

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
CURSO DE AGRONOMIA

Luiz Carlos Bertoldi

Controle de plantas daninhas infestantes do arroz irrigado com o quizalofop-e-p-etílico

Curitibanos

2023

Luiz Carlos Bertoldi

Controle de plantas daninhas infestantes do arroz irrigado com o quizalofop-e-p-etílico

Trabalho Conclusão do Curso de Graduação em Agronomia do Centro de Curitibanos da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do Título de Bacharel em Agronomia.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Naiara Guerra

Curitibanos

2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Bertoldi, Luiz Carlos

Controle de plantas daninhas infestantes do arroz
irrigado com o quizalofop-p-etílico / Luiz Carlos Bertoldi
; orientadora, Naiara Guerra, 2023.

43 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Campus
Curitibanos, Graduação em Agronomia, Curitibanos, 2023.

Inclui referências.

1. Agronomia. 2. Arroz Provisia. 3. Quizalofop-p-etílico.
I. Guerra, Naiara . II. Universidade Federal de Santa
Catarina. Graduação em Agronomia. III. Título.

Luiz Carlos Bertoldi

Controle de plantas daninhas infestantes do arroz irrigado com o quizalofop-e-p-ético

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de Engenheiro (a) Agrônomo (a), e aprovado em sua forma final pelo Curso de Graduação em Agronomia.

Curitiba, 10 de novembro de 2023.

Prof. Dr. Douglas Adams Weiler, Dr.
Coordenador do Curso

Banca examinadora:

Prof.^a Dr.^a Naiara Guerra
Orientadora
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. João Paulo G. Rigon
Membro da banca examinadora
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof.^a Dr.^a Amanda Gonçalves Guimarães
Membro da banca examinadora
Universidade Federal de Santa Catarina

RESUMO

O arroz (*Oryza sativa L.*), é o segundo cereal mais produzido no mundo, ficando atrás apenas do milho. Na América Latina destaca-se o Brasil como maior consumidor e produtor, também tem grande importância econômica, principalmente para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. Porém o arroz irrigado, apresenta infestação frequente de plantas daninhas, podendo essas causar perdas de produtividade. Portanto a utilização de herbicidas é uma das formas de controle, mas devido ao uso contínuo desses com mesmo mecanismo de ação, houve aumento nos casos de plantas daninhas resistentes a herbicidas, em lavouras de arroz irrigado. O quizalofop-p-etílico é um herbicida de pós-emergência, possui o mecanismo de ação inibidor da enzima ACCase (acetyl co-enzyme A carboxylase) que pode ser aplicado no arroz irrigado com a tecnologia Provísia. Essa ferramenta tem como objetivo o controle, das principais plantas daninhas da família das poáceas, sendo elas o arroz vermelho (*Oryza sativa L.*) e capim arroz (*Echinochloa spp.*) com resistência aos herbicidas do grupo químico das imidazolinonas. Através disso, o objetivo do experimento foi avaliar a dose do quizalofop-p-etílico para o controle de capim capivara (*Hymenachne amplexicaulis*), capim macho (*Ischaemum rugosum*), arroz vermelho (*Oryza sativa L.*) e capim arroz (*Echinochloa spp.*). O experimento foi realizado em casa de vegetação, no Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Catarina, Campus de Curitibanos. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, com 6 tratamentos e quatro repetições. Na pós-emergência das plantas foi aplicado o quizalofop-p-etílico nas doses de (0, 50, 75, 100, 125 e 150 g ha⁻¹ de i.a). Avaliou-se a porcentagem de controle das plantas daninhas e a massa seca da parte aérea. Aos 20 dias após a aplicação do quizalofop-p-etílico, na dose de 75 g ha⁻¹ de i.a., para as plantas daninhas capim capivara, capim macho, arroz vermelho e capim arroz, o controle foi excelente apresentando no mínimo 90%. E para a dose de 100 g ha⁻¹ de i.a., o controle foi de 99% para todas as espécies. Conclui-se que o quizalofop-p-etílico aplicado em pós-emergência controla as principais plantas daninhas da família Poaceae que infestam o arroz-irrigado.

Palavras-chave: Arroz Provísia, *Hymenachne amplexicaulis*, *Ischaemum rugosum*, *Oryza sativa L.*, *Echinochloa spp.*.

ABSTRACT

Rice (*Oryza sativa* L.) is the second most produced cereal in the world, behind only corn. In Latin America, Brazil stands out as the largest consumer and producer, also with great economic importance, mainly for the states of Rio Grande do Sul and Santa Catarina. However, irrigated rice presents frequent plant infestation, which can cause productivity losses. Therefore, the use of herbicides is one of the forms of control, but due to the continuous use of herbicides with the same mechanism of action, there has been an increase in cases of specific plants resistant to herbicides in irrigated rice crops. Quizalofop-p-ethyl is a post-emergence herbicide, has a mechanism of action that inhibits the ACCase enzyme (acetyl coenzyme A carboxylase) that can be applied to rice irrigated with Provisia technology. This tool aims to control the main specific plants of the Poaceae family, namely weed rice (*Oryza sativa* L.) and barnyardgrass (*Echinochloa* spp.) with resistance to herbicides from the imidazolinone chemical group. Therefore, the objective of the experiment was to evaluate the dose of quizalofop-p-ethyl for the control of hymenachne (*Hymenachne amplexicaulis*), saramollagrass (*Ischaemum rugosum*), weed rice (*Oryza sativa* L.) and barnyardgrass (*Echinochloa* spp.). The experiment was carried out in a greenhouse, at the Rural Sciences Center of the Federal University of Santa Catarina, Curitibanos Campus. A very randomized design was used, with 6 treatments and four replications. In the post-emergence of plants, quizalofop-p-ethyl was applied at doses of (0, 50, 75, 100, 125 and 150 g ha⁻¹ a.i.). Generally, the percentage of control of plants is specifically and the dry mass of the aerial part. 20 days after application of quizalofop-p-ethyl, at a dose of 75 g ha⁻¹ a.i., for the flowering plants capybara grass, macho grass, red rice and rice grass, the control was excellent, presenting at least 90%. And for a dose of 100 g ha⁻¹ a.i., control was 99% for all species. It is concluded that quizalofop-p-ethyl applied post-emergence controls the main original plants of the Poaceae family that infest irrigated rice.

Keywords: Provisia Rice, *Hymenachne amplexicaulis*, *Ischaemum rugosum*, *Oryza sativa* L., *Echinochloa* spp..

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Semeadura das plantas daninhas, arroz daninho, capim arroz, capim-capivara e capim-macho, para avaliar a eficiência do herbicida quizalofop-p-etílico aplicado em pós-emergência. Curitiba, SC, 2023.....24
- Figura 2. Aplicação do herbicida quizalofop-p-etílico de pós-emergência aos 21 DAS. Curitiba, SC, 2023.....25
- Figura 3. Estádio das plantas daninhas *Hymenachne amplexicaulis* (A), *Ischaemum rugosum* (B), *Oryza sativa* (C) e *Echinochloa spp.* (D) no momento da aplicação do herbicida quizalofop-p-etílico. Disposição das espécies em sobre a bancada na casa de vegetação (E). Curitiba, SC, 2023.....26
- Figura 4. Pesagem de massa seca das plantas daninhas. Curitiba, SC, 2023.....27
- Figura 5. Controle (%) e massa seca (g) do capim-macho (*Ischaemum rugosum*) após a aplicação do herbicida quizalofop-p-etílico. Curitiba, SC, 2023.....30
- Figura 6. Controle de *Ischaemum rugosum* aos 20 DAA do herbicida quizalofop-p-etílico. Curitiba, SC, 2023. Doses em gramas de $g\ ha^{-1}$ de i.a. quizalofop-p-etílico.....31
- Figura 7. Controle (%) e massa seca (g) do capim-arroz (*Echinochloa spp.*) após a aplicação do herbicida quizalofop-p-etílico. Curitiba, SC, 2023.....32
- Figura 8. Controle de *Echinochloa spp.* aos 20 DAA do herbicida quizalofop-p-etílico. Curitiba, SC, 2023. Doses em gramas de $g\ ha^{-1}$ de i.a. quizalofop-p-etílico.....32
- Figura 9. Controle (%) e massa seca (g) do capim-capivara (*Hymenachne-amplexicaulis*) após a aplicação do herbicida quizalofop-p-etílico. Curitiba, SC, 2023.....33
- Figura 10. Controle de *Hymenachne-amplexicaulis* aos 20 DAA do herbicida quizalofop-p-etílico. Curitiba, SC, 2023. Doses em gramas de $g\ ha^{-1}$ de i.a. quizalofop-p-etílico.....34

Figura 11. Controle (%) e massa seca (g) do arroz-daninho (*Oryza sativa*) após a aplicação do herbicida quizalofop-p-etílico. Curitiba, SC, 2023.....35

Figura 12. Controle de *Oryza Sativa L.* aos 20 DAA do herbicida quizalofop-p-etílico Curitiba, SC, 2023. Doses em gramas de $g\ ha^{-1}$ de i.a. quizalofop-p-etílico.....35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Tratamentos utilizados para testar a eficiência do quizalofope-p-etílico no controle de gramíneas no arroz-irrigado. Curitibanos, SC, 2023.....	25
Tabela 2. Classificação dos conceitos de porcentagem de controle aplicados a avaliação (Sbcpd, 1995).	27
Tabela 3 - Resumo da análise de variância - ANOVA (valores de probabilidade do teste F) para as avaliações de porcentagem de controle e massa seca das plantas daninhas após a aplicação de doses do herbicida quizalofope-p-etílico. Curitibanos, SC, 2023.....	29

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACCase - Acetil-CoA-carboxilase

ANOVA – Análise de variância

CL – Clearfield

CO₂ – Dióxido de carbono

CV – Coeficiente de variação

DAA - Dias após aplicação

DAE – Dias após a emergência

DAS – Dias após a semeadura

DIC - Delineamento inteiramente casualizado

IRGA – Instituto Rio Grandense do Arroz

% - Porcentagem

POS - Pós-emergência

SC – Santa Catarina

TCC – Trabalho de conclusão de curso

UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina

LISTA DE SÍMBOLOS

cm – Centímetros

g.i.a. ha⁻¹ – Gramas do ingrediente ativo por hectare

g.p.c. ha⁻¹ – Gramas de produto comercial por hectare

°C – Grau Celsius

g.ha⁻¹ – Gramas por hectare

g/L – Gramas por litro

i.a. – Ingrediente ativo

L - Litro

L ha⁻¹ – Litro por hectare

L.p.c.ha⁻¹ – Litro do produto comercial por hectare

ml L⁻¹ – Mililitro por litro

ml p.c. ha⁻¹ – Mililitro do produto comercial por hectare

m s⁻¹ - Metros por segundo

MS – Massa seca

Kg – quilograma

kgf cm⁻² - quilograma força por centímetro quadrado

Kg/há – quilograma/hectare

Kcal – quilocaloria

Km/h – quilômetro por hora

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 OBJETIVOS	12
1.1.1 Objetivo Geral	12
1.1.2 Objetivo Específico	12
2 REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1 ASPECTOS GERAIS DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO	13
2.2 SISTEMAS DE CULTIVO	14
2.2.1 Sistema cultivo mínimo	14
2.2.2 Sistema pré-germinado	15
2.2.3 Sistema plantio direto	16
2.2.4 Sistema transplante de mudas	16
2.3 INTERFERÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DO ARROZ	16
2.4 PRINCIPAIS PLANTAS DANINHAS POÁCEAS NO ARROZ IRRIGADO	17
2.4.1 Arroz daninho (<i>Oryza sativa L.</i>)	17
2.4.2 Capim arroz (<i>Echinochloa spp.</i>)	18
2.4.3 Capim-macho (<i>Ischaemum rugosum</i>)	18
2.4.4 Capim-capivara (<i>Hymenachne-amplexicaulis</i>)	19
2.5 MÉTODOS DE CONTROLE DE PLANTAS DANINHA NO ARROZ IRRIGADO	19
2.5.1 Controle físico	20
2.5.2 Controle cultural	20
2.5.3 Controle biológico	20
2.5.4 Controle mecânico	21
2.5.5 Controle químico	21
2.6 ARROZ COM O SISTEMA CLEARFILD (CL)	22
2.7 ARROZ COM O SISTEMA PROVÍSIA	22
2.7.1 Quizalofope-p-etílico	23
3 MATERIAL E MÉTODOS	24
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
5 CONCLUSÃO	38
REFERÊNCIAS	39

1 INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa L.*) é atualmente o segundo cereal mais cultivado no mundo, ficando atrás apenas do milho. É considerado uma grande fonte de energia, e desempenha um papel fundamental na segurança alimentar. Possui um potencial de suprimento de 20% das calorias consumidas na alimentação humana. Na América Latina destaca-se o Brasil como maior consumidor, cerca de 32 kg/pessoa/ano e também tem grande importância econômica, principalmente para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina (Sosbai, 2018). No entanto é uma fonte essencial de renda e emprego para muitos agricultores em países em desenvolvimento (Santos; Rabelo, 2008).

