

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

SHEILISE PEDROSO VICENTE

**ESTRATÉGIAS DE CULTIVO EM ÁREA DE ARROZ IRRIGADO PARA
CONTROLE DE ARROZ VERMELHO: ESTUDO DE CASO**

**Alegrete
2023**

SHEILISE PEDROSO VICENTE

**ESTRATÉGIAS DE CULTIVO EM ÁREAS DE ARROZ IRRIGADO PARA
CONTROLE DE ARROZ VERMELHO: ESTUDO DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Agrícola.

Orientador: Prof. Dr. Vinícius dos Santos Cunha

**Alegrete
2023**

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos
pelo (a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do
Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais).

V632e Vicente, Sheilise Pedroso

Estratégias de cultivo em áreas de arroz irrigado
para controle de arroz vermelho: estudo de caso /
Sheilise Pedroso Vicente.

38 p.

Trabalho de Conclusão de Curso(Graduação)--
Universidade Federal do Pampa, ENGENHARIA AGRÍCOLA,
2023.

"Orientação: Vinícius dos Santos Cunha".

1. Arroz vermelho. 2. Pré-germinado. 3. Cultivo
Mínimo. 4. Sistemas de produção.

SHEILISE PEDROSO VICENTE

**ESTRATÉGIAS DE CULTIVO EM ÁREAS DE ARROZ IRRIGADO PARA
CONTROLE DE ARROZ VERMELHO: ESTUDO DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharela em Engenharia Agrícola.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: 3, Fevereiro, 2023.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Vinícius dos Santos Cunha
Orientador
(Unipampa)

Prof^a. Dr^a. Eracilda Fontanela
(Unipampa)

Prof^a. Dr^a. Lanes Beatriz Acosta Jaques
(Unipampa)



Assinado eletronicamente por **VINICIUS DOS SANTOS CUNHA, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 03/02/2023, às 17:03, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **ERACILDA FONTANELA, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 04/02/2023, às 16:45, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **LANES BEATRIZ ACOSTA JAQUES, PROFESSOR MAGISTERIO SUPERIOR - SUBSTITUTO**, em 06/02/2023, às 07:46, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.unipampa.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1047197** e o código CRC **ECBCE7A4**.

AGRADECIMENTO

Agradeço primeiramente a Deus pela vida e por me dar forças pra não desistir durante todos esses anos na graduação.

A Universidade Federal do Pampa – Unipampa Campus Alegrete por todo o conhecimento que me foi passado durante o período que estive aqui.

Ao meu orientador Vinícius Cunha, pela paciência e pelo comprometimento que teve comigo, pelo suporte e auxílio durante os dias na lavoura coletando resultados.

Ao Ivo Mello por todos os ensinamentos que me foi passado e por “pegar junto” comigo em todo o trabalho durante o experimento, gratidão.

Ao seu Orli e Carla Bley, por me disponibilizarem a propriedade para que eu realizasse meu trabalho.

A Camila Fontoura da Cooperativa Caal, por me disponibilizar o laboratório para as análises das amostras de arroz.

Ao Instituto Rio Grandense do Arroz de Uruguaiana pela execução e análise das minhas sementes de arroz.

A minha mãe Sheila, pelo apoio e amor incondicional, pela força que ela tem e me transmitiu para que eu vencesse essa batalha e pelos dias que ela ficou debulhando arroz manualmente comigo, obrigada mãe.

Ao meu pai Henrique por todo o incentivo e por todas as condições que meu deu para estudar e chegar aonde estou agora, subindo mais um degrau.

Ao meu noivo Tálisson pelo apoio e força diária mesmo estando longe, por ser meu suporte nos momentos difíceis, por sempre acreditar em mim, e principalmente pelas dificuldades que passamos durante esse período, que nos permitiram evoluir pessoalmente e profissionalmente. Te amo.

As minhas amigas Eliza Micaela Segabinazzi e Alessandra Ferreira, pelo apoio e incentivo e por estarem sempre dispostas a colocarem o pé no barro comigo, gratidão.

Aos professores que passaram todos os ensinamentos nesse período e em especial a Prof. Eracilda Fontanela, que nunca mediu esforços para me ajudar tanto na vida acadêmica quanto pessoal, uma mãezona, muito obrigada.

Aos colegas do curso que de uma forma ou de outra contribuíram nesta etapa tão importante da minha vida.

Minha eterna gratidão! Muito Obrigada!

