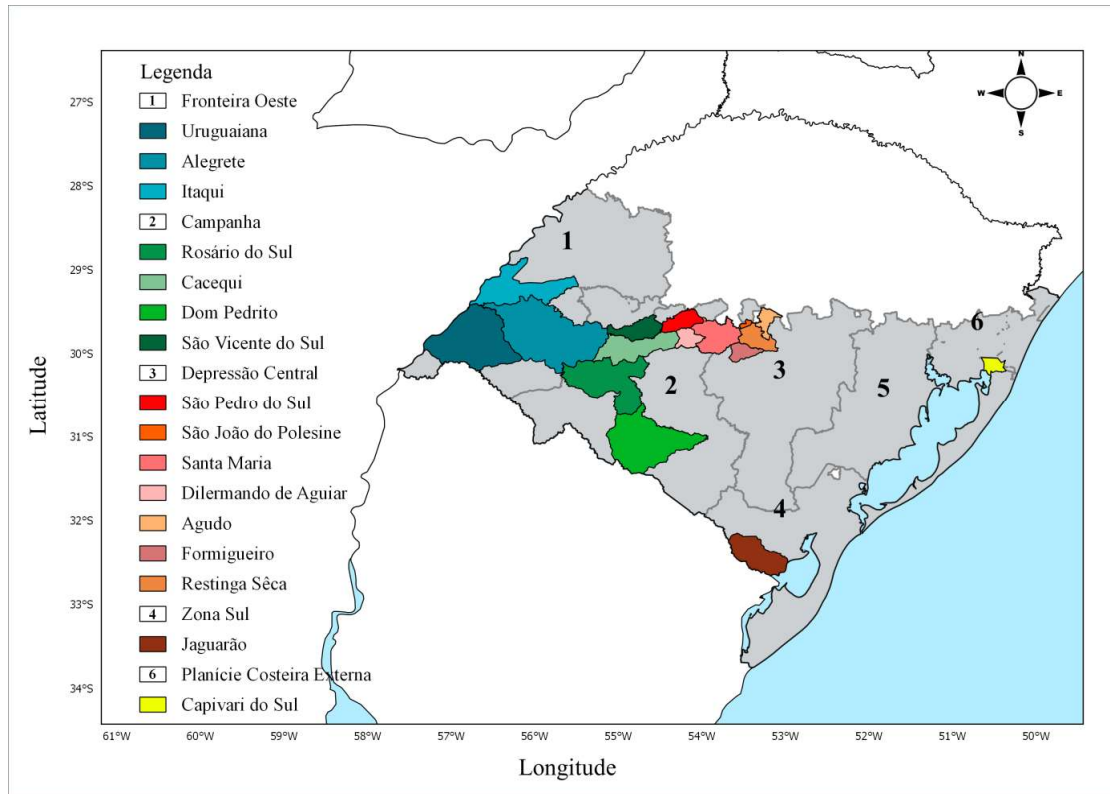
- 1 SILVA, M.R.M. et al .Floristic and Phytosociology of Weeds in Upland Rice in the Humid
2 Tropics. **Planta Daninha**, v.35, 2017. Disponível em:
3 <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010083582017000100282&lng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010083582017000100282&lng=en&nrm=iso)
4 &nrm=iso>. Acesso em: 29 Dec. 2019. doi: 10.1590/s0100-83582017350100083.
- 5 TEODORO, P.E., et al. Phytosociology of weeds in millet under different soil managements
6 in savanna sul-mato-grossense. **Bioscience Journal**, v.31, n.4, 2015. Disponível em:
7 <<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/26101>>. Acesso em: 15 Jan.
8 2020. doi: 10.14393/BJ-v31n4a2015-26101.
- 9 THURBER C.S. et al. Molecular evolution of shattering loci in U.S. weedy rice.**Molecular**
10 **Ecology**, v.19, p.3271–3284, 2010. Disponível em:
11 <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2988683/>>. Acesso em: 13 Jan. 2020. doi:
12 10.1111/j.1365-294X.2010.04708.x.
- 13 ULGUIM, A.R. et al. Resistance Mapping of the Genus *Cyperus* in Rio Grande do Sul and
14 Selection Pressure Analysis. **Planta Daninha**, v.37, 2019. Disponível em:
15 <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83582019000100254&lng=en&nrm=iso)
16 [83582019000100254&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83582019000100254&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 10 Jan. 2020. doi:
17 <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-83582019370100062>.
- 18 ULGUIM, A.R. et al. Weed phytosociological in irrigated rice under different cultivation
19 systems and crop rotation intensity. **Ciência Rural**, v.48, n.11, 2018. Disponível em:
20 <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-8478cr20180230)>. Acesso
21 em: 04 Jan. 2020. doi:<http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20180230>.