O arroz também está sujeito a vários fatores que influenciam o rendimento, custo de produção e qualidade. Um desses fatores em destaque é a interferência causada por plantas daninhas, que afetam negativamente o crescimento, desenvolvimento e a produtividade. Para se realizar o controle de plantas daninhas nessa cultura é preciso levar em consideração as diferentes formas de implantação da cultura, as cultivares de arroz, fertilidade do solo, plantas daninhas presente na lavoura, (espécie, densidade), manejo na condução da cultura (preventivo, cultural, biológico, físico, manual, mecanizado e químico) (Andres; Machado, 2004).

Na escolha de cultivares é necessário escolher sementes de qualidade fisiológica e sanitária, principalmente ausência de arroz daninho (*Oryza sativa L.*). O grande desafio é ter sementes suficientes e isentas de arroz daninho para todos os produtores (Marchezan *et al.*, 2004). Uma outra característica que pode auxiliar no controle das plantas daninhas e que está associada a semente/cultivar, é a presença de tecnologia nesta semente que torne a planta tolerante a herbicida. Atualmente se tem disponíveis a tecnologia Clearfield (CL) e a Provísia, que permitem o uso de forma seletiva dos herbicidas [imazapyr + imazapic] e quizalofop-p-etílico, respectivamente (BASF, 2023). Estas ferramentas auxiliam muito no manejo de gramíneas no arroz, com destaque para o arroz-daninho.

Entretanto, não é apenas o arroz-daninho que afeta a qualidade e a produtividade do arroz, então é necessário estudo de como o herbicida quizalofop-p-etílico se comporta no controle de outras plantas daninhas. As espécies de planta daninha capim-macho (*Ischaemum rugosum*) e capim-capivara (*Hymenachne amplexicaulis*), são invasoras das lavouras de arroz irrigado (Sosbai, 2018). Há poucos estudos como o arroz-daninho (*Oryza sativa L.*) e capim arroz (*Echinochloa spp.*).

Através desse trabalho busca-se determinar o controle das espécies *Ischaemum rugosum* e *Hymenachne amplexicaulis* com o herbicida quizalofop-p-etílico. Este herbicida poderá ser utilizado na pós-emergência de materiais de arroz que tenham a tecnologia Provísia. Essas

plantas daninhas não estão listadas na bula como alvos deste herbicida. Por isso é importante avaliar este herbicida para o controle dessas espécies e a dose adequada de aplicação. Além disso, na literatura há de haver pouco estudo sobre o controle químico dessas plantas daninhas.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

- Avaliar a eficiência do herbicida quialofop-p-etílico para o controle de arroz daninho, capim arroz, capim-macho e capim-capivara.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Definir a dose de quialofop-p-etílico necessária para o controle das principais plantas daninhas da família Poaceae que infestam o arroz-irrigado;

- Avaliar a porcentagem de controle e acúmulo de massa seca proporcionado por diferentes doses do quialofop-p-etílico, para arroz daninho, capim arroz, capim capivara e capim macho, aplicado em pós emergência.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 ASPECTOS GERAIS DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO

O arroz pertence à família Poaceae, do gênero *Oryza*, da classe Monocotiledônea, o sistema radicular é fasciculado, colmos cilíndricos com presença de aerênquima, as folhas possuem limbo foliar e sua inflorescência é do tipo panícula. O gênero *Oryza* contém vinte e cinco espécies perenes e anuais do tipo diploide ($2n=24$) e tetraploide. São cultivadas nas regiões tropicais e subtropicais da Europa, Ásia, América do Sul, Central, do Norte e Austrália (Epagri, 2002). Na classificação mundial de produção, o país em 1º lugar está a China e o Brasil situa-se em 9º lugar (Embrapa, 2023). A espécie *Oryza sativa* L. divide-se em subespécies como a Índica, havendo grãos fino e longos, Javânica, possuindo grãos espessos e longos e a Japônica contendo grãos arredondados e curtos (Epagri, 2002).

O arroz é um alimento básico e uma das culturas de grande importância para a segurança alimentar, garantindo esse alimento para mais de três bilhões de pessoas no mundo todo, possui um papel econômico, social e ambiental. Apenas uma pequena quantidade de arroz é consumida como ingrediente em produtos processados, sendo seu maior consumo na forma de grão (Irga, 2012).

O arroz é uma excelente fonte de energia, devido à alta concentração de amido, fornecendo também proteínas, vitaminas, minerais e possui baixo teor de lipídios. Sendo para os países em desenvolvimento, onde o arroz é um dos principais alimentos da dieta. No Brasil o consumo per capita de arroz é 131,4g por dia por pessoa. Onde é responsável por fornecer, em média 326 kcal per capita por dia, 20% da energia e 15% de proteínas necessária a um homem (Silva, 2021).

Segundo os dados da Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), a safra 2022/2023 de arroz plantada no Brasil foram 1.408,5 mil hectares, com produtividade média de 6.773 kg ha⁻¹ e produção de 10.033,6 mil toneladas do cereal. Desse total a área de arroz irrigado foi de 1.177,2 mil hectares e o arroz de sequeiro foi de 303,3 mil hectares (Conab, 2023). Ou seja, a área de arroz irrigado no Brasil representa 83,5% da área total de arroz.

O arroz irrigado é comercializado pelo produtor em cooperativas e cerealistas privadas. Com isso hoje temos a disposição um grande número de produtos, com variação de embalagem, marca, etc. Pesquisas mostram que o consumidor adquire o arroz conforme seu status financeiro, sendo assim a maioria das empresas ficam aquecidas no mercado, graças ao mercado de baixo e alto padrão (Gameiro, 2008).

No Brasil a orizicultura irrigada produz cerca de 75% de toda a produção, sendo o Rio Grande do Sul o maior produtor, seguido por Santa Catarina, onde os dois estados produzem cerca de 63% da produção nacional, nos sistemas de cultivo mínimo, pré-germinado, plantio direto e/ou convencional. Os produtores de arroz irrigado são os agricultores familiares, médios produtores e agricultura empresarial (Embrapa, 2021).

Em Santa Catarina, onde predomina o cultivo de arroz-irrigado, o arroz é cultivado em 83 municípios, onde as áreas produtoras se localizam no Litoral Sul com a de maior extensão, seguido do Médio/Baixo Vale do Itajaí e Litoral Norte, Alto Vale do Itajaí e o Litoral Centro. O destaque desse cereal nas indústrias de Santa Catarina é para o arroz parbolizado (Sosbai, 2018).

2.2 SISTEMAS DE CULTIVO

O sistema de plantio de arroz pode ser realizado de duas formas de cultivo. Utiliza-se o sistema irrigado por inundação, onde o arroz permanece com lâmina de 10 a 20 cm de água (solo saturado) e também é cultivado no sistema de sequeiro, no qual não é irrigado por lâmina de água (solo sem saturação) (Finger; Waquil, 2013).

Nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina predomina o cultivo de arroz irrigado, onde a implantação da cultura pode se dar de diferentes formas (sistemas de cultivo), onde cada produtor cultiva no sistema que melhor se adapta ao seu maquinário, questão climática e tipo de solo. Onde são utilizados o sistema de cultivo mínimo, pré-germinado, plantio direto e transplante de mudas (Sosbai, 2018).

2.2.1 Sistema cultivo mínimo

No sistema cultivo mínimo, o solo é pouco preparado, apenas enterrado a palhada do arroz já colhido. Dessa forma há menor revolvimento do solo durante o preparo, se for comparado com o sistema convencional. Antes do plantio do arroz, é realizada a dessecação das plantas daninhas e arroz tigueras com o uso de herbicidas. Após a dessecação se faz a semeadura direta das sementes de arroz (Sosbai, 2018).

Em geral, as atividades de preparo do solo têm início antes da época de semeadura da lavoura. O preparo primário consiste em operações que visam principalmente a eliminação e a incorporação da cobertura vegetal, normalmente realizados com os seguintes implementos: arados de discos ou aiveca e grade aradora. Após o preparo primário, o nivelamento do terreno para semeadura deve ser feito com grades niveladoras para destorroar o solo. Esse sistema proporcionará maior facilidade do preparo do solo, para semeadura, eliminação das plantas

daninhas e aplicação de herbicidas, com isso proporcionando o solo para fazer a semeadura, onde as sementes serão semeadas com semeadora em linhas de plantio (Verneti Júnior; Gomes, 2004).

O sistema de cultivo mínimo contribui para a sequestro de carbono no solo, ajudando a mitigar as emissões de gases de efeito estufa. A matéria orgânica presente nos resíduos de culturas anteriores é incorporada ao solo ao longo do tempo, melhorando sua estrutura, fertilidade e capacidade de reter água e nutrientes. Apesar de seus benefícios, a adoção do sistema de cultivo mínimo também apresenta desafios, como o manejo de plantas daninhas e pragas que podem ser ampliadas pela cobertura vegetal. No entanto, com técnicas adequadas de manejo integrado, é possível minimizar esses impactos negativos (Crusciol *et al.*, 2002).

2.2.2 Sistema pré-germinado

A implantação do sistema pré-germinado consiste em um conjunto de técnicas para o cultivo do arroz, na qual as sementes previamente germinadas são semeadas em quadros nivelados e inundados com uma lâmina de água baixa. É um meio de controlar plantas daninhas, principalmente o arroz daninho. Este sistema possibilita a implantação da lavoura com menor dependência do clima para preparar o solo, redução do ciclo do cultivar, menos água utilizada para irrigação devido o terreno estar nivelado, auto calagem que ajuda a liberação antecipada de nutrientes, redução do impacto ambiental e melhor qualidade do grão do arroz. O sistema de plantio com sementes de arroz pré-germinadas é comum em Santa Catarina, e foi trazido pelos imigrantes italianos no começo do século XX (Petrini *et al.*, 2004).

Nesse sistema, logo após a colheita do arroz, recomenda-se a incorporação da palhada com o trator equipado com roda de gaiola, rolo-faca para amassar a palha ou ainda a enxada rotativa, que serve para picar e enterrar a palha do arroz e das plantas daninhas. Após esse processo é mantida uma lâmina de água para repetir o uso da enxada rotativa, para formar a lama sem deixar restos de plantas daninhas. A próxima etapa utilizada é o trator com a lâmina niveladora que ajuda a nivelar mais precisamente os quadros (talhões), e por fim se faz o alisamento da lama com a prancha de madeira ou de ferro. Após isso, o terreno está pronto para receber as sementes de arroz pré-germinadas (Petrini *et al.*, 2008).

As sementes de arroz semeadas nesse sistema de cultivo, são previamente embebidas em água por um tempo de 24 a 36 horas, dentro de um tanque ou canais de água. Após é retirado da água os sacos com a semente de arroz até, que a germinação se inicie. Após esse processo, quando as sementes germinadas atingirem a radícula até 2 mm de comprimento, são semeadas a lanç uniformemente sobre o solo, que foi preparado com água para realizar o plantio. A

semeadura da semente de arroz pré-germinada pode ser manual, com trator ou avião (Sosbai, 2018).

2.2.3 Sistema plantio direto

Para o sistema plantio direto, ocorre a manutenção de uma cobertura vegetal morta sobre o solo, para proteger sua superfície do impacto das gotas da chuva e diminuir a infestação de plantas daninhas, onde ocorre a melhoria dos atributos do solo e com isso preservando a os microrganismos benéficos do solo (Gomes *et al.*, 2004).