*“Quando tudo parecer dar errado em sua vida,
lembre-se que o avião decola contra o vento, e
não a favor dele”.*

Henry Ford

RESUMO

O arroz vermelho (*Oriza sativa L.*) é a planta daninha de maior importância para a cultura do arroz, podendo reduzir a produtividade. Com o advento do sistema Clearfield®, passou a ser possível o seu controle através do uso de herbicidas, pertencentes ao grupo químico das imidazolinonas. Porém, diversos casos de arroz vermelho resistentes a esses herbicidas já foram identificados, intensificando o problema principalmente quando o arroz é semeado em solo seco. O objetivo deste trabalho foi descrever o potencial de diferentes sistemas de cultivo em áreas de arroz a fim de reduzir a presença de arroz vermelho resistente a estes herbicidas, através de um estudo de caso conduzido em uma lavoura. O trabalho foi conduzido no município de Manoel Viana, localizado na Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul, durante o ano agrícola 2021/2022, utilizando-se de 2 tratamentos: cultivo mínimo (CM) e pré-germinado (PG). A referida lavoura comercial vinha sendo implantada sob o sistema de cultivo mínimo por vários anos, antes da implantação dos tratamentos. Foi avaliada a presença de arroz vermelho susceptível e resistente, em amostras de solo, coletadas após a colheita da safra 2021/2022. As coletas então foram estratificadas, nas seguintes profundidades: 0,0-0,15m e 0,15-0,30m. Nos mesmos pontos de coleta de solo, em cada talhão, foi realizada a colheita de arroz para estimar a produtividade de grãos (kg ha^{-1}), massa de grãos e rendimento de grãos inteiros. Observou-se maior número de sementes de arroz vermelho presente na área cultivada em sistema pré-germinado, porém apenas 7,95% dessas sementes geraram plantas, na safra anterior. Entretanto, em cultivo mínimo, 33,86% das sementes geraram plantas. Esse resultado, aliado a maior média de produtividade e percentual de grãos inteiros, leva a conclusão de que o uso do sistema pré-germinado, além de reduzir problemas com arroz vermelho, pode também melhorar no ganho econômico do produto.

Palavras-Chave: Pré-germinado; cultivo mínimo; sistemas de produção.

ABSTRACT

Red rice (*Oriza sativa* L.) is the most important weed in rice culture, which can reduce productivity. With the advent of the Clearfield® system, it became possible to control it using herbicides belonging to the imidazolinone chemical group. However, several cases of red rice resistant to these herbicides have already been identified, intensifying the problem especially when rice is sown in dry soil. The objective of this paper was to describe the potential of different cropping systems in rice areas to reduce the presence of red rice resistant to these herbicides, through a case study conducted in a field. The work was conducted in the city of Manoel Viana, located in the western border of Rio Grande do Sul, during the 2021/2022 crop year, using two treatments: minimum tillage (CM) and pre-germinated (PG). This commercial crop had been under minimal cultivation for several years prior to the implementation of the treatments. The presence of susceptible and resistant red rice was assessed in soil samples collected after the harvest of the 2021/2022 crop. The collections then were stratified, at the following depths: 0.0-0.15m and 0.15-0.30m. At the same soil collection points in each plot, rice was harvested to estimate grain yield (kg/ha), grain mass, and whole grain yield. We observed a higher number of red rice seeds present in the area cultivated in pre-germinated system, but only 7.95% of these seeds generated plants, in the previous crop. However, in minimum cultivation, 33.86% of seeds generated plants. This result, together with the higher average yield and percentage of whole grains, leads to the conclusion that the use of the pre-germinated system, besides reducing problems with red rice, can also improve the economic gain of the product.

Key-words: Pre-germinated; minimum tillage; production systems.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Grãos de arroz vermelho sem a casca	16
Figura 2 - Planta de arroz vermelho	17
Figura 3 - Estratégias de cultivo de arroz irrigado utilizadas entre as safras 2012/2013-2020/2021 (a) e estratégias utilizadas na safra 2021/2022 (b).....	21
Figura 4- Estratégias de cultivo de arroz irrigado: pré-germinado (PG) e cultivo mínimo (CM) utilizadas nesses trabalho	22
Figura 5 - Contagem do número de plantas de arroz vermelho	24
Figura 6 - Pesagem de toda a amostra debulhada manualmente.....	24
Figura 7 - Contagem do número de sementes de arroz para a estimativa da produtividade.....	25
Figura 8 - Grãos inteiros após realizado o percentual de inteiros e quebrados do grão	25
Figura 9 - Georreferenciamento dos pontos de coleta nos dois quadros de estudo: cultivo mínimo perto de vermelho (CMPV); cultivo mínimo longe de vermelho (CMLV); pré-germinado perto de vermelho (PPV); pré-germinado longe de vermelho (PLV) .	26
Figura 10 - Solo sendo submetido a uma lavagem com água para a separação dos grãos de arroz	27
Figura 11 - Sementes de arroz vermelho separadas manualmente do solo coletado	28
Figura 12 - Sementes de arroz vermelho após o teste de germinação em laboratório	28
Figura 13 – Percentual de sementes de arroz vermelho germinadas e não germinadas	30
Figura 14 – Produtividade nos diferentes tratamentos, perto e longe de grãos de arroz vermelho.....	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Avaliação do número de plantas, número de sementes no solo e percentual de plantas emergidas de arroz vermelho	31
Tabela 2 – Percentual de inteiro e quebrado do grão e o peso de 1000 grãos	32
Tabela 3 - Sementes de vermelho na amostragem do solo em duas profundidades	33