22

23

24

25



13 **Figura 1** - Macrorregiões produtoras de arroz irrigado no Rio Grande do Sul (RS) e cidades
14 que participaram do levantamento fitossociológico.

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

- 1 Tabela 4 - Distribuição por família e gênero em áreas de produção de arroz irrigado no
 2 sistema Clearfield® no Rio Grande do Sul.

Família	Gênero
<i>Aizoaceae</i> ¹	<i>Moluggo</i>
<i>Alismataceae</i>	<i>Sagittaria</i>
<i>Asteraceae</i>	<i>Conyza</i>
<i>Asteraceae</i>	<i>Eclipta</i>
<i>Asteraceae</i>	<i>Gamochoaeta</i>
<i>Asteraceae</i>	<i>Ambrosia</i>
<i>Asteraceae</i>	<i>Bidens</i>
<i>Asteraceae</i>	<i>Soliva</i>
<i>Asteraceae</i>	<i>Ageratum</i>
<i>Asteraceae</i>	<i>Pluchea</i>
<i>Brassicaceae</i>	<i>Coronopus</i>
<i>Caryophyllaceae</i>	<i>Spergula</i>
<i>Caryophyllaceae</i>	<i>Cerastium</i>
<i>Cyperaceae</i>	<i>Fimbristylis</i>
<i>Cyperaceae</i>	<i>Cyperus</i>
<i>Cyperaceae</i>	<i>Eleocharis</i>
<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Phyllanthus</i>
<i>Fabaceae</i>	<i>Aeschynomene</i>
<i>Lamiaceae</i>	<i>Stachys</i>
<i>Lythraceae</i>	<i>Cuphea</i>
<i>Malvaceae</i>	<i>Sida</i>
<i>Onagraceae</i>	<i>Ludwigia</i>
<i>Oxalidaceae</i>	<i>Oxalis</i>
<i>Poaceae</i>	<i>Oryza</i>
<i>Poaceae</i>	<i>Lolium</i>
<i>Poaceae</i>	<i>Piptochaetium</i>
<i>Poaceae</i>	<i>Eleusine</i>
<i>Poaceae</i>	<i>Echinochloa</i>
<i>Poaceae</i>	<i>Digitaria</i>
<i>Poaceae</i>	<i>Panicum</i>
<i>Poaceae</i>	<i>Urochloa</i>
<i>Poaceae</i>	<i>Cynodon</i>
<i>Polygonaceae</i>	<i>Polygonum</i>
<i>Pontederiaceae</i>	<i>Heteranthera</i>
<i>Portulacaceae</i>	<i>Portulaca</i>
<i>Rubiaceae</i>	<i>Spermacoce</i>
<i>Scrophulariaceae</i>	<i>Scoparia</i>
<i>Solanaceae</i>	<i>Solanum</i>

3 ¹Apenas os gêneros das plantas daninhas identificadas.

4

- 1 Tabela 5 - Fitossociologia em áreas de produção de arroz irrigado no sistema Clearfield® no
 2 Rio Grande do Sul.