Também no plantio direto deve-se ocorrer pouca movimentação do solo, havendo cobertura do solo, rotação e sucessão de culturas. Entretanto, esse sistema de plantio pode ser, de difícil implementação para o arroz, sendo que na colheita a movimentação de colhedoras e tratores fazem rastros com o solo úmido e alagado. O que se pode realizar com sucesso, é a semeadura direta na palhada de outra cultura de verão, normalmente soja, sorgo ou milho, já que nessas culturas a colheita é realizada com o solo pouco úmido (Sosbai, 2018).

2.2.4 Sistema transplante de mudas

O sistema por transplante, é utilizado a mesma forma de preparo que o sistema pré-germinado, mas as sementes são semeadas em caixas de madeira ou de plástico com fundo perfurado. Após a semeadura as caixas são irrigadas e cobertas com lona plástica à sombra por período de 2 a 4 dias até a emergência das plântulas. Ocorrida a emergência, as caixas permanecem em um viveiro, até que as mudas estejam num estágio ideal para o transplante (Petrini *et al.*, 2004).

A regulagem das máquinas transplantadoras permite o transplante de 3 a 10 mudas por cova, com espaçamento de 14 a 22 cm entre covas e de 30 cm entre linhas. O rendimento médio é de 3000m² por hora. A irrigação da área deve ser evitada por alguns dias até fixação das mudas no solo. O sistema de transplante de mudas não é utilizado em áreas comerciais no Brasil, onde está restrito apenas para produção de sementes de qualidade (Sosbai, 2018).

2.3 INTERFERÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DO ARROZ

O arroz pode ser afetado por vários fatores que diminuem a produtividade e a qualidade de grãos, no qual os principais são os insetos pragas, as doenças e as plantas daninhas (Sosbai, 2018). As plantas daninhas apresentam uma grande capacidade de desenvolvimento e adaptabilidade se comparada com as plantas cultivadas, podendo assim competir por água, luz, nutrientes e CO₂. Outra característica de agressividade é que as plantas daninhas possuem a

germinação desuniforme para perpetuar suas espécies dificultando o controle dessas (Briguenti; Oliveira, 2011).

A interferência da comunidade de plantas daninhas no arroz irrigado causa vários tipos de prejuízos. Com isso diminuindo a qualidade e a produtividade do arroz, são hospedeira de doenças e insetos pragas, dificulta a colheita mecanizada, atrapalha o sistema de irrigação e drenagem e causam acamamento do arroz (Epagri, 2002). Na cultura do arroz, calcula-se que em nível mundial as perdas ocasionadas pelas plantas daninhas cheguem a 35% da produção (Silva; Durigan, 2009).

Algumas pesquisas realizadas em Santa Catarina, observaram que cada panícula de arroz daninho por metro quadrado reduziu entre 16 a 18 kg ha⁻¹ na produtividade do arroz cultivado. O nível de redução em produtividade varia com a quantidade e espécies de plantas daninhas presente na cultura do arroz (Epagri, 2002).

2.4 PRINCIPAIS PLANTAS DANINHAS POÁCEAS INFESTANTES DO ARROZ IRRIGADO

2.4.1 Arroz daninho (*Oryza sativa* L.)

O arroz daninho é uma planta anual, possui perfilho, é ereta, herbácea, 80-110 cm de altura, folhas ásperas, lígulas membranáceas, o grão (cariopse) é de cor amarronzada e se reproduz por sementes (Lorenzi, 2014).

Essa planta daninha contém o ciclo mais precoce da maioria das cultivares de arroz, possui semelhança fenotípica com os materiais de arroz cultivado, com isso há grande dificuldade com herbicidas seletivos para o arroz e que proporcionem controle satisfatório dessa planta daninha. Portanto é necessário utilizar outras ferramentas de controle integrado (Epagri, 2002). Isso ocorre, pois se trata da mesma espécie do arroz cultivado, e quanto mais semelhantes as espécies em um ambiente de competição, maior é a interferência, pois os recursos ambientais necessários para cada espécie são muito parecidos. Além disso, é muito difícil controlar a planta que é daninha, sem causar injúrias severas na planta cultivada.

O preparo de solo para o sistema pré-germinado em áreas sistematizadas, é uma forma que possibilita o preparo antecipado do solo com as quadras inundadas com água e assim diminuindo a emergência do banco de sementes das espécies gramíneas presentes no solo. Além disso, o cultivo mínimo e plantio direto são muito utilizados para o controle do arroz daninho, principalmente no Estado do Rio Grande do Sul onde se iniciou essa prática aproximadamente há 20 anos. Também é aplicado a rotação de culturas com soja, milho e sorgo, no qual tem sido

uma boa prática de controle do arroz daninho (Embrapa, 2021), pois possibilita o uso de herbicidas e mecanismos de ação que não são rotineiramente utilizados no cultivo do arroz.

2.4.2 Capim arroz (*Echinochloa spp.*)

O capim-arroz é uma planta anual, que forma pequenas touceiras, cespitosa, ereta com 50 a 90 cm de altura, as folhas medem de 15 a 30 cm de comprimento (Lorenzi, 2014). É uma das plantas daninhas que competem com a cultura do arroz irrigado. Suas sementes são pequenas e permanecem misturadas com as sementes de arroz, é uma espécie que se multiplica em grande proporção infestando as áreas de arroz. Portanto é necessário realizar o controle satisfatório do capim arroz, além de utilizar o manejo preventivo utilizando sementes de arroz com boa qualidade física (Martins, 2021).

A principal característica do capim-arroz é seu crescimento veloz, que lhe confere vantagem competitiva em relação às plantas cultivadas. Essa taxa de crescimento acelerado pode resultar na supressão do crescimento das plantas de arroz, afetando a formação de panículas e, conseqüentemente, a produção de grãos. A capacidade do capim-arroz de se disseminar através da produção de sementes também é uma característica preocupante, pois pode resultar em infestações generalizadas em curto prazo (Dalazen, 2016).

O capim-arroz é uma espécie da cultura do arroz de várzea. Além disso, é hospedeira alternativa da doença brusone do arroz e outros vírus que causam doenças nessa cultura. Segundo a legislação brasileira, os lotes de sementes de arroz contaminadas com capim-arroz acima de 1: 10.000, não podem ser comercializados (Briguenti; Oliveira, 2011).

2.4.3 Capim-macho (*Ischaemum rugosum*)

O capim-macho é da família Poaceae, é uma planta anual, com florescimento entre novembro e janeiro e as sementes amadurecem até o mês de março (Aranha, 2022). A época de semeadura do arroz em Santa Catarina, vai de agosto a dezembro, o ciclo das cultivares varia de 120 a 150 dias (Steinmetz; Braga, 2001).

É uma planta herbácea, cespitosa, forma pequenas touceiras e as folhas medem de 20 a 30 cm de comprimento. Possuem grande adaptação a solos úmidos e secos, infestando as lavouras de arroz irrigado. Seu período vegetativo acontece durante o período de calor, possui raízes respiratórias e reproduz através de sementes (Lorenzi, 2014).

A presença e disseminação dessa gramínea podem variar em diferentes regiões do país, mas em geral, ela tem sido observada como uma ameaça à produtividade do arroz, causando preocupações para os agricultores e pesquisadores. Nas áreas onde o arroz irrigado é uma

cultura importante, o capim-macho pode se estabelecer e proliferar em virtude de suas características de crescimento vigoroso e adaptação a ambientes alagados. Sua competitividade pode resultar na supressão do crescimento do arroz, levando a uma diminuição na produção de grãos. A falta de controle cultural, físico e químico pode permitir que essa planta daninha se espalhe rapidamente, agravando o problema ao longo das safras (Silva; Marengo, 2000).

Essa espécie causa grande prejuízo na cultura do arroz, acontece de ser confundido pelo capim-arroz na fase inicial de crescimento, o que diferencia é a presença de lígula presente no capim macho (Schons, 2009 apud Embrapa, 2005).

2.4.4 Capim-capivara (*Hymenachne-amplexicaulis*)

O capim-capivara é uma planta daninha que tem aumentado com o passar dos anos em muitas áreas produtoras de arroz. É uma gramínea perene, que se multiplica por sementes e estolões (Lorenzi, 1991). Suas características únicas o tornam uma preocupação para os produtores, pois ele tem um crescimento vigoroso especialmente em áreas alagadas, onde a cultura de arroz irrigado é frequentemente cultivada. Uma das particularidades do capim-capivara é sua capacidade de se espalhar rapidamente através da produção de sementes em locais com alta umidade. Essa disseminação pode resultar em infestações extensas nas áreas de cultivo, dificultando a produtividade e aumentando os custos de controle (Silva, *et al.*, 2012).

No comércio brasileiro, possui vários tipos de herbicidas registrados para o controle de plantas daninhas do arroz irrigado. Porém, tem poucos trabalhos testando o controle químico do capim-capivara, onde essa planta daninha causa prejuízos em produtividade (Capitânio, *et al.*, 2002).

2.5 MÉTODOS DE CONTROLE DE PLANTAS DANINHA NO ARROZ IRRIGADO

O uso de métodos para controlar plantas daninhas, contribui para o crescimento e desenvolvimento da lavoura de arroz, bem como para se alcançar o potencial produtivo da cultura. É necessário utilizar uma combinação nos métodos de controle para obter maior eficiência no manejo das plantas daninhas e conseguir melhores produção de arroz (Epagri, 2002.)

As práticas associadas com herbicidas também contribuem no controle de plantas daninhas. No qual o controle físico, cultural, biológico, mecânico e outros são maneiras fundamentais, no controle das plantas daninhas do arroz irrigado (Sosbai, 2018).

2.5.1 Controle físico

O método de controle físico é realizado através da inundação do solo com água, cobertura morta com palha e fogo para a queima de palha dos restos culturais (Carvalho, 2013). De acordo com Sosbai (2018), o manejo da água para irrigação é importante para obter sustentabilidade na cadeia produtiva do arroz irrigado. Portanto, a água de irrigação no arroz é uma das ferramentas utilizadas no controle de plantas daninhas. Quando associada com os herbicidas resulta em ótimo controle das plantas daninhas terrestres, porém após a aplicação de herbicidas a lâmina da água deve ser mantida por 30 dias dentro das quadras, para não contaminar os mananciais hídricos.

Uma das principais características do arroz irrigado é sua adaptabilidade à inundação temporária. O cultivo em solo alagado permite controlar as plantas daninhas, ao mesmo tempo em que oferece boas condições para o desenvolvimento das plantas de arroz. A irrigação cuidadosamente planejada assegura que a água esteja disponível quando necessário, contribuindo para um ambiente favorável ao crescimento das culturas e à eficácia do controle de doenças e pragas (Streck, 2017), além das espécies de plantas daninhas que não suportam o ambiente com saturação de água.

2.5.2 Controle cultural

Esse tipo de controle, envolve prática agrícola que permite maior competitividade do arroz com as plantas daninhas, geralmente no início do estabelecimento da cultura. Onde se utiliza, no caso do arroz semeado na água, as sementes pré-germinadas, que irão emergir, e se estabelecer, antes das plantas daninhas (Sosbai, 2018).

A correção da fertilidade do solo, plantas saudáveis e bem nutridas, época adequada de plantio, são estratégias básicas para alcançar maior controle das plantas daninhas. No entanto a rotação de cultura, também possibilita prevenir o surgimento com populações de plantas daninhas (Lacerda, 2021). A rotação de culturas vem sendo muito empregadas em áreas do Rio Grande do Sul e, mais recentemente no Sul de Santa Catarina, onde os produtores rotacionam no cultivo de verão as lavouras de arroz irrigado, soja e milho.

2.5.3 Controle biológico

O método de controle biológico utiliza-se de inimigos naturais. Podendo ser aves e peixes capazes de diminuir a quantidade de plantas daninhas e suas sementes, nas áreas de cultivo de agrícolas (Carvalho, 2013). O uso de marrecos-de-pequim depois da colheita do arroz, é uma maneira de eliminar plantas daninhas pequenas e também as sementes dessas. A

rizipiscicultura é outra alternativa podendo ser utilizada na safra e entressafra, onde peixes se alimentam das sementes e algumas plantas daninhas. Além disso, proporcionando um retorno econômico aos rizicultores. Esse método de controle biológico é empregado em sistema de cultivo pré-germinado (Sosbai, 2018).