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 Objetivo geral	14
1.1.1 Objetivos específicos	14
2 REVISÃO DE LITERATURA: CONCEITOS GERAIS	15
2.1 Plantas daninhas no arroz.....	15
2.2 Arroz vermelho	15
2.3 Métodos de controle para o arroz vermelho	17
2.3.1 Sistemas de cultivo	18
2.3.2 Controle químico	19
3 METODOLOGIA	21
3.1 Localização, descrição e histórico da área.....	21
3.2 Design e distribuição dos tratamentos na lavoura.....	22
3.3 Avaliações	23
3.3.1 Georreferenciamento dos pontos de coleta.....	23
3.3.2 Número de plantas de arroz vermelho por unidade de área	24
3.3.3 Produtividade e qualidade de grãos de arroz	24
3.3.4 Número de sementes no solo	26
3.3.5 Teste de resistência ao herbicida do grupo químico das imidazolinonas	28
3.4 Análise de dados	29
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	30
5 CONCLUSÃO	34
REFERÊNCIAS	35

1 INTRODUÇÃO

O arroz (*Oriza Sativa L.*) é o segundo cereal mais cultivado e consumido no mundo, sendo base alimentar para cerca de 3 bilhões de pessoas. Mundialmente, em termos de área cultivada, produtividade e produção, o Brasil ocupa a 10^a, 17^a e 10^a posição, respectivamente (FAO, 2020).

Segundo a CONAB (2022), o Brasil estima na safra 2022/2023 uma área de arroz de 1,5 milhão de hectares, onde 1,05 milhão de hectares estão localizados no Rio Grande do Sul (RS). Com 73,4% do total, o RS é o líder nacional tanto em área cultivada, como em produtividade e produção, sendo seguido pelo estado de Santa Catarina (SC). A fronteira oeste é responsável por 29,7% (284.654 mil hectares) da área de arroz irrigado no estado, com uma produtividade média na última safra de 8.315 Kg ha^{-1} (166,3 $scha^{-1}$) (IRGA, 2022).

Embora o estado seja o líder no *ranking* de produção de arroz existem alguns gargalos que limitam a produtividade da cultura do arroz irrigado, sendo um dos principais é a existência de plantas daninhas, que segundo FLECK et al. (2004), podem ocasionar perdas superiores a 80% na produtividade dos grãos. No manejo da lavoura de arroz, um dos principais problemas está relacionado ao controle destas plantas daninhas, mais especificamente o arroz vermelho, responsável por reduzir a produtividade e a qualidade do arroz cultivado.

Para manejar o arroz vermelho, os produtores de arroz precisam utilizar práticas específicas para o controle desta planta daninha, que variam desde a modificação do sistema de cultivo, escolha da cultivar, época de semeadura, dentre outros (MARCHEZAN, 1994).

As técnicas supracitadas, estão entre as práticas preconizadas e mais utilizadas para o manejo dessa planta daninha. Essas práticas estão relacionadas tanto com o controle do arroz vermelho, quanto com a produtividade e qualidade de grãos/sementes.

As principais características, que tornam o arroz vermelho tão agressivo, se deve a sua habilidade competitiva frente ao arroz cultivado, reduzindo a interceptação de radiação e absorção de nutrientes. Além disso, reduz a qualidade ou valor comercial do produto colhido, uma vez que, além de potencialmente reduzir o rendimento de grãos inteiros, aumenta os custos com o beneficiamento do arroz, demandando estrutura específica para a separação ou mesmo o brunimento dos

grãos (GOSS; BROWN, 1939). A debulha natural, no momento da colheita é outro aspecto que dificulta o manejo do arroz vermelho, pois parte considerável dos grãos é separada da planta-mãe e depositada no solo durante ou mesmo antes da colheita, formando um banco de sementes que estarão disponíveis no solo para uma nova emergência na safra seguinte.

1.1 Objetivo geral

Avaliar o impacto de diferentes sistemas de cultivo em área de arroz irrigado sobre o banco de sementes de arroz vermelho, na Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul.

1.1.1 Objetivos específicos

- Avaliar o número de plantas de arroz vermelho por unidade de área na safra 2021/2022 em diferentes sistemas de cultivo;
- Avaliar a produtividade de grãos de arroz na safra 2021/2022 em diferentes sistemas de cultivo;
- Avaliar a resistência do arroz vermelho ao herbicida nos diferentes sistemas de cultivo;
- Avaliar o banco de sementes de arroz vermelho após a implantação de diferentes sistemas de cultivo em duas profundidades.