Gênero	Fre ¹	Den (pl m ⁻²)	Abu	Frr (%)	Der (%)	Abr (%)	IVI
<i>Cyperus</i>	0,94	1747	138,35	8,74	25,99	25,99	60,72
<i>Echinochloa</i>	0,86	600	47,48	7,97	8,92	8,92	25,81
<i>Oryza</i>	0,89	298	23,63	8,23	4,44	4,44	17,10
<i>Lolium</i>	0,44	401	31,75	4,11	5,96	5,96	16,04
<i>Portulaca</i>	0,11	470	37,25	1,03	7,00	7,00	15,02
<i>Eleusine</i>	0,42	319	25,27	3,86	4,75	4,75	13,35
<i>Coronopus</i>	0,69	167	13,20	6,43	2,48	2,48	11,39
<i>Digitaria</i>	0,47	193	15,29	4,37	2,87	2,87	10,12
<i>Spergula</i>	0,28	237	18,80	2,57	3,53	3,53	9,63
<i>Scoparia</i>	0,61	90	7,14	5,66	1,34	1,34	8,34
<i>Oryza</i> ²	0,31	166	13,18	2,83	2,48	2,48	7,78
<i>Eclipta</i>	0,47	102	8,12	4,37	1,52	1,52	7,42
<i>Ludwigia</i>	0,53	80	6,37	4,88	1,20	1,20	7,28
<i>Fimbristylis</i>	0,14	152	12,00	1,29	2,25	2,25	5,79
<i>Aeschynomene</i>	0,39	47	3,71	3,60	0,70	0,70	4,99
<i>Cerastium</i>	0,19	79	6,29	1,80	1,18	1,18	4,16
<i>Gamochaeta</i>	0,25	51	4,00	2,31	0,75	0,75	3,82
<i>Panicum</i>	0,28	34	2,70	2,57	0,51	0,51	3,59
<i>Piptochaetium</i>	0,19	47	3,71	1,80	0,70	0,70	3,20
<i>Heteranthera</i>	0,17	48	3,83	1,54	0,72	0,72	2,98
<i>Sagittaria</i>	0,08	72	5,67	0,77	1,06	1,06	2,90
<i>Cuphea</i>	0,03	88	7,00	0,26	1,32	1,32	2,89
<i>Eleocharis</i>	0,17	36	2,83	1,54	0,53	0,53	2,61
<i>Molugo</i>	0,08	55	4,33	0,77	0,81	0,81	2,40
<i>Polygonum</i>	0,06	63	5,00	0,51	0,94	0,94	2,39
<i>Oxalis</i>	0,11	32	2,50	1,03	0,47	0,47	1,97
<i>Soliva</i>	0,11	25	2,00	1,03	0,38	0,38	1,78
<i>Sida</i>	0,06	38	3,00	0,51	0,56	0,56	1,64
<i>Bidens</i>	0,08	25	2,00	0,77	0,38	0,38	1,52
<i>Spermacoce</i>	0,08	25	2,00	0,77	0,38	0,38	1,52
<i>Urochloa</i>	0,08	21	1,67	0,77	0,31	0,31	1,40
<i>Solanum</i>	0,06	25	2,00	0,51	0,38	0,38	1,27
<i>Pluchea</i>	0,03	25	2,00	0,26	0,38	0,38	1,01
<i>Cynodon</i>	0,03	25	2,00	0,26	0,38	0,38	1,01
<i>Conyza</i>	0,06	13	1,00	0,51	0,19	0,19	0,89
<i>Stachys</i>	0,06	13	1,00	0,51	0,19	0,19	0,89
<i>Ambrosia</i>	0,03	13	1,00	0,26	0,19	0,19	0,63
<i>Phyllanthus</i>	0,03	13	1,00	0,26	0,19	0,19	0,63
<i>Ageratum</i>	0,03	13	1,00	0,26	0,19	0,19	0,63
Não identificado - 1	0,50	173	13,72	4,63	2,58	2,58	9,78
Não identificado - 2	0,11	284	22,50	1,03	4,23	4,23	9,48
Não identificado - 3	0,53	94	7,42	4,88	1,39	1,39	7,67
Não identificado - 4	0,14	71	5,60	1,29	1,05	1,05	3,39
Não identificado - 5	0,08	63	5,00	0,77	0,94	0,94	2,65
Não identificado - 6	0,03	51	4,00	0,26	0,75	0,75	1,76
Não identificado - 7	0,03	25	2,00	0,26	0,38	0,38	1,01
Não identificado - 8	0,03	13	1,00	0,26	0,19	0,19	0,63