2.5.4 Controle mecânico

O controle mecânico se dá através de implementos que destroem as plantas daninhas durante o preparo de solo, geralmente em áreas de plantio convencional e sistema pré-germinado. Este método de controle de plantas daninhas, é uma prática de preparo de solo, antes do plantio do arroz. Também se utiliza foices ou roçadeiras motorizadas para cortar panículas ou outras formas de inflorescência de plantas daninhas acima do dossel do arroz (Carvalho, 2013), esta prática visa não incrementar o banco de sementes de plantas daninhas no solo.

2.5.5 Controle químico

O controle químico tem como objetivo eliminar as plantas não desejadas, sem prejudicar as de interesse. Quando utilizados de maneira correta, os herbicidas são ferramentas fundamentais na agricultura para o controle de plantas daninhas (Lorenzi, 2014). Caracterizado pelo uso de herbicidas, esse método oferece benefícios significativos, mas também requer atenção redobrada para evitar impactos negativos no ambiente, na saúde humana e na eficácia geral do controle (Steffen *et al.*, 2021).

Os herbicidas são classificados pela sua via de atuação. Herbicidas de pré-emergência são aplicados no solo para impedir a germinação de sementes das plantas daninhas, necessitam de solo úmido até alguns dias após a aplicação e devem ser seletivos para a cultura. Os herbicidas de pós-emergência são aplicados nas plantas daninhas já emergidas. Esses herbicidas podem ser de contato que afetam só a parte aérea da planta, e ou sistêmicos, que quando aplicados são absorvidos pelas folhas ou raízes e translocados na planta, via xilema ou floema, causando sua morte (Minguela, 2013).

No arroz os herbicidas podem ser aplicados em pré-semeadura, antes do plantio, na pré-emergência ou na pós-emergência das plantas daninhas e do arroz. A maioria dos orizicultores utilizam no mínimo uma aplicação de herbicidas, para eliminar as plantas daninhas no arroz irrigado. Este método é eficiente e prático, quando utilizado corretamente (Epagri, 2002).

Para as aplicações de herbicidas no arroz irrigado são utilizados tratores com pulverizador de defensivos, pulverização aérea com aviões agrícolas ou drones e também se

utiliza a aplicação de benzedura com bomba costal no sistema de plantio pré-germinado (Sosbai, 2018).

O controle químico com o uso de herbicidas é utilizado no solo, nas plantas ou na água em pré-emergência e pós-emergência. O uso dos herbicidas ajuda no controle das plantas daninhas no início do ciclo, período em que essas causam maiores perdas na produtividade do arroz (Andres; Machado, 2004).

Para que um herbicida seja aplicado na pós-emergência do arroz, sem causar danos para a cultura é necessário que o mesmo seja seletivo para a cultura. Porém, os herbicidas que são seletivos não controlam de forma satisfatória a principal planta daninha da cultura, que é o arroz-daninho . Para contornar esse problema foram desenvolvidas tecnologias para tornar possível o controle químico do arroz daninho sem causar injúrias ou morte da cultura. As duas tecnologias que estão disponíveis no Brasil são a Clearfield (CL) e a Provisia, ambas da empresa Basf .

2.6 ARROZ COM O SISTEMA CLEARFIELD (CL)

A tecnologia CL expressa-se através de cultivares de arroz que possui genes de resistência aos herbicidas do grupo químico imidazolinonas, com o mecanismo de ação inibidor da enzima ALS (acetolactato sintase). Essa característica foi adquirida por mutação induzida (não é um transgênico) e é uma alternativa no controle de arroz daninho.

Nas cultivares resistentes aos herbicidas do grupo químico das imidazolinonas do sistema CL de produção de arroz, pode se utilizar os herbicidas Only (imazetapir + imazapique) e Kifix (imazapir + imazapique) para controlar o arroz daninho e outras plantas daninhas, e não causa injúrias com o arroz cultivado (Sosbai, 2018).

Porém, o uso intensivo dessa tecnologia tem proporcionado o surgimento de biótipos de arroz daninho resistentes a esses herbicidas em muitas áreas na cultura do arroz irrigado. Esse processo ocorreu devido ao fluxo gênico do arroz cultivado CL para o arroz daninho (Roso; Merotto Júnior; Delator, 2010).

2.7 ARROZ COM O SISTEMA PROVÍSIA

O sistema Provisia é uma tecnologia, disponível para o arroz que tem como característica principal a tolerância ao herbicida quizalofop-p-etílico (Provisia 50 EC), que possuem mecanismo de ação inibidor da enzima ACCase. Além disso, o sistema de arroz Provisia confere alto índice produtivo por serem híbridos. Esta nova tecnologia, foi desenvolvida por mutação induzida, e vem trazer aos produtores de arroz uma nova ferramenta

de controle das principais plantas daninhas da cultura do arroz irrigado, sendo essas o arroz daninho, o capim arroz e outras gramíneas infestantes das lavouras de arroz (BASF, 2022). A tecnologia provísia, foi desenvolvida através de mutação induzida com raios gama, as linhagens de arroz tolerantes aos herbicidas do grupo químico ariloxifenoxipropiônicos, possuem uma mutação de substituição no domínio carboxil-transferase do gene que codifica para a enzima acetil coenzima A carboxilase (ACCase) (EC 6.4.1.2). As linhagens possuem tolerância aos herbicidas quizalofop-p-ethyl e haloxyfop-p-methyl (Andrade *et al.*, 2016).

No entanto, também está disponível para os produtores outro híbrido de arroz, com a tecnologia Max-ace da empresa Rice-Tec Sementes LTDA, no qual utilizam um herbicida inibidor da enzima ACCase. A molécula desse herbicida é o propaquizafop para o controle de arroz daninho, capim arroz e outras gramíneas (Martins *et al.*, 2022).

O herbicida Provísia® 50 EC, registrado sob o número 02320 pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA, é uma formulação que contém 50 g/L (5% m/v) de quizalofop-P-etílico. Além disso, o produto possui 61,8% m/v de hidrocarboneto aromático e 29,2% m/v de outros ingredientes.

2.7.1 Quizalofop-p-etílico

O quizalofop-p-etílico é um herbicida sistêmico que possui o mecanismo de ação inibidor da enzima ACCase (acetyl co-enzyme A carboxylase) e do grupo químico ariloxifenoxi-propionatos. É um herbicida gramínida, possui baixa solubilidade em água, não apresentam atividade residual no solo e é degradado pela luz solar. Com isso é importante o uso de adjuvantes para obter maior absorção (Roman, 2005).

A inibição da enzima ACCase diminui e paralisa o crescimento meristemático da base das folhas, causando a morte da planta. Essa enzima está envolvida na síntese dos ácidos graxos, no qual os ácidos graxos são importantes componentes de membranas celular e dos cloroplastos, constituintes de ceras para armazenamento energia. Os herbicidas inibidores da ACCase inibem e diminui a síntese de ácidos graxos, com isso acontece a paralisação de membranas que são importantes para a divisão celular e o crescimento (Roman, 2005).

Este herbicida controla algumas gramíneas do arroz, *Oryza sativa L.*, *Echinochloa colona*, *Echinochloa crus-galli*, *Eleusine indica*, *Urochloa plantaginea*, *Digitaria horizontalis*. É seletivo somente para os híbridos de arroz que apresentam a tecnologia Provísia®, pode ser aplicado em pós-emergência da cultura do arroz, conforme informações da bula do herbicida. Portanto não existe informações na literatura como esse herbicida se comporta para as espécies de capim capivara (*Hymenachne amplexicaulis*) e capim macho (*Ischaemum rugosum*).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi implantado em casa de vegetação, no primeiro semestre do ano de 2023 no Centro de Ciências Rurais, da Universidade Federal de Santa Catarina, Campus de Curitibanos. Localizada a uma latitude de 27°17'07" S e a uma longitude de 50°32'00", com altitude média de 1098 metros.

A implantação do experimento ocorreu em 10 de março de 2023, com a semeadura de quatro espécies de plantas daninhas. Primeiramente utilizou-se vasos de plástico de 0,3L, preenchidos com substrato comercial adquiridos na fazenda experimental da UFSC Curitibanos. Após se realizou a semeadura das sementes de arroz daninho, capim arroz, capim-capivara e capim-macho, cada espécie em um vaso (Figura 1). Utilizou-se 20 sementes em cada vaso, essas foram obtidas no banco de germoplasma de plantas daninhas da UFSC Curitibanos. Após a emergência das plantas daninhas realizou-se o desbaste deixando 5 plantas por vaso.



Figura 1. Semeadura das plantas daninhas, arroz daninho, capim arroz, capim-capivara e capim-macho, para avaliar a eficiência do herbicida quizalofop-p-etílico aplicado em pós-emergência. Curitibanos, SC, 2023.

Foram conduzidos quatro experimentos independentes, sendo uma espécie de planta daninha em cada experimento. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), com seis tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos consistiram de doses do herbicida quizalofop-p-etílico – 0, 50, 75, 100, 125 e 150 g ha⁻¹ de ingrediente ativo (i.a.). O produto comercial utilizado foi o Targa Max (Tabela 1), que possui 50 g/L de quizalofop-p-etílico.

Tabela 1. Tratamentos utilizados para testar a eficiência do quizalofop-p-etílico no controle de gramíneas no arroz-irrigado. Curitibaanos, SC, 2023.

Tratamentos	Herbicida (nome comum)	Herbicida (nome comercial)	Dose (g i.a. ha⁻¹)	Dose (L p.c.ha⁻¹)
1	Quizalofop	Targa Max	50	1,0
2	Quizalofop	Targa Max	75	1,5
3	Quizalofop	Targa Max	100	2,0
4	Quizalofop	Targa Max	125	2,5
5	Quizalofop	Targa Max	150	3,0
6	Testemunha sem herbicida			

*Adjuvante utilizado para mistura com o quizalofop-p-etílico foi o produto comercial Dash, na dose de (400 ml p.c.ha⁻¹) – 5 ml/L de calda. Este adjuvante é composto por ésteres metílicos, hidrocarboneto aromático, ácido graxo insaturado e tensoativo.

Para a aplicação dos tratamentos utilizou-se o pulverizador costal pressurizado a CO₂ (Figura 2), com barra de 1,5 m de comprimento, contendo 3 pontas de pulverização ADIA 110015, pressão de trabalho 2,2 kgf cm⁻² e velocidade de deslocamento de (\pm) 1,0 m s⁻¹ o que proporcionou taxa de aplicação de 150 L ha⁻¹. As condições meteorológicas no momento da aplicação foram: rajadas de vento de até 0,5 km h⁻¹, umidade relativa do ar 61,4% e temperatura de 26,3°C. Para as aplicações os vasos estavam em bandejas de plástico, foram retirados da casa-de-vegetação e depois colocados de volta.



Figura 2. Aplicação do herbicida quizalofop-p-etílico de pós-emergência aos 21 DAS. Curitibaanos, SC, 2023.

A aplicação do herbicida quizalofop-p-etílico foi realizada aos 21 dias após a semeadura (DAS), no dia 31 de março de 2023, na pós-emergência das plantas daninhas. O estágio das plantas daninhas no momento da aplicação foram: arroz-daninho de 1 a 4 folhas, capim-arroz de 3 a 4 folhas, capim-capivara de 1 a 3 folhas e capim-macho 4 a 5 folhas (Figura 3).

Após a aplicação as bandejas com as plantas daninhas, foram colocadas em bancada dentro da casa de vegetação. Foi adicionado uma lamina com 3 cm de água, para manter umidade no substrato, onde permaneceram até o final do experimento (Figura 3 E).