2 REVISÃO DE LITERATURA: CONCEITOS GERAIS

2.1 Plantas daninhas no arroz

Plantas daninhas são espécies vegetais que competem pelos mesmos recursos naturais, especialmente nos primeiros estádios de desenvolvimento da cultura cultivada, e se desenvolvem em áreas onde não são desejadas (AGOSTINETTO et al., 2015).

As plantas daninhas são alvos de controle em áreas de arroz irrigado. Esse sistema de cultivo por possuir boa fertilidade e umidade no solo, acarreta no surgimento das plantas daninhas, que fazem com que o grão perca qualidade (ERASMO, 2004).

Um dos maiores fatores que limitam o rendimento e a produtividade de uma lavoura são as plantas daninhas, que além de concorrerem pelos mesmos nutrientes e aspectos físicos, químicos e biológicos de que a cultura precisa, acarretam pragas e doenças (PITELLI, 2015).

Segundo Lacerda et al. (2005), a utilização por muitos anos consecutivos de um mesmo sistema de manejo de solo, pode alterar a flora vegetativa da superfície do solo e modificar o tamanho e a composição do banco de sementes.

As lavouras de arroz irrigado do estado do Rio Grande do Sul apresentam uma grande diversidade de espécies de plantas daninhas com altas infestações, destacando-se o arroz vermelho (*Oriza sativa* L.), capim-arroz (*Echinochloa* spp.), junquinho (*Cyperus* spp.), cuminho [*Fimbristylis miliaceae* (L) Vahl.], papuã (*Urochloa plantaginea*), mihã (*Digitaria* spp.), aguapé-de-flecha (*Sagittaria motevidensis*) e angiquinho (*Aeschynomene* spp.) (SOSBAI, 2018).

Para o controle das plantas daninhas existem vários métodos preventivos a serem escolhidos ou até mesmo a associação de vários deles em conjunto, desde a escolha de uma semente de qualidade, a sistematização da área, o preparo do solo, a utilização de herbicidas, fazendo a rotação dos mesmos e aplicação nas épocas certas (MASCARENHAS; COBUCCI, 2008).

2.2 Arroz vermelho

O arroz vermelho é uma planta daninha que limita o rendimento e a produtividade das lavouras de arroz irrigado do Rio Grande do Sul, pelo seu grau de

infestação e de dificuldade no controle. Além disso, sua presença ocasiona redução no valor comercial do produto final e também eleva o custo de produção (SANTOS et al., 2007).

O arroz vermelho compete pelos mesmos nutrientes que o arroz comercial, tendo uma maior eficiência com a utilização do nitrogênio, por isso acaba usando em torno de 60%, quando aplicado (BURGOS et al., 2006).

A origem do nome arroz vermelho vem da coloração avermelhada do seu pericarpo (Figura 1), em razão do acúmulo de tanino ou de antocianina (BOÊNO et al., 2009). Ele faz parte da mesma espécie que o arroz comercial, possuindo aspectos fisiológicos, bioquímicos e morfológicos semelhantes (SCHWANKE et al., 2008).

Figura 1 - Grãos de arroz vermelho sem a casca



Fonte: autoria própria.

A sua coloração pode variar desde o vermelho claro até o vermelho escuro, e suas espécies são divididas em três tipos: arroz silvestre, arroz espontâneo ou daninho e arroz cultivado (PEREIRA, DE MORAIS, 2014).

As cultivares de arroz vermelho exibem algumas particularidades, como plantas de porte mais alto (Figura 2), ciclo mais curto, alta capacidade de afilhamento, folhas de cor verde-claro e decumbentes, presença ou não de arista, deiscência precoce das espiguetas, pilosidade e aderência da pálea e lema no pericarpo e dormência das sementes (AGOSTINETTO et al., 2001).

Figura 2 - Planta de arroz vermelho



Fonte: autoria própria.

Segundo Marchezan (1993), umas das principais características que impede o controle é a dormência das sementes, que permanecem viáveis no solo por aproximadamente 12 anos. A planta se modifica conforme o clima, a densidade de semeadura e a resistência de herbicidas.

Nas sementes existem dois tipos de dormência: a primária e a secundária. A dormência primária é aquela após a colheita, podendo ser superada pelo período de armazenamento ou a partir de algum método físico ou químico. E a dormência secundária ocorre quando não são dadas condições favoráveis as sementes para que germinem (SCHWANKE et al., 2008).

2.3 Métodos de controle para o arroz vermelho

Depois de instalado na lavoura, o arroz vermelho cresce e convive com a cultura, interferindo no desenvolvimento das plantas. Para que se obtenha o controle desta planta daninha é necessário adotar práticas, que de alguma forma possa diminuir a infestação antes de comprometer indiretamente a cultura (LORENZI, 2006).