1 ¹Frequência (Fre), densidade (Den), abundância (Abu), frequência relativa (Frr), densidade relativa (Der),
 2 abundância relativa (Abr) e índice de valor de importância (IVI).² arroz cultivado (*Oryza sativa*).

3

4

5

6

7

8

9

10

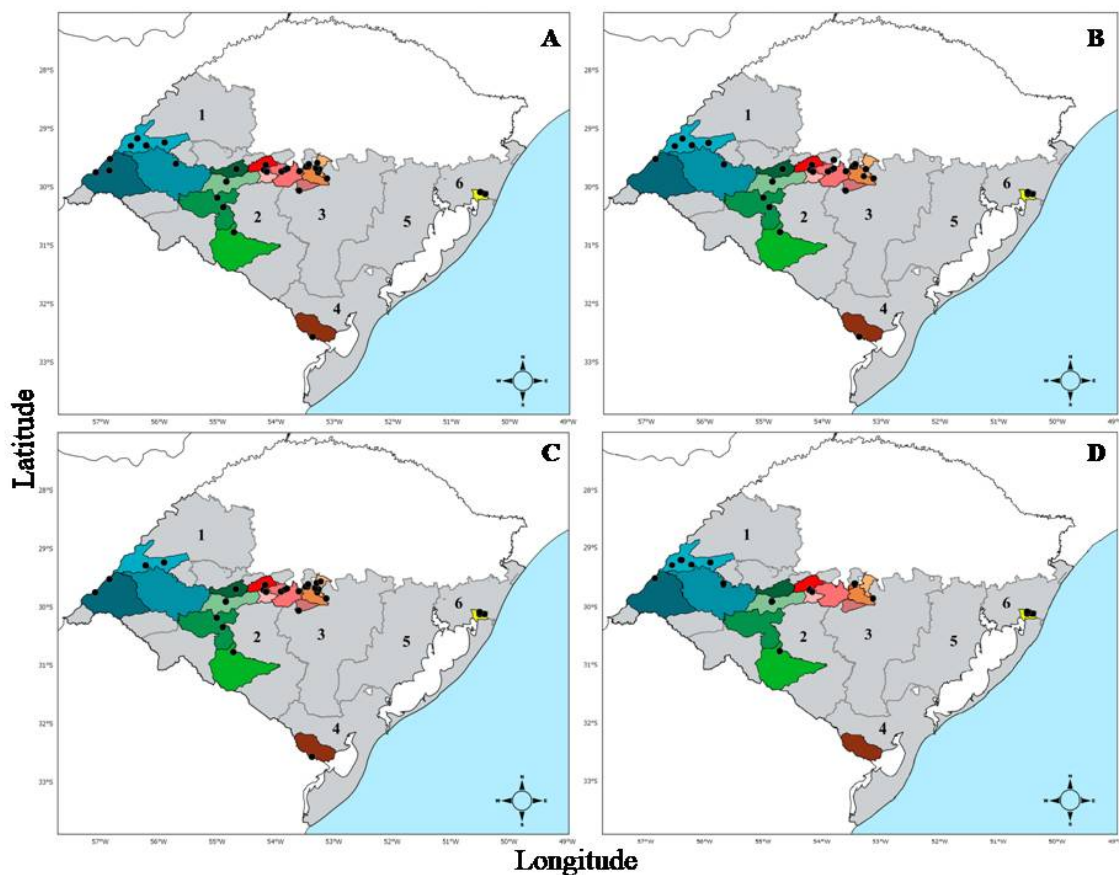
11

12

13

14

15



16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

31

Figura 2 - Mapeamento da distribuição geográfica da ocorrência das plantas daninhas dos gêneros (A) *Cyperus*, (B) *Echinochloa*, (C) *Oryza* e (D) *Lolium* amostradas nas regiões orizícolas do estado do Rio Grande do Sul. 1) Fronteira Oeste, 2) Campanha, 3) Depressão Central, 4) Zona Sul e 5) Planície Costeira Externa. (n) = 36.