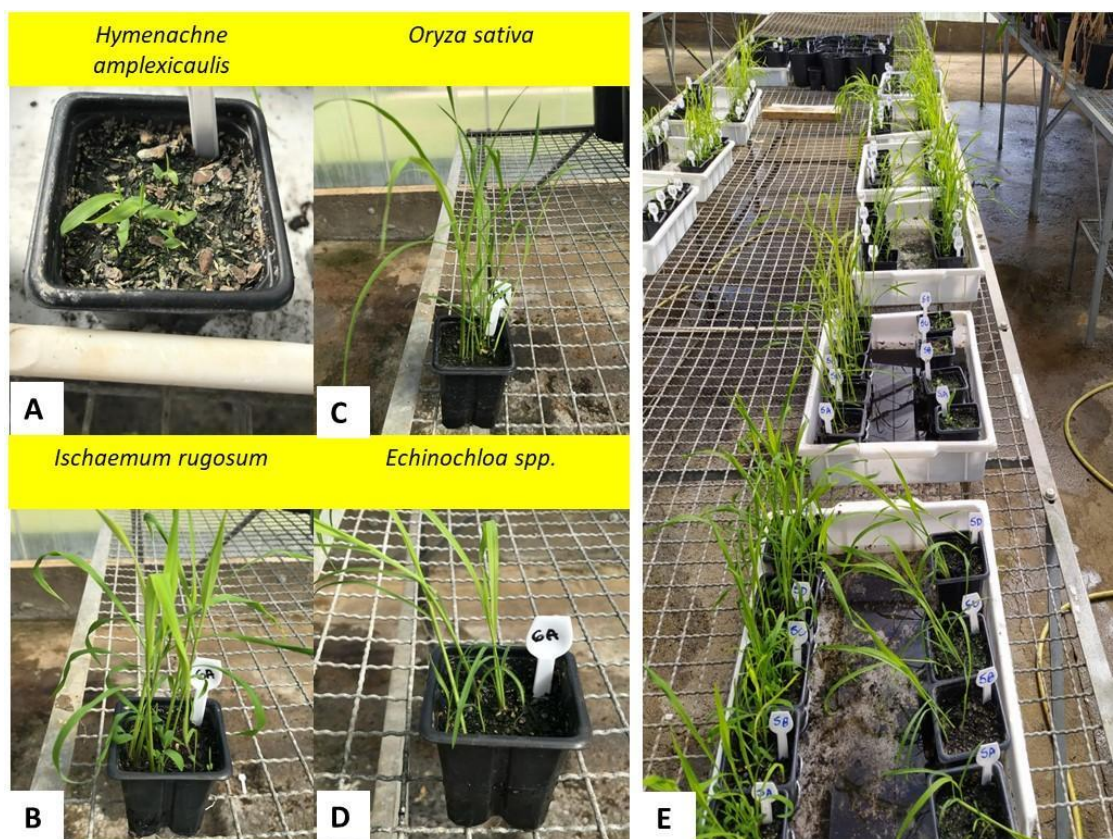


Figura 3. Estádio das plantas daninhas *Hymenachne amplexicaulis* (A), *Ischaemum rugosum* (B), *Oryza sativa* (C) e *Echinochloa* spp. (D) no momento da aplicação do herbicida quizalofop-p-etílico. Disposição das espécies em sobre a bancada na casa de vegetação (E). Curitiba, SC, 2023.

Foram realizadas avaliações de porcentagem visual de controle de arroz daninho, capim arroz, capim-macho e capim-capivara aos 5, 12 e 20 dias após a aplicação (DAA). As avaliações de controle foram baseadas na escala de porcentagem, onde 0 representa ausência de controle

(plantas iguais a testemunha sem herbicida) e 100 a morte das plantas, utilizando a classificação da Sbcpd (1995), apresentada na Tabela 2.

Tabela 2. Classificação dos conceitos de porcentagem de controle aplicados a avaliação (Sbcpd, 1995).

Porcentagem de Controle	Descrição
90-100	Controle excelente da espécie estudada
80-89	Controle satisfatório, considerável para infestação da área
70-79	Controle moderado, insatisfatório para infestação da área
50-69	Controle insuficiente
<50	Ausência de controle

Também determinado o peso de massa seca das plantas daninhas aos 20 DAA. A massa seca foi coletada e secada a 53,4°C, por 48 horas em uma estufa no laboratório da UFSC Curitibanos. Após a secagem, se realizou a pesagem da mesma em gramas, com uma balança analítica (Figura 4).



Figura 4. Pesagem de massa seca das plantas daninhas. Curitibanos, SC, 2023.

Os dados obtidos nas avaliações foram submetidos a análise de variância a 5% de probabilidade, quando esta análise foi significativa os dados foram submetidos a análise de regressão (fator quantitativo), também a 5% de probabilidade. Para as análises foram utilizados os programas estatísticos SISVAR e SIGMAPLOT. Para a definição dos modelos de regressão

foi considerado o efeito biológico do resultado, o coeficiente de determinação e a significância dos parâmetros do modelo de regressão.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito significativo da dose do herbicida para todas as espécies e em todas as variáveis analisadas, sendo elas a porcentagem de controle aos 5, 12, 20 DAA e a massa seca (Tabela 3). Assim, as doses testadas com herbicida quizalofop-p-etílico, esses deferiram entre si. Portanto como a análise de variância foi significativa, as médias foram submetidas a análise de regressão.

Tabela 3 - Resumo da análise de variância - ANOVA (valores de probabilidade do teste F) para as avaliações de porcentagem de controle e massa seca das plantas daninhas após a aplicação de doses do herbicida quizalofop-p-etílico. Curitiba, SC, 2023.

Fator de variação	<i>Ischaemum rugosum</i>			
	5DAA	12DAA	20DAA	MS
Tratamento	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*
CV (%)	14,60	7,80	1,23	29,90
Fator de variação	<i>Echinochloa spp.</i>			
	5DAA	12DAA	20DAA	MS
Tratamento	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*
CV (%)	11,41	-	-	23,20
Fator de variação	<i>Hymenachne-amplexicaulis</i>			
	5DAA	12DAA	20DAA	MS
Tratamento	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*
CV (%)	10,76	2,36	-	35,89
Fator de variação	<i>Oryza sativa</i>			
	5DAA	12DAA	20DAA	MS
Tratamento	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*
CV (%)	27,57	6,20	4,04	33,80

DAA: dias após a aplicação; MS: massa seca da parte aérea; CV (%): coeficiente de variação. Não significativo segundo o teste F a 5% de probabilidade. * significativo segundo o teste F a 5% de probabilidade.

Os resultados de porcentagem de controle e massa seca de *Ischaemum rugosum*, são apresentados na Figura 5. Pode-se perceber que aos 5 DAA do herbicida quizalofop-p-etílico, na maior dose com 150 g ha⁻¹ de i.a., o controle foi de apenas 30% para essa espécie, devido esse herbicida ser sistêmico e com isso demora a translocação dentro da planta. Porém quando se avaliou aos 12 DAA, na dose de 55 g ha⁻¹ de i.a. já havia controlado 90% dessa planta daninha, portanto apresentou um controle excelente conforme a classificação apresentada na Tabela 2. Além disso aos 20 DAA, já na menor dose do herbicida com 50 g ha⁻¹ de i.a., já tinha atingido um controle $\geq 95,0\%$.

Para a variável de acúmulo de massa seca, em média foi de 1,25 g na testemunha. A medida que se aumentou a dose do herbicida ocorreu uma redução no peso de massa seca, chegando à 0,3 g na dose de 50 g ha⁻¹ de i.a., porém em 150 g ha⁻¹ de i.a., a massa seca ficou em 0,12 g aos 20 DAA. Isso mostra que após a aplicação do herbicida as plantas tiveram o seu crescimento afetado. Esses resultados são ilustrados com a Figura 6.

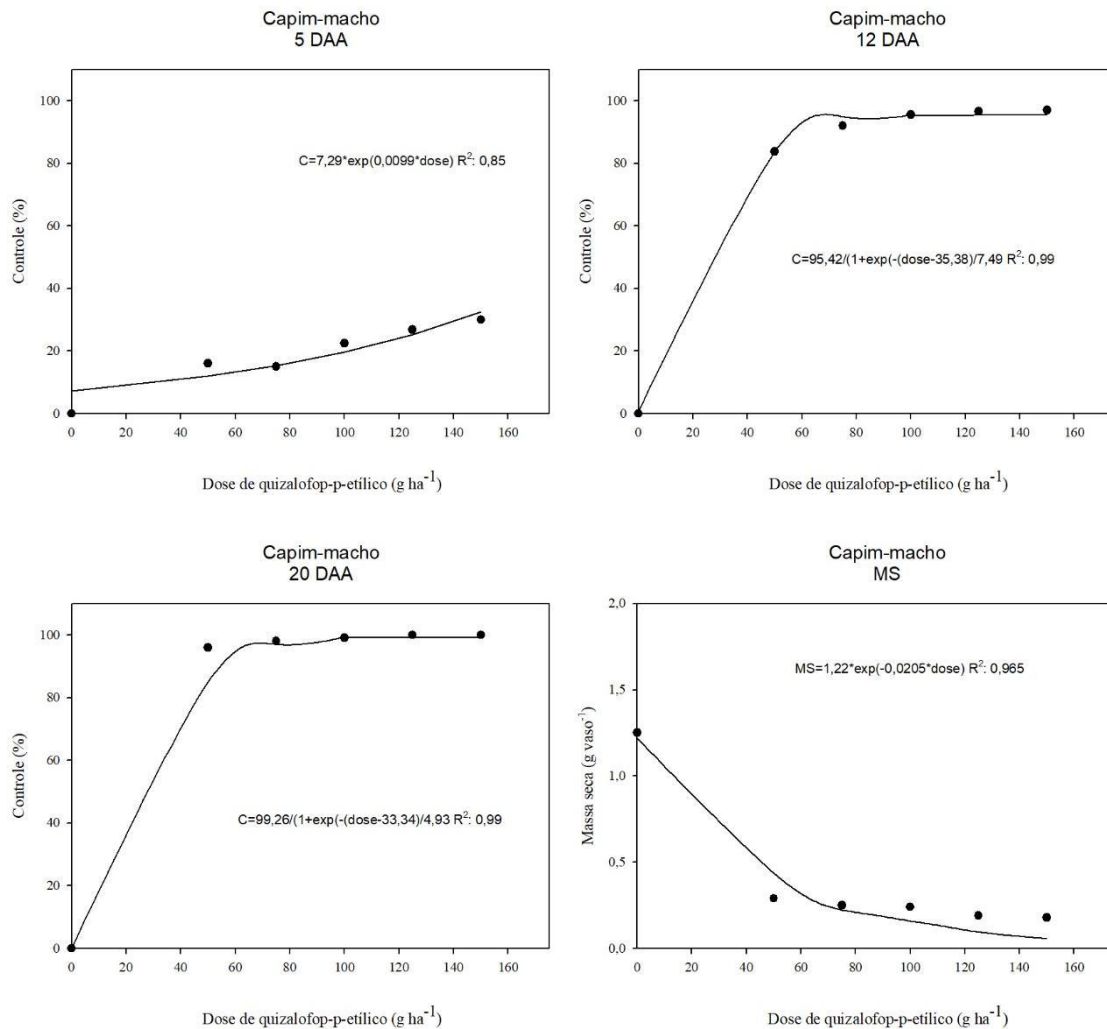


Figura 5. Controle (%) e massa seca (g) do capim-macho (*Ischaemum rugosum*) após a aplicação do herbicida quizalofop-p-etílico Curitiba, SC, 2023.

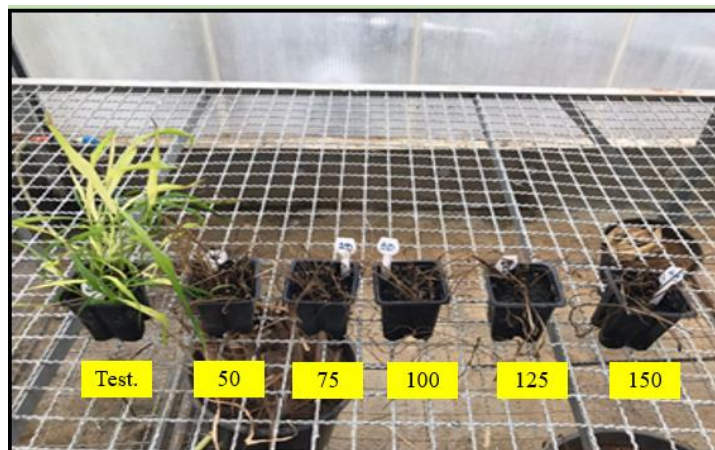


Figura 6. Controle de *Ischaemum rugosum* aos 20 DAA do herbicida quizalofop-p-etílico. Curitiba, SC, 2023. Doses em gramas de g ha^{-1} de i.a. quizalofop-p-etílico.