O arroz irrigado é cultivado de formas distintas e em diferentes regiões do mundo, e a utilização de sistemas de cultivo é uma das alternativas usadas pelos produtores para o controle de arroz vermelho (AVILA et al., 2000).

A alternância de sistemas de cultivo é uma prática adotada para minimizar os danos dessa planta daninha. Por serem indivíduos de mesma espécie, ferramentas como o controle químico tem sua eficácia limitada e quando disponível, acaba sendo perecível, em face do surgimento de biótipos resistentes (ANDRES et al., 1998).

Um dos métodos passíveis de manejar o arroz vermelho é o preparo do solo antecipado com o uso da semeadura em solo seco, também conhecido como o cultivo mínimo. Esse sistema, além de participar do manejo do arroz, reduz os custos da lavoura, por possuir um número menor de operações para o preparo do solo (AGOSTINETTO et al., 2001). O cultivo mínimo encontra-se entre o cultivo convencional e o plantio direto, há uma menor mobilização de solo do que o sistema convencional durante a semeadura (SOSBAI, 2018).

Como o arroz vermelho tem altura maior, comparado com o arroz cultivado, é possível fazer o uso de outra prática de manejo: o uso da barra química. Este sistema consiste em passar uma barra sobre o arroz com um tubo com cordas embebidas em glifosato (SOUZA et al., 1985), que pode ser feita manual ou com o auxílio do trator.

Outro método de controle para o arroz vermelho é a utilização de sementes pré-germinadas resume-se segundo a SOSBAI (2018) na imersão das sementes na água, ficando de 24 a 36 horas em sacos porosos ou tanques, que a seguir passam pelo processo de incubação, ocorrendo a emissão do coleóptilo e da radícula, identificando o processo de pré-germinação. A partir daí é feita a semeadura a lanço, em quadros sistematizados já inundados com uma lâmina de água de 5cm.

O uso do sistema Clearfield® pode reduzir o banco de sementes do arroz vermelho, esse sistema consiste no uso de genótipos resistentes a herbicidas do grupo químico das imidazolinonas (MARCHEZAN et al., 2011a).

2.3.1 Sistemas de cultivo

O arroz irrigado é semeado em diferentes sistemas de cultivos, que diferem quanto a época de preparo do solo, os tipos de sistemas de semeadura e quanto ao manejo inicial da água. Os sistemas dividem-se em cultivo convencional, cultivo mínimo, plantio direto, pré-germinado e o transplante de mudas (SOSBAI, 2018).

No sistema em cultivo convencional a área é preparada utilizando equipamentos de acordo com o solo da área, a profundidade de preparo e a condição

de cobertura, podendo-se realizar preparo inicial do solo e depois um preparo secundário (SOSBAI, 2018).

O cultivo mínimo tem seu preparo do solo antecipado, sendo no outono ou na primavera, facilitando a decomposição da palha e a utilização de implementos para a readequação da área (SANTOS et al., 2006).

O sistema de plantio direto é apropriado às regiões de clima subtropical e tropical, com base em tecnologias para a viabilização da agricultura, com movimentação mínima do solo, não havendo degradação, podendo minimizar perdas de corretivos, fertilizantes e cobertura do solo (ANDRADE et al., 2018).

O sistema de plantio pré-germinado é definido como um conjunto de técnicas de cultivo de arroz irrigado, em áreas totalmente sistematizadas, e que as sementes previamente germinadas são lançadas em quadros nivelados e inundados (EMBRAPA, 2005).

Mesmo podendo ser cultivado em vários sistemas, se acontece a repetição de um mesmo sistema ao longo dos anos, pode haver aumento no surgimento de plantas daninhas, principalmente o arroz vermelho. Desta forma, rotação de sistemas de cultivo também pode ser considerada uma prática do manejo integrado de plantas daninhas.

No Rio Grande do Sul, safra 2021/2022, 57,9% da área de arroz estava sob cultivo mínimo, enquanto 13,3% estavam sob cultivo pré-germinado. O sistema pré-germinado, predominantemente nas regiões Planície Costeira (interna e externa) e Central (IRGA, 2021).

2.3.2 Controle químico

O uso de herbicidas para o controle de plantas daninhas tem sido um dos métodos mais utilizados nas lavouras de arroz irrigado. O uso do controle químico aliado a outros sistemas de controle ajuda a reduzir a competição de plantas daninhas ainda no início do ciclo da cultura (RUBIN et al., 2014).

Características físico-químicas do solo, manejo do solo, o custo, as espécies infestantes, se há ou não plantas resistentes e a eficiência sobre a planta daninha no qual será utilizado, são pontos que devem ser considerados na escolha do herbicida correto (SCHREIBER et al., 2018).