4 DISCUSSÃO

Nos últimos anos, têm-se observado grandes dificuldades, por parte dos produtores de arroz irrigado do RS, para se manterem na atividade orizícola, devido à baixa rentabilidade do cultivo decorrente do seu alto custo de produção, aliada ao baixo valor de comercialização dos grãos. Em função disso, no contexto atual, busca-se, cada vez mais, aumentar a produtividade de grãos e reduzir os custos de produção por meio da otimização dos recursos naturais e dos insumos utilizados nas áreas produtivas de arroz.

Nesse cenário, as plantas daninhas destacam-se como um dos principais entraves para o incremento da produtividade. Os prejuízos dessas plantas derivam, principalmente, de sua interferência negativa, a qual promove danos diretos no desenvolvimento do cultivo de arroz, em decorrência da competição pelos recursos do meio, como água, luz e nutrientes (GALON et al., 2015). Ainda, outro importante fator a ser considerado é o aumento do número de casos de plantas daninhas resistentes a herbicidas (HEAP, 2019). Tal situação resulta no aumento dos custos de produção pela maior utilização de herbicidas, o que gera impactos negativos na rentabilidade do produtor.

Os resultados encontrados no presente estudo indicam que os produtores apontam que o arroz-daninho (*Oryza sativa*) e o capim-arroz (*Echinochloa* spp.) são as espécies daninhas de maior importância de ocorrência em suas áreas de produção (Tabela 2, Cap. I). Esse resultado pode ser devido aos relatos de resistência aos herbicidas do grupo químico das imidazolinonas, amplamente utilizado no cultivo do arroz. (MENEZES et al., 2009; EBERHARDT et al., 2016; HEAP, 2019). Nesse sentido, o levantamento fitossociológico de plantas daninhas, nas áreas de produção de arroz irrigado, com uso da tecnologia Clearfield® (CL), evidenciou o maior índice de valor de importância (IVI) de plantas do gênero *Cyperus* (Tabela 2, Art. II). Todavia, a partir das respostas observadas pelos produtores, constatou-se que essa foi a terceira planta daninha em importância, atrás das citadas anteriormente. Tal resultado pode estar relacionado ao fato de que muitos dos produtores desconsideram e/ou não identificam adequadamente a presença de *Cyperus* em suas áreas de produção. Ademais, destaca-se que plantas daninhas do gênero *Cyperus* têm sido cada vez mais relatadas como sendo de difícil controle por herbicidas do grupo das imidazolinonas, atribuindo-se à resistência como a principal justificativa para as falhas de controle (ULGUIM et al., 2019).

Em contrapartida, os produtores elencaram que os principais motivos, para baixa eficiência de controle espécies de plantas daninhas, são o estágio avançado de desenvolvimento e as condições ambientais inadequadas como temperatura e umidade relativa do ar, e a ocorrência de resistência foi relatada juntamente a outros motivos (Tabela 3, Art. I). Desse modo, recomenda-se que o controle de plantas daninhas seja realizado em estádios precoces de desenvolvimento, em função da redução da eficiência de controle em estádios de desenvolvimento mais avançados (KALSING et al., 2017). Isso deve ser feito a fim de se evitar falhas de controle. Nesse sentido, evidencia-se que práticas auxiliares de manejo ao controle químico também podem contribuir para a redução da infestação de plantas daninhas.