Na Figura 7 são apresentados os resultados de controle e massa seca *Echinochloa spp.* após a aplicação de quizalofop-p-etílico. Para esta espécie aos 5 DAA do herbicida quizalofop-p-etílico na pós-emergência, o controle com 150 g ha^{-1} de i.a., já tinha chegado à 50%. Pode-se perceber que a partir de 12 e 20 dias após a aplicação do herbicida, a menor dose de 50 g ha^{-1} de i.a., se obteve um controle excelente $\geq 95,0\%$, conforme classificação da Tabela 2.

O acúmulo de massa seca foi em média de 14 g na testemunha. Porém a dose de 50 g ha^{-1} de i.a., obteve acúmulo $\leq 1\text{g}$ por vaso de massa seca. Porém, com a dose de 100 g ha^{-1} de i.a. do herbicida, a massa seca ficou próximo ou a 0 g por vaso. Na Figura 8, é possível observar a eficiência do quizalofop-p-etílico no controle do capim-arroz.

Estudos realizados por Martins *et al.* (2022), que a aplicação de propaquizafop na dose de 125 g ha^{-1} de i.a. e quizalofop-p-etílico 119 g ha^{-1} de i.a., promoveram controle de *Echinochloa spp.* Superior a 80%, aos 18 DAA. E aos 33 DAE, todos os tratamentos obtiveram controle de 99% de capim-arroz. Em trabalho realizado por Noldin e Haro (2019), também observou a eficiência da aplicação de quizalofop e haloxifop na dose de $75 \text{ g i.a. ha}^{-1}$ proporcionando excelente controle de capim-arroz, com 97 a 100%. No presente estudo esses resultados foram semelhantes com a mesma dose.

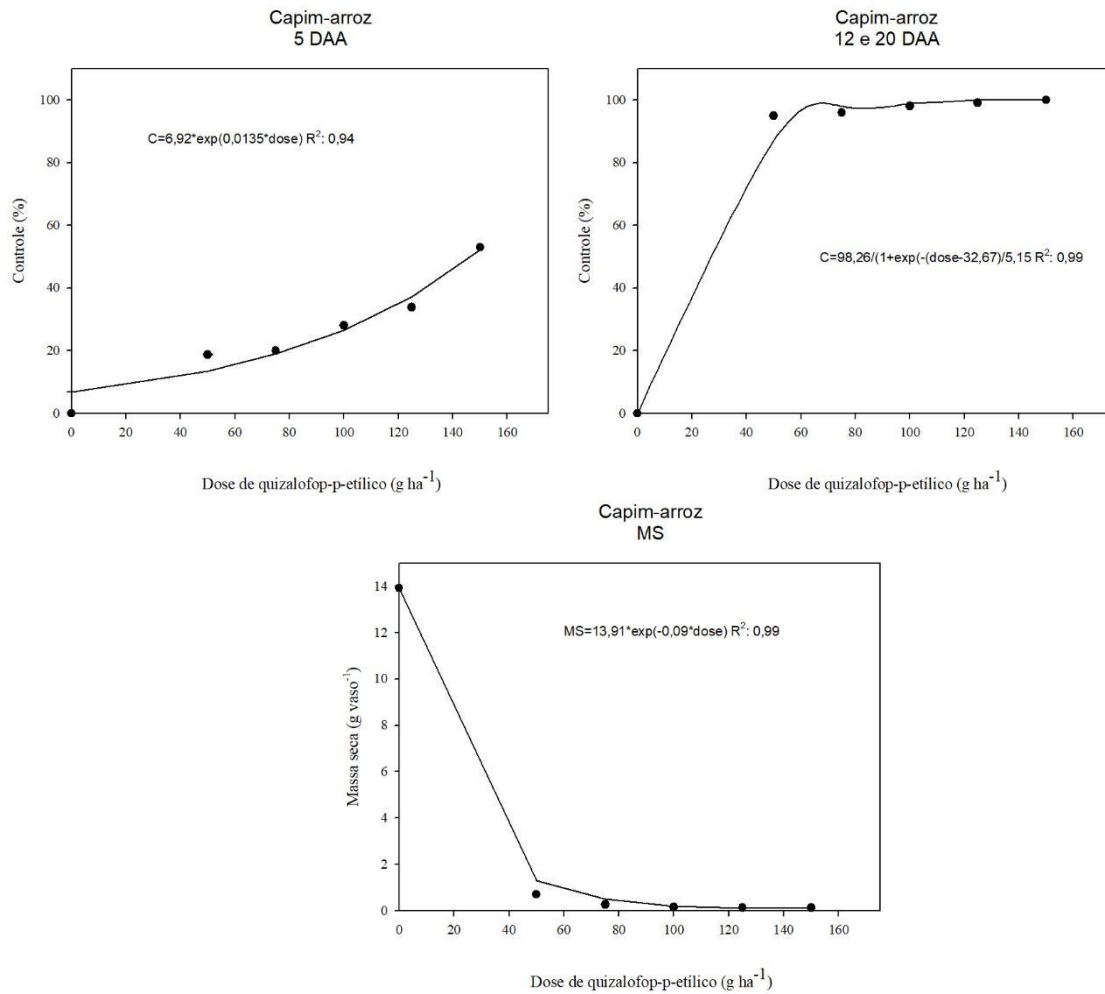


Figura 7. Controle (%) e massa seca (g) do capim-arroz (*Echinochloa spp.*) após a aplicação do herbicida quizalofop-p-etílico Curitibaanos, SC, 2023.

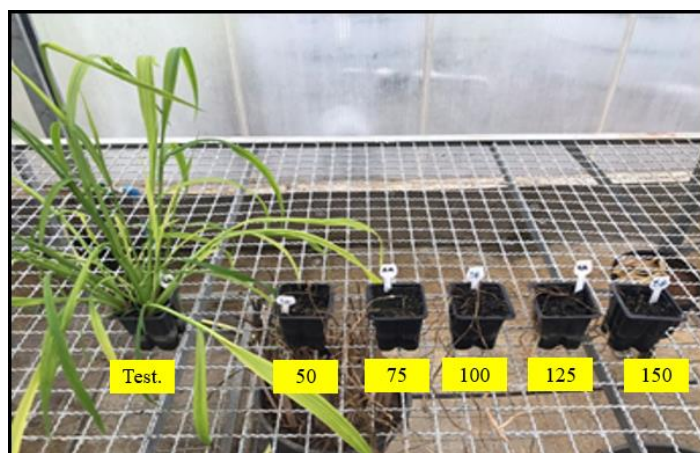


Figura 8. Controle de *Echinochloa spp.* aos 20 DAA do herbicida quizalofop-p-etílico. Curitibaanos, SC, 2023. Doses em gramas de g ha⁻¹ de i.a. quizalofop-p-etílico.

O resultado de porcentagem de controle e massa seca de *Hymenachne-amplexicaulis* são apresentados na Figura 9. Notou-se que aos 5 DAA do herbicida quizalofop-p-etílico, o controle para essa espécie atingiu 65% na dose de 55 g ha⁻¹ de i.a. e 75% para 70 g ha⁻¹ de i.a. do herbicida. Portanto aos 12 DAA do herbicida, com a dose de 50 g ha⁻¹ de i.a., conforme a Tabela 2 o controle já estava excelente atingido 90%. Porém aos 20 DAA do quizalofop-p-etílico, controlou mais de 95% dessa espécie com a dose de 50 g ha⁻¹ de i.a.

O acúmulo de massa seca foi de 0,75 g na testemunha. Conforme houve o aumento da dose do herbicida, a quantidade de massa seca diminui gradativamente, com 50 g ha⁻¹ de i.a. a massa seca obtida foi de 0,25 g e na maior dose do mesmo o valor ficou próximo de 0 g. A Figura 10 ilustra estas considerações.

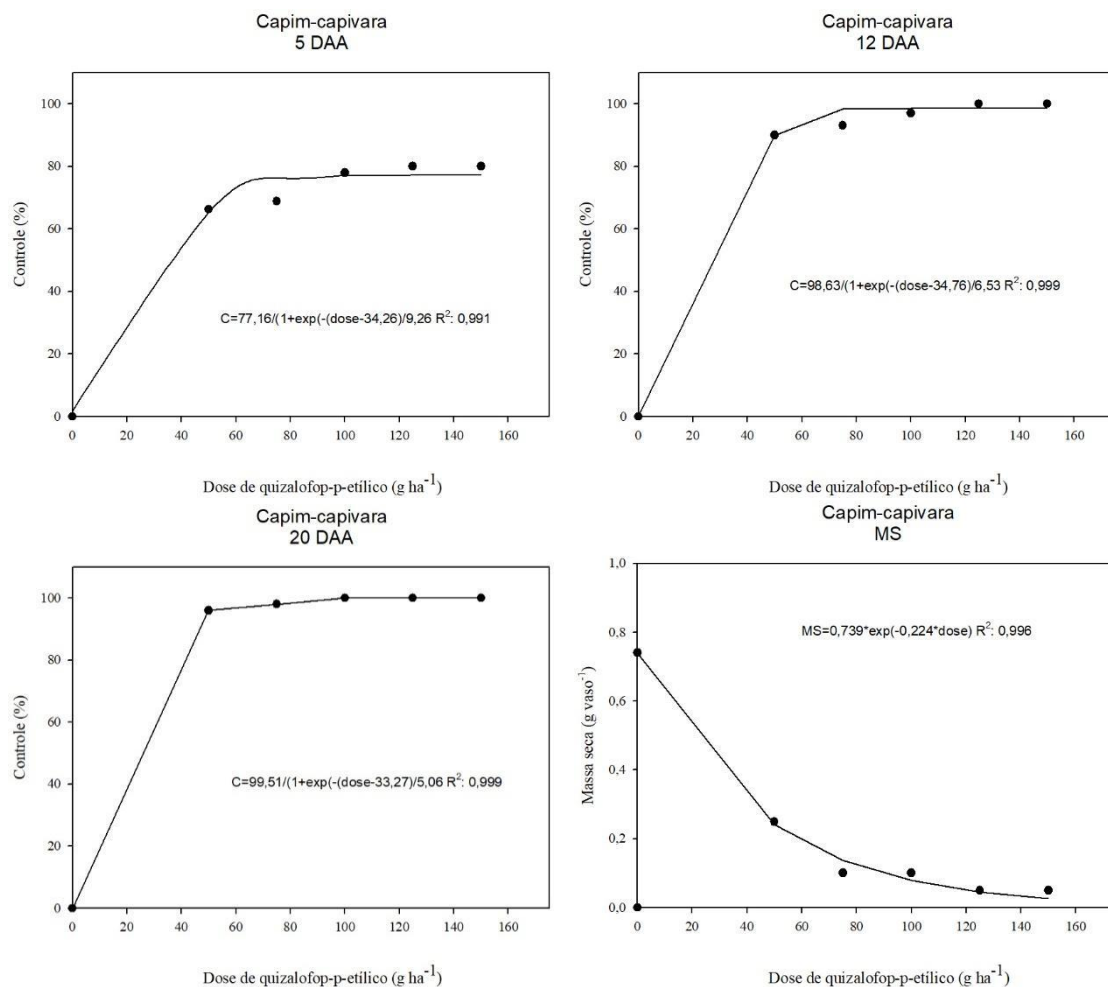


Figura 9. Controle (%) e massa seca (g) do capim-capivara (*Hymenachne-amplexicaulis*) após a aplicação do herbicida quizalofop-p-etílico Curitiba, SC, 2023.