O uso, modo de ação, mecanismo de ação, grupo químico ou o tipo de vegetação a ser controlada, determinam como os herbicidas devem ser utilizados e como resultado da sua aplicação aparecem os sintomas, desde quando ele é aplicado na planta até a sua morte (MENDES, 2011).

A época de aplicação dos herbicidas deve ser levada em conta para a aplicação. Podem ser utilizados na i) pré-semeadura: essa aplicação ocorre antes da semeadura e em cima da cobertura vegetal; ii) pré emergência: a aplicação é feita logo após a semeadura do arroz, sendo antes que ocorra a emergência das plântulas; iii) pré-emergência em ponto de agulha: a aplicação é feita antes do aparecimento do coleóptilo das plantas do arroz na superfície do solo; iv) pós-emergência: a aplicação acontece após a emergência do arroz e na fase de desenvolvimento inicial das plantas daninhas (SOSBAI, 2018).

Herbicidas com o mesmo princípio ativo ou aqueles que exercem alta pressão seletiva, quando usados constantemente, acabam ocasionando o aumento do número de plantas tolerantes pela manifestação de biótipos resistentes, dificultando ainda mais o seu controle (INOUE; OLIVEIRA JR, 2011).

3 METODOLOGIA

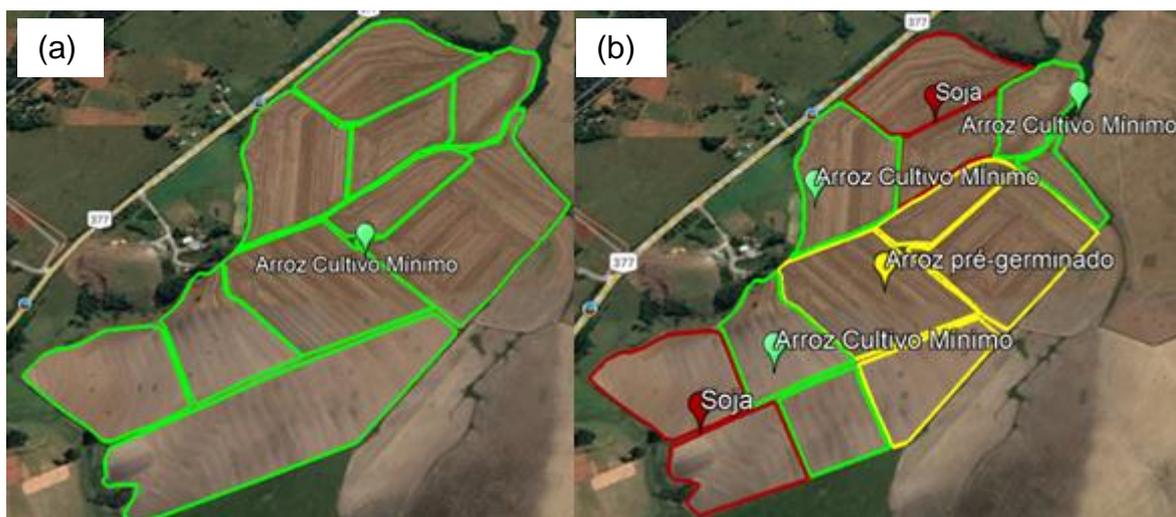
3.1 Localização, descrição e histórico da área

O trabalho foi conduzido em uma lavoura, localizada no município de Manoel Viana, estado do Rio Grande do Sul. A propriedade está localizada nas coordenadas geográficas 29°36' 47.22" Sul e 55°29' 20.72" Oeste, e possui área de aproximadamente 90ha.

A propriedade foi adquirida no ano de 1999. Na época, as áreas possuíam topografia levemente ondulada, com desnível natural apto para o cultivo de arroz em sistema de taipas. Era uma área não sistematizada e passou pelo sistema de pousio pelo período de duas safras. No ano de 2002 foi iniciado o projeto para criação de quadros com nivelamento em “cota zero”, tendo este projeto sido finalizado, em toda a área da propriedade, em 2008. Entre o início dos anos 2000 até a safra 2012/2013, houve uma alternância na utilização dos sistemas de cultivo pré-germinado e cultivo mínimo com semeadura em solo seco. A partir da safra 2012/2013, predominou o cultivo de arroz com o uso do cultivo mínimo em toda a extensão da propriedade, uma vez que o controle do arroz vermelho se mantinha em níveis satisfatórios.

Em função da dificuldade de controlar a planta daninha, com a aplicação de herbicidas do grupo químico das imidazolinonas, na safra 2021/2022 houve o início da implantação dos seguintes sistemas na propriedade: o cultivo de arroz no sistema pré-germinado e o cultivo de soja. A figura 3 ilustra a área total da lavoura, identificando o sistema de cultivo utilizado até a safra 2020/2021 (Figura 3a) e a distribuição dos demais sistemas na safra 2021/2022 (Figura 3b).