As práticas de manejo adotadas por produtores, as quais proporcionaram as maiores médias de produtividade, foram a rotação de culturas, a mistura e a rotação de herbicidas (Figura 4, Art. I). Em levantamento fitossociológico em diferentes sistemas de rotação e sucessão de culturas, identificou-se a redução da densidade de plantas de arroz-daninho e capim-arroz em comparação ao monocultivo de arroz irrigado (ULGUIM et al., 2018), constituindo-se como uma excelente estratégia para o manejo dessas espécies. Todavia, os autores identificaram o aumento da predominância de outras plantas daninhas nas áreas com rotação com a cultura da soja, e as espécies do gênero *Cyperus* destacaram-se.

Portanto, a alta densidade de plantas de *Cyperus*, observadas no presente estudo, pode estar relacionada ao aumento da área de rotação de arroz com soja no RS. Assim, ressalta-se a necessidade da realização de mais estudos com o propósito de confirmar ou de refutar essa hipótese e apontar os motivos. Torna-se evidente que é imprescindível a adoção de medidas integradas de manejo, as quais relacionem diversas práticas agrônomicas de manejo, visando promover um controle satisfatório e sustentável de plantas daninhas, bem como mitigar a evolução da resistência e minimizar os riscos de seleção de novas espécies resistentes.

Em relação ao manejo químico, a aplicação de herbicidas pré-emergentes, associados com o uso de glifosato, representaram as maiores produtividades de grãos nas áreas de cultivo amostradas (Figura 7a, Art. I). Destaca-se que as aplicações de herbicidas são fundamentais para o controle de ampla gama de plantas daninhas, sobretudo aquelas com resistência, em função da alteração do mecanismo de ação herbicida utilizado em pós-emergência. Ademais, a mistura de diferentes mecanismos de ação também se constitui

uma prática fundamental para o manejo da resistência (GAZZIERO, 2015). Assim, verificou-se que as lavouras amostradas realizam mistura de herbicidas na maioria das situações, sendo que apenas 37% dos produtores relataram que não utilizavam mistura em tanque (Figura 5, Art. I). Essa foi a prática de manejo observada em estudo que objetivou o mapeamento da resistência do gênero *Cyperus* no RS, em que se detectou que, aproximadamente, 30% dos produtores utilizavam a mistura de herbicidas para o controle dos biótipos resistentes presentes em suas áreas de produção (ULGUIM et al., 2019). No caso das espécies de plantas daninhas desse gênero, sobretudo, destaca-se o baixo número de alternativas de controle químico em pós-emergência dos biótipos resistentes, devendo-se priorizar estratégias de controle em aplicações no ponto-de-agulha (SOSBAI, 2018).

Ao finalizar essa reflexão, cabe ressaltar que a conscientização dos produtores, acerca dos problemas de falhas de controle e da resistência de plantas daninhas, é essencial para que medidas integradas de manejo possam ser adotadas de forma cada vez mais precisa e assertiva. Nesse sentido, o conhecimento relacionado às boas práticas de manejo de plantas daninhas configura-se como peça-chave para a identificação dos principais fatores agronômicos relacionados ao surgimento da resistência, assim como dos reais impactos gerados ao longo da cadeia produtiva de arroz a nível técnico, econômico, social e ambiental. Salienta-se que essas são algumas das medidas fundamentais com o intuito de que se possa assegurar maior rentabilidade para o produtor e, em consequência, sua permanência na atividade orizícola.

5 CONCLUSÕES

As plantas daninhas *Oryza sativa* e *Echinochloa* spp. são aquelas com maior ocorrência nas lavouras de arroz irrigado. Além disso, os principais motivos, para baixa eficiência de controle, nessas áreas, são o estágio avançado das plantas daninhas e as condições ambientais inadequadas.

Produtores que adotam rotação de cultura, mistura e rotação de herbicidas, como práticas de manejo específicas, para o controle de plantas daninhas resistentes, obtêm maiores produtividades de grãos. A aplicação de herbicidas pré-emergentes, associados com glifosato, relacionam-se às maiores produtividades de grãos de arroz irrigado.