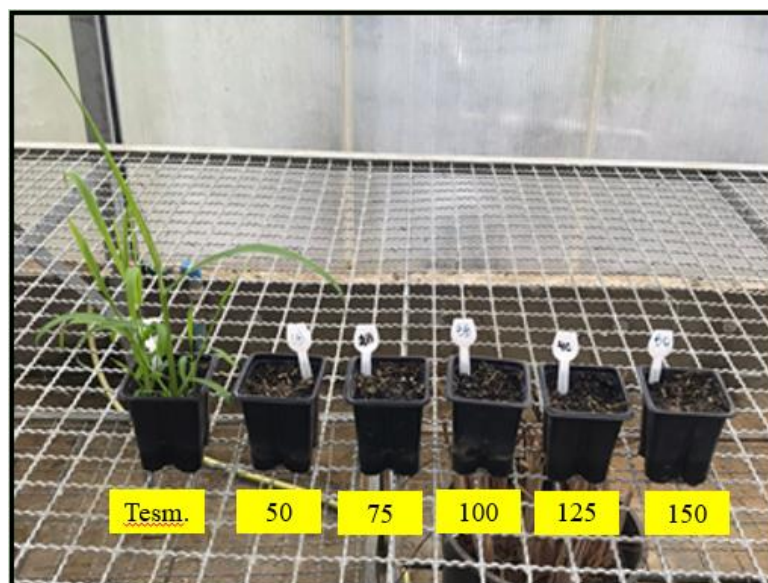


Figura 10. Controle de *Hymenachne-amplexicaulis* aos 20 DAA do herbicida quizalofop-p-etílico. Curitiba, SC, 2023. Doses em gramas de g ha^{-1} de i.a. quizalofop-p-etílico.

Mediante os resultados apresentados na Figura 11, verificou-se que a porcentagem de controle e massa seca de *Oryza sativa L.*, aos 5 DAA do herbicida quizalofop-p-etílico em pós-emergência, atingiu apenas 15% na maior dose de testada (150 g ha^{-1} de i.a.), pode se perceber que o arroz daninho, quando comparado com as outras espécies testadas, possui maior tolerância ao herbicida. Porém aos 12 DAA do quizalofop-p-etílico, com a dose de 75 g ha^{-1} de i.a., o controle havia atingido 82%, sendo o mesmo satisfatório conforme a Tabela 2. Além disso, aos 20 DAA do herbicida, com a dose de 75 g ha^{-1} de i.a., já havia atingido um controle excelente de 90%, de acordo com a tabela 2. Portanto pode se perceber, aos 20 DAA do quizalofop-p-etílico na menor dose, houve rebrote da planta do arroz daninho. Porém para doses a partir de 75 g ha^{-1} de i.a. não foi visualizado a ocorrência de rebrotes, conforme apresentado na Figura 12.

Para o acúmulo de massa seca foi de 0,77 g, em média por vaso na testemunha, enquanto que para os demais tratamentos o valor médio de massa seca foi inferior a 0,4g.

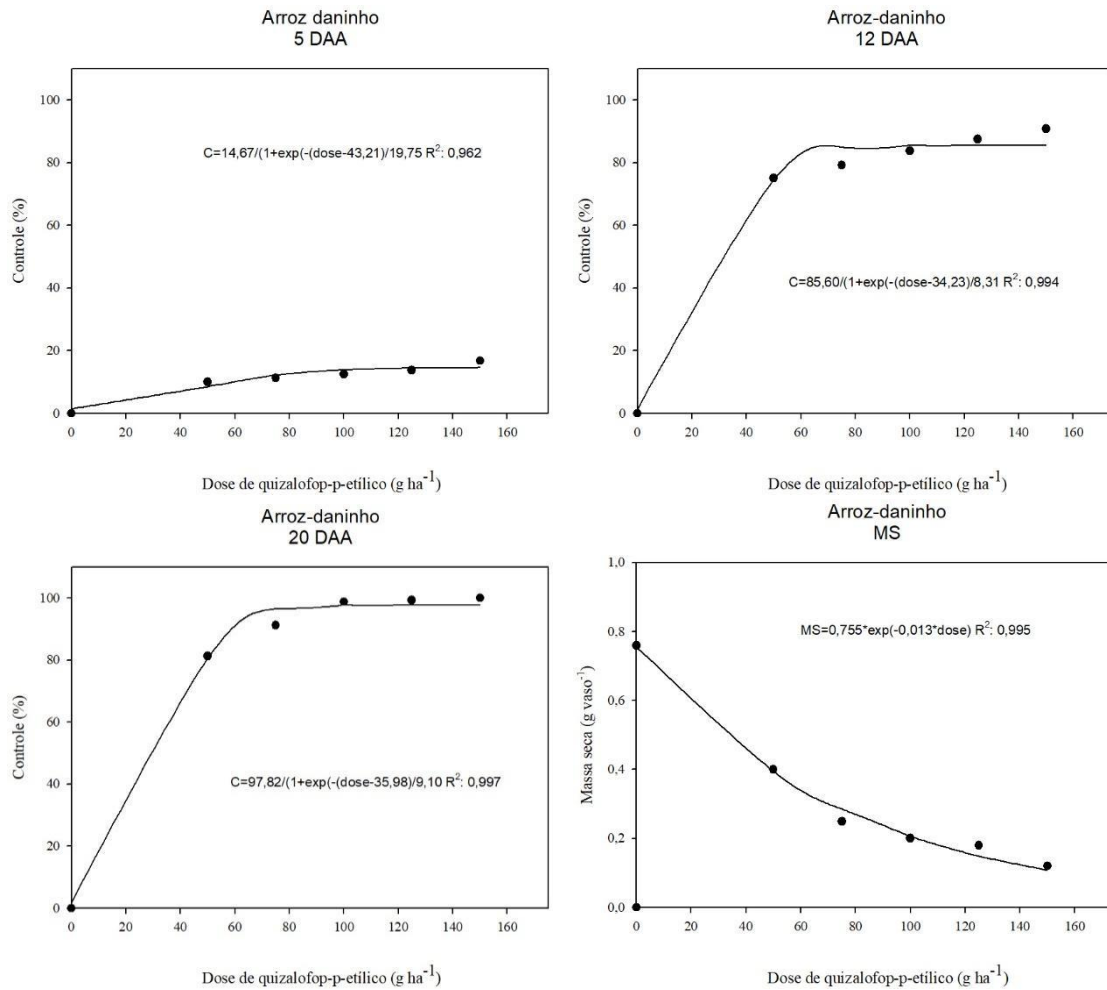


Figura 11. Controle (%) e massa seca (g) do arroz-daninho (*Oryza sativa L.*) após a aplicação do herbicida quizalofop-p-ético Curitiba, SC, 2023.

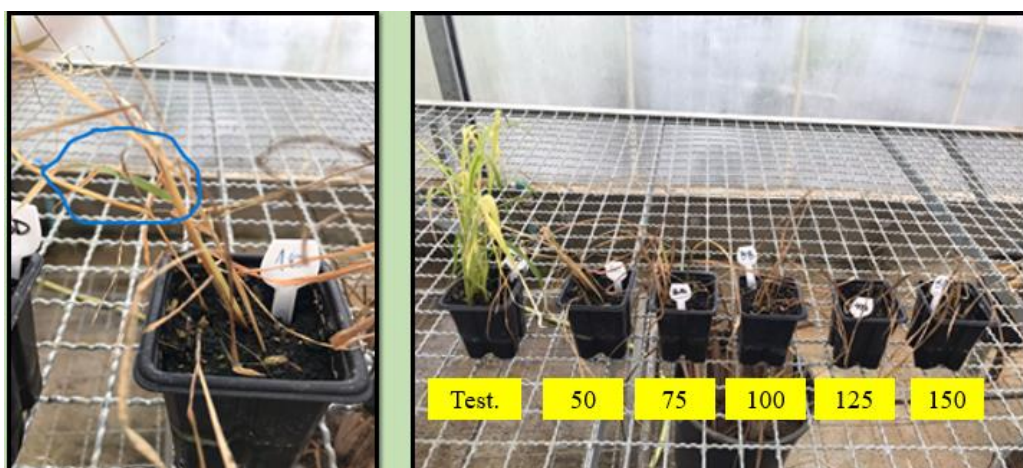


Figura 12. Controle de *Oryza Sativa L.* aos 20 DAA do herbicida quizalofop-p-ético Curitiba, SC, 2023. Doses em gramas de g ha⁻¹ de i.a. quizalofop-p-ético.

A tecnologia Provísia é uma importante ferramenta para controle do arroz daninho, pois é a mesma espécie do arroz cultivado. Portanto não deve usar duas safras seguidas essa cultivar de arroz e também não deve se fazer soqueira do arroz colhido. Porque pode selecionar plantas de arroz daninho resistentes ao quizalofop-p-etílico.

Diante do estudo realizado com as plantas daninhas de capim arroz, arroz daninho, capim-macho e capim-capivara, é importante realizar o controle das mesmas com o quizalofop-p-etílico, no estágio de V2 a V4 ou antes do início do seu perfilhamento. Isso se deve quando as plantas daninhas estiverem em estágio inicial de desenvolvimento, pois apresentam maior sensibilidade ao herbicida, favorecendo o controle, reduzindo a possibilidade de rebrote e diminuindo a competição como o arroz cultivado.

Além disso do estágio adequado, as plantas daninhas não podem estar em estresse hídrico e o solo das quadras de arroz deve estar úmidos, todavia sem lâmina de água, para haver melhor absorção do herbicida sem causar prejuízo ao controle (Magalhães Júnior, 2004). E sempre que houver a aplicação do herbicida é importante que depois de um período de 48 horas, deve se realizar a inundação da área com uma lâmina de água, favorecendo o controle das plantas daninhas e evitar o fluxo de emergência de outras. Essa medida de inundação da área é extremamente importante, pois auxilia muito no controle de plantas daninhas, integrando os métodos de controle químico e físico (BASF, 2021).

Outro fator importante, são as condições edafoclimáticas durante a aplicação dos herbicidas no arroz irrigado. Os ventos devem estar em uma velocidade de no máximo 10 km h⁻¹, umidade relativa do ar mínima 55% e a temperatura do ar menor de 30° (Andef, 2004).

Mais um aspecto a se considerar no momento da aplicação de herbicidas graminicidas no arroz é que a infestação da lavoura não será exclusiva de poáceas, normalmente também há a ocorrência de cyperáceas e outras plantas daninhas de folhas largas. Quando na área ocorrer essa situação, a aplicação do quizalofop-p-etílico deve ser realizada e somente após 24 a 48 horas se aplica o herbicida para controle das folhas largas e cyperaceas. Isso deve ser utilizado para evitar a ocorrência de antagonismo. A mistura em tanque entre graminicidas e herbicidas para controle das folhas largas também deve ser evitada, uma vez que há frequente ocorrência de antagonismo (Guerra *et al.*, 2020).

Com a realização destes experimentos verificou-se que o controle químico com o quizalofop-p-etílico foi eficiente no controle das plantas daninhas poaceas. De acordo com Magalhães Júnior (2004), os herbicidas devem ser combinados com outras estratégias, como práticas culturais, rotação de culturas, controle mecânico e físico através do manejo da água em terreno bem nivelado, para garantir a eficácia contínua e minimizar riscos, como o aumento no

caso de plantas daninhas resistentes a herbicidas. O conhecimento detalhado das características das plantas daninhas, seus hábitos de crescimento e seus padrões de dispersão é essencial para desenvolver estratégias de controle.

Um estudo de Camacho *et al.* (2019), investigou a resistência do arroz à ação do herbicida quizalofope-P-etílico, com cinco linhagens de diferentes populações, 13 variedades e linhas de reprodução suscetíveis. Esse tipo de pesquisa é importante para entender a dinâmica da resistência das plantas daninhas e desenvolver estratégias eficazes de controle. A resistência é um desafio crescente na agricultura e compreender como ela é transmitida geneticamente, para que sejam tomadas medidas preventivas para evitar a seleção de plantas resistentes se fazem necessárias. A pesquisa destaca a importância de considerar não apenas a eficácia atual do herbicida, mas também sua sustentabilidade a longo prazo.