Figura 3 - Estratégias de cultivo de arroz irrigado utilizadas entre as safras 2012/2013-2020/2021 (a) e estratégias utilizadas na safra 2021/2022 (b)



Fonte: Google Earth (2023).

O laudo de análise de solo da propriedade apresentou as seguintes características na profundidade de 0,0-0,2m: pH em água de 3,99; saturação de base 35,9%; P-Melich de 10,4 mg.dm⁻³; Matéria orgânica de 2,06%; CTC a pH 7 de 22,2 cmolc.dm⁻³; K mg.dm⁻³ de 144,4; Ca mg.dm⁻³ de 5,2; Mg de 2,4 mg.dm⁻³; S de 14,9 mg.dm⁻³; Fe de 1,996 mg.dm⁻³; Cu de 7,4 mg.dm⁻³; Zn de 3,2 mg.dm⁻³; Mn de 70,5 mg.dm⁻³.

3.2 Design e distribuição dos tratamentos na lavoura

Para a realização do estudo, foram selecionados dois quadros próximos e que foram conduzidos em dois diferentes sistemas: cultivo mínimo, com semeadura em solo seco (CM); pré-germinado (PG). A figura 4 ilustra a distribuição dos quadros na área. Foi utilizada a cultivar IRGA 431 CL para o arroz.

Figura 4- Estratégias de cultivo de arroz irrigado: pré-germinado (PG) e cultivo mínimo (CM) utilizadas nesses trabalho



Fonte: Google Earth (2023).

O quadro com arroz pré-germinado foi semeado no dia 28 de outubro de 2021, enquanto o quadro com cultivo mínimo foi semeado no dia 1 de novembro de 2021.

A adubação utilizada nessa safra foi de: 184 Kg de N/hectare, 110 Kg de P_2O_5 /hectare e 150 Kg de K_2O /hectare, e para o preparo da área após a safra 2020/2021 foi utilizada a enxada rotativa e foram realizadas as operações de gradagem e nivelamento.

3.3 Avaliações

A seguir, serão descritas as análises nas unidades (quadros) em estudo, bem como a forma e o período que foram realizadas.

3.3.1 Georreferenciamento dos pontos de coleta

Foi realizado o georreferenciamento dos pontos de coleta nos dois quadros em estudo com o uso de um aplicativo de celular, que se utiliza das informações do GNSS (Global Navigation Satellite System) de um smartphone, sem correção diferencial (acurácia de 5 metros), chamado C7 GPS Dados (CR Campeiro 7).

3.3.2 Número de plantas de arroz vermelho por unidade de área

A obtenção do número de plantas de arroz vermelho por unidade de área na safra nos diferentes sistemas de cultivo foi realizada pela contagem direta (Figura 5) do número de plantas de arroz vermelho nascidos, nos mesmos pontos que foram georreferenciados, sendo cada repetição feita em uma área de 1m².

Figura 5 - Contagem do número de plantas de arroz vermelho



Fonte: autoria própria.

3.3.3 Produtividade e qualidade de grãos de arroz

A estimativa da produtividade de grãos, renda bruta e renda líquida nos diferentes sistemas de cultivo foi realizada através da colheita de amostras de arroz em área de 1m² nos mesmos pontos georreferenciados. Estas foram colhidas e debulhadas manualmente. Os grãos debulhados foram levados para o laboratório de pós-colheita (LAPÓS) da Unipampa, para a pesagem de toda a amostra (Figura 6) e para a contagem e pesagem de 1000 grãos (Figura 7). Após foram separados 200g e levados até a Cooperativa Caal para que fosse determinado o percentual de inteiros e de quebrados do grão (Figura 8) por meio do equipamento provador de arroz. Os resultados estão expressos em % de grãos.

Figura 6 - Pesagem de toda a amostra debulhada manualmente



Fonte: autoria própria.

Figura 7 - Contagem do número de sementes de arroz para a estimativa da produtividade



Fonte: autoria própria.

Figura 8 - Grãos inteiros após realizado o percentual de inteiros e quebrados do grão



Fonte: autoria própria.

3.3.4 Número de sementes no solo

Para a verificação e caracterização da viabilidade do número de sementes de arroz vermelho susceptível e resistente foram coletadas 24 amostras de solo, com o auxílio de uma pá-de-corte, em uma área de 400cm² (20cmx20cm), 12 no quadro de arroz em cultivo mínimo e 12 no quadro de arroz pré-germinado. Destas coletas, seis foram feitas com profundidade de 0-15cm e as outras seis na profundidade de 15-30cm para cada sistema de cultivo.

No quadro de arroz em cultivo mínimo e no quadro de arroz pré-germinado, três coletas foram próximas de áreas com arroz vermelho (PPV) e três coletas distantes de áreas de vermelho (PLV). A Figura 9 apresenta o georreferenciamento dos pontos.

Figura 9 - Georreferenciamento dos pontos de coleta nos dois quadros de estudo: cultivo mínimo perto de vermelho (CMPV); cultivo mínimo longe de vermelho (CMLV); pré-germinado perto de vermelho (PPV); pré-germinado longe de vermelho (PLV)



Fonte: Google Earth (2023).

Após a coleta das amostras de solo, as mesmas foram submetida a lavagem com água (Figura 10) sobre uma peneira, com diâmetro de 2mm e malha número 10, na qual a malha não deixou passar as sementes de arroz. E então estas sementes foram separadas manualmente (Figura 11) da amostra coletada. As sementes então foram submetidas ao teste de germinação (Figura 12), com o intuito de avaliar a capacidade de germinarem se estiverem em condições adequadas na lavoura.

Figura 10 - Solo sendo submetido a uma lavagem com água para a separação dos grãos de arroz



Fonte: autoria própria.

Figura 11 - Sementes de arroz vermelho separadas manualmente do solo coletado



Fonte: autoria própria.

Figura 12 - Sementes de arroz vermelho após o teste de germinação em laboratório



Fonte: autoria própria.

3.3.5 Teste de resistência ao herbicida do grupo químico das imidazolinonas

A avaliação da resistência aos herbicidas do grupo químico das imidazolinonas foi realizada em sequência ao teste de germinação. As sementes que deram origem a uma plântula vigorosa, foram então transplantadas para três vasos comuns e foram irrigadas até o estágio v3, para então receber a aplicação do

herbicida. Para o teste, foi aplicado uma dose de 140g do herbicida Imazapyr (Kifix®), pertencente ao grupo químico das imidazolinonas, com um pulverizador manual.

3.4 Análise de dados

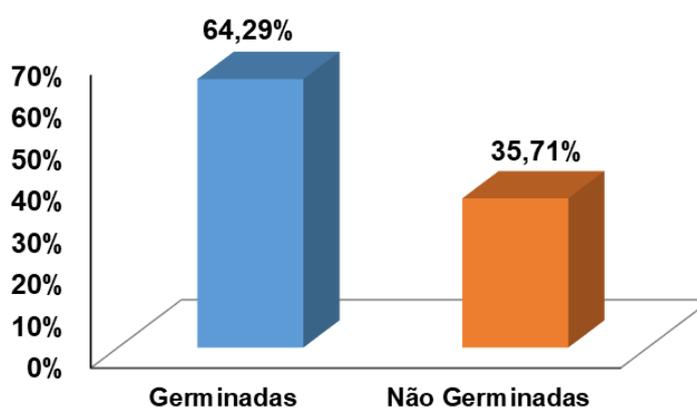
Os dados provenientes das avaliações foram analisados e comparados por meio de média simples, sem a utilização de nenhum teste de comparação de médias, dada a natureza da coleta dos dados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Conforme a figura 13, o percentual de germinação das sementes coletadas, na área do estudo, foi de 64,29% nos dois tratamentos. Não é possível comentar a respeito do período em que essas sementes ficaram no solo. Porém, já foi relatado que o tempo que sementes de arroz vermelho permanecem viáveis no solo, aptas a gerarem nova planta, pode exceder 10 anos (REDIN et al., 2020; MARCHEZAN et al., 2003). Outro ponto importante, é que a dormência é uma característica presente no arroz vermelho, o que pode tanto retardar a sua emergência, como também significar dizer que boa parte das sementes não germinadas, no futuro, podem gerar novos indivíduos.

Segundo Pires e Lima (2018), a emergência está ligada a fatores como umidade, luz, temperatura e ao período de dormência das sementes. Quando sementes recebem o nível adequado desses fatores, as sementes entram em processo de germinação.

Figura 13 – Percentual de sementes de arroz vermelho germinadas e não germinadas



Fonte: autoria própria.

Na tabela 1 pode-se observar que a média do número de sementes, no solo, é menor no sistema de cultivo mínimo. Essa dinâmica é explicada, fundamentalmente, pelo repetido uso do cultivo mínimo, em anos anteriores, com aumento da resistência do arroz vermelho aos herbicidas inibidores da acetolactato sintase (ALS), (WILSON, 1988; AVILA et al., 2000). O sistema pré-germinado voltou a ser utilizado, nesse

talhão, em anos recentes, podendo ter contribuído para reduzir o banco de sementes, como concluído por outros autores (PETRINI et al., 1996; BIZZI, 1994; ANDRES et al., 1997; SILVA et al., 1998).

Tabela 1 – Avaliação do número de plantas, número de sementes no solo e percentual de plantas emergidas de arroz vermelho