As áreas com o cultivo de arroz irrigado, no sistema Clearfield[®], apresentam alta diversidade e distribuição de plantas daninhas, e os gêneros *Cyperus*, *Echinochloa*, *Oryza* e *Lolium* apresentam os maiores índices de valor de importância (IVI). Plantas daninhas do gênero *Cyperus* apresentam maiores valores para frequência, densidade e abundância relativas, bem como alto índice de valor de importância dentre as demais observadas.

6 REFERÊNCIAS

- AGOSTINETTO, D.; VARGAS, L. Resistência de plantas daninhas a herbicidas. In: AGOSTINETTO, D.; VARGAS, L. (Eds.) **Resistência de plantas daninhas a herbicidas no Brasil**. Pelotas: Editora UFPel, 2014. p. 09-32.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos 2017/18**. v. 10, Décimo Levantamento - Julho/2018, p. 1-178. Dados de safra. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/>>. Acesso em: 7 de ago. 2018.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos 2019/20**. Quarto Levantamento - Janeiro/2020, p. 1-104. Dados de safra. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/>>. Acesso em: 20 de jan. 2020.
- CROUGHAN, T. P. Clearfield rice: It's not a GMO. **Louisiana Agriculture**. v. 46, n. 4, p. 24-26, 2003.
- EBERHARDT, D.S. et al. Barnyardgrass with Multiple Resistance to Synthetic Auxin, ALS and Accase Inhibitors. **Planta Daninha**, v. 34, n. 4, p. 823-832, 2016.
- FLECK, N. G. et al. Interferência de plantas concorrentes em arroz irrigado modificada por métodos culturais. **Planta Daninha**, v. 22, n. 1, p. 19-28, 2004.
- GALON, L. et al. Competitividade relativa de cultivares de arroz irrigado com *Aeschynomene denticulata*. **Bragantia**, v. 74, n. 1, p. 67-74, 2015.
- GAZZIERO, D. L. P. et al. Critérios para relatos oficiais estatísticos de biótipos de plantas daninhas resistentes a herbicidas. In: AGOSTINETTO, D.; VARGAS, L. (Eds.) **Resistência de plantas daninhas a herbicidas no Brasil**. Pelotas: Editora UFPel, p. 91-101, 2014.
- GAZZIERO, D. L. P. Misturas de agrotóxicos em tanque nas propriedades agrícolas do Brasil. **Planta Daninha**, v. 33, n. 1, p. 83-92, 2015.
- HEAP, I. **International survey of herbicide resistant weeds**. Disponível em: <<http://www.weedscience.org/>>. Acesso em: 15 jan. 2020.
- IRGA. Instituto Rio Grandense do Arroz. **Boletim de resultados da lavoura de arroz safra 2018/19**. Disponível em: <<https://irga-admin.rs.gov.br/upload/arquivos/201909/05171808-relatorio-da-safra-2018-19-31-agosto-2019.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2019.
- MENEZES, V. G. et al. Arroz-vermelho (*Oryza sativa*) resistente aos herbicidas imidazolinonas. **Planta Daninha**, v. 27, p. 1047-1052, 2009.
- REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 32. 2018, Farroupilha. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Cachoeirinha: SOSBAI, 2018. p. 209, 2018.

RIBAS, G. G. et al. Acúmulo de matéria seca e produtividade em híbridos de arroz irrigado simulados com o modelo SimulArroz. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, p.1907-1917, 2016.

SILVA, A. A.; SILVA J. F. **Tópicos em Manejo de Plantas Daninhas**. Viçosa/ MG: Editora UFV, 2007, v.1, p. 367.

ULGUIM, A.R. et al. Weed phytosociological in irrigated rice under different cultivation systems and crop rotation intensity. **Ciência Rural**, v. 48, n. 11, 2018.

ULGUIM, A.R. et al. Resistance Mapping of the Genus *Cyperus* in Rio Grande do Sul and Selection Pressure Analysis. **Planta Daninha**, v. 37, 2019.