Outra pesquisa apresentada por Villa *et al.* (2006), sobre o cruzamento entre o arroz-daninho e o arroz cultivado durante a fase reprodutiva, obteve uma taxa de cruzamento no experimento de 0,065%. Diante disso, entende-se a necessidade de realizar a rotação de cultivares de arroz convencional, com a tecnologia Clearfield e Provísia, a fim de se evitar o fluxo gênico do arroz com as tecnologias de resistência a herbicidas para o arroz-daninho, uma vez que se trata da mesma espécie botânica. Além disso, pode-se utilizar a rotação com outras culturas de grãos como soja e milho, mas levando em consideração que as áreas de várzea são planas e com baixa drenagem, a utilização desse sistema ainda esbarra em alguns empecilhos. Nesse caso em anos mais secos favoreceriam o cultivo dessas culturas, no qual utilizam o herbicida glifosato que possui outro mecanismo de ação dos herbicidas rotineiramente aplicados na cultura do arroz irrigado. Com estes métodos se favorece principalmente, o controle de plantas de arroz-daninho e outras gramíneas presentes na área.

5. CONCLUSÃO

O herbicida quizalofop-p-etílico, apresentou eficiência no controle de capim macho e capim capivara, quando aplicado em doses ≥ 50 g ha⁻¹ de i.a. em pós-emergência.

Para arroz daninho e capim arroz, a dose necessária de quizalofop-p-etílico para um excelente controle foi de ≥ 75 g ha⁻¹ de i.a..

REFERÊNCIAS

ANDEF - Associação Nacional de Defesa Vegetal. **Manual de tecnologia de aplicação**. Campinas. São Paulo: Linea Creativa, 2004.

ANDRES, A.; MACHADO, S.L.O. Plantas daninhas em arroz irrigado. *In*: GOMES, A.S.; MAGALHÃES JÚNIOR, A.M. **Arroz Irrigado no Sul do Brasil**. 21. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 457 – 534.

ANDRADE, A. et al. Development of rice lines resistant to aryloxyphenoxy-propionate herbicides through induced mutation with gamma rays. *In*: 36th Rice Technical Working Group Meeting, 2016, Galveston. **Proceedings 36th Rice Technical Working Group Meeting**. Galveston: Texas A&M, 2016.

ARANHA, C.; **Plantas invasoras de várzea no estado de São Paulo**. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/pd/a/GxR863kKq9KyNzY6739spNM/?lang=pt&format=pdf>>. Acesso em: 28 set. 2022.

BASF. **Basf lança Sistema de Arroz Provisia™ no Brasil**. Disponível em: <<https://www.basf.com/br/pt/media/news-releases/2022/02/basf-lanca-sistema-de-arroz-provisia--no-brasil-.html>>. Acesso em: 26 set. 2022.

BASF. **Sistema de produção Provisia™ | Evolução no controle. Revolução no Manejo**. Disponível em: <<https://agriculture.basf.com/br/pt/protecao-de-cultivos-e-sementes/produtos/provisia.html>>. Acesso: 05 nov. 2023.

BRIGHENTI, A. M.; OLIVEIRA, M. F. Biologia de Plantas Daninhas. *In*: OLIVEIRA J.; SILVÉRIO, R. **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Omnipax, 2011. p. 9-36. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/904874/1/Biologiaplantasdanhinas.pdf>>. Acesso em: 24 set. 2022.

BULA. **PROVISIA® 50 EC**. 2021. Disponível em: https://www.adapar.pr.gov.br/sites/adapar/arquivos_restritos/files/documento/2021-05/provisia50ec.pdf. Acesso em: 15 out. 2023.

CAMACHO, J. R. *et al.* Inheritance of Provisia™ rice resistance to quizalofop-p-ethyl under laboratory and greenhouse environments. **Euphytica**, v. 215, n. 4, p. 83, 2019.

CAPITÂNIO, J. *et al.* **Eficiência agrônômica de herbicidas aplicados em pós-emergência, no controle de capim-capivara (*Hymenachne amplexicaulis*) sobre taipas**, 2002. Disponível em: <https://www.sosbai.com.br/uploads/trabalhos/eficiencia-agronomica-de-herbicidas-aplicados-em-posemergencia-no-controle-de-capim-capivara-hymenachne-amplexicaulis-sobre-taipas_484.pdf>. Acesso em: 24 set. 2022.

CARVALHO, L. B. **Plantas daninhas**. Lages: Edição do Autor, 2013. 82 p.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **A cultura do arroz**. Aroldo Antonio de Oliveira Neto. – Brasília: Conab, 2015.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira**, 2023. Disponível em: <file:///C:/Users/user/OneDrive/%C3%81rea%20de%20Trabalho/Ebook_BoletimZdeZSafrasZ-Z10Zlevantamento.pdf>. Acesso em: 13 ago. 2023.

CRUSCIOL, C. A. C. *et al.* Aplicação tardia de glyphosate e estande e desenvolvimento inicial do arroz em sistema de cultivo mínimo. **Planta Daninha**, v. 20, p. 45-51, 2002.

DALAZEN, G. **Expressão gênica associada à degradação de imazethapyr e efeito da temperatura e da concentração de CO₂ em capim-arroz**. 2016.

EMBRAPA. **Estatística de produção**. 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/arroz/pre-producao/socioeconomia/estatistica-de-producao>. Acesso em: 03 nov. 2023.

EMBRAPA. **Sistema de cultivo**. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/arroz/producao/sistema-de-cultivo>. Acesso em: 24 set. 2022.

EPAGRI. **A cultura do arroz irrigado pré-germinado**. Florianópolis, 2002. 273p.

FINGER, M. I. F; WAQUIL, P. D. Percepção e medidas de gestão de riscos por produtores de arroz irrigado na fronteira oeste do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n.5, p.930-936, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/WgJjHqtYm7bMZ5XXtpXwxVy/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 24/09/2022.

GAMEIRO, A.H.; GAMEIRO, M.B.P. O arroz no varejo e os fatores que influenciam o dispêndio das unidades de mercado. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Piracicaba, SP, v. 46, n. 4, p. 1043-1066, out./dez. 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-20032008000400006>. Acesso em: 27 set. 2022.

GOMES, A.S.; PAULETTO, E.A.; VERNETTI JÚNIOR, F.J.; SOUZA, R.O. Plantio direto e cultivo mínimo em arroz irrigado. In GOMES, A.S.; MAGALHÃES JÚNIOR, A.M. **Arroz Irrigado no Sul do Brasil**. 21. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 349 – 383.

GUERRA, N. *et al.* Aryloxyphenoxypropionate in association with others herbicides in controlling weed rice and barnyardgrass. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.15, n.3, 2020.

IRGA – **Estratégias de manejo para aumento da produtividade e da sustentabilidade da lavoura de arroz irrigado do RS: avanços e novos desafios** / Valmir Gaedke Menezes...[*et al.*]. – Cachoeirinha: IRGA, 2012. 104p.

LACERDA, M. C. **Controle cultural**. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/feijao/producao/plantas-daninhas/control-cultural>. Acesso em 27 ago. 2023.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas, tóxicas e medicinais**. 2ª ed. Nova Odessa, Editorial Plantarum, 1991. 440p.

LORENZI, H. **Manual de Identificação de Plantas Daninhas**. Nova Odessa: Ispis, 2014. 193 p.

MAGALHÃES JÚNIOR, A. M. de. **Sistema de Cultivo de Arroz Irrigado no Brasil** / Ariano Martins de Magalhães Júnior, Algenor da Silva Gomes, Alberto Baêta dos Santos. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004, 270 p. (Embrapa Clima Temperado. Sistema de Produção, 3).

MARCHEZAN, E. *et al.* Controle do arroz-vermelho. *In*: GOMES, A.S.; MAGALHÃES JÚNIOR, A.M. **Arroz Irrigado no Sul do Brasil**. 21. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 547 – 572.

MARTINS, A. A. **Matologia: estudos sobre plantas daninhas**. Jaboticabal: Fábrica da Palavra, 2021. 547p.

MARTINS, M. B. *et al.* **Manejo de híbridos de arroz da tecnologia Max-ace®**. 2022. Disponível em: https://www.sosbai.com.br/uploads/trabalhos/manejo-de-hibridos-de-arroz-da-tecnologia-max-acer_389.pdf. Acesso em: 04 set. 2023.

MINGUELA, J. V. **Manual de aplicação de produtos fitossanitários**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2013. 77-78 p.

NOLDIN, J. A.; HARO, M. M. **Alternativas de manejo de plantas daninhas em arroz resistente a herbicidas inibidores da ACCase**. 2019. Disponível em: https://www.sosbai.com.br/uploads/trabalhos/alternativas-de-manejo-de-plantas-daninhas-em-arroz-resistente-a-herbicidas-inibidores-da-accase_629.pdf. Acesso em: 04 set. 2023.

PETRINI, J.A. *et al.* Sistema de cultivo de arroz pré-germinado e transplante de mudas. *In* GOMES, A.S.; MAGALHÃES JÚNIOR, A.M. **Arroz Irrigado no Sul do Brasil**. 21. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 387 - 416.

PETRINI, J.A.; GOMES, A.S.; PARFITT, J.M.B. Implantação do sistema, sistematização e preparo do solo. *In*: FAGUNDES, P.R.R.; PETRINI, J.A. **Cultivo do arroz pré-germinado no Rio Grande do Sul**. 1. ed. Pelotas, RS: Embrapa Clima Temperado, 2008. p. 19 – 32.

ROMAN, E. S. **Como funcionam os herbicidas**. Passo Fundo: Berthier, 2005.

ROSO, A. C.; MEROTTO, JÚNIOR A.; DELATORRE, C. A. **Bioensaios para diagnóstico da resistência aos herbicidas imidazolinonas em arroz**, 2010. Disponível em: <file:///C:/Users/user/Downloads/Bioensaios_para_diagnostico_da_resistencia_aos_her.pdf>. Acesso em: 25 set. 2022.

SANTOS, A. B.; RABELO, R. R. **Informações técnicas para a cultura do arroz irrigado no Estado do Tocantins**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2008.

SBCPD – Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas. **Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos**. Londrina: SBCPD, 1995. 42 p.

SCHONS, R. F. **Assistência técnica e promoção comercial da linha de produtos Ihara na cultura do arroz irrigado**. Florianópolis, 2009. Disponível em: <http://tcc.bu.ufsc.br/CCATCCs/agronomia/ragr71.pdf>. Acesso em: 28 set. 2022.

SILVA, K. S. *et al.* Sensibilidade do capim-capivara a herbicidas. **Planta Daninha**, v. 30, p. 817-825, 2012.

SILVA, M. R. M.; DURIGAN, J. C. **Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura do arroz de terras altas**. ii – Cultivar caiapó, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/brag/a/PbCpfckjjpqvZgQx9dKqFzP/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 01 out. 2022.

SILVA, M. R. M.; MARENCO, R. A. Crescimento de *Ischaemum rugosum* sob três níveis de sombreamento. **Planta Daninha**, v. 18, p. 187-198, 2000.

SILVA, O. F. **Cultivo do arroz: Importância econômica e social**. Brasília, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/arroz/pre-producao/socioeconomia/importancia-economica-e-social>. Acesso em: 15 out. 2023.

SOSBAI – Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o sul do Brasil**. Cachoeirinha: SOSBAI, 2018. 205 p.

STEFFEN, E. T. *et al.* **Cultivo de arroz de terras baixas irrigado por pivô central**. 2021.

STEINMETZ, S.; BRAGA, H. J.. **Zoneamento de arroz irrigado por épocas de semeadura nos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Passo Fundo, v. 9, n. 3, p. 429-438, dez. 2001. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1045067/1/RBAgro92001Zoneamento1480.pdf>. Acesso em: 26 set. 2023.

STRECK, E. A. **Contribuição genética do melhoramento de arroz irrigado de terras baixas para o Rio Grande do Sul**. 2017.

VERNETTI JÚNIOR, F.J.; GOMES, A.S. Sistema convencional de arroz irrigado. *In* GOMES, A.S.; MAGALHÃES JÚNIOR, A.M. **Arroz Irrigado no Sul do Brasil**. 21. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 339 – 347.

VILLA, S.C.C. *et al.* Arroz tolerante a imidazolinonas: controle do arroz-vermelho, fluxo gênico e efeito residual do herbicida em culturas sucessoras não-tolerantes. **Planta Daninha**, [S.L.], v. 24, n. 4, p. 761-768, dez. 2006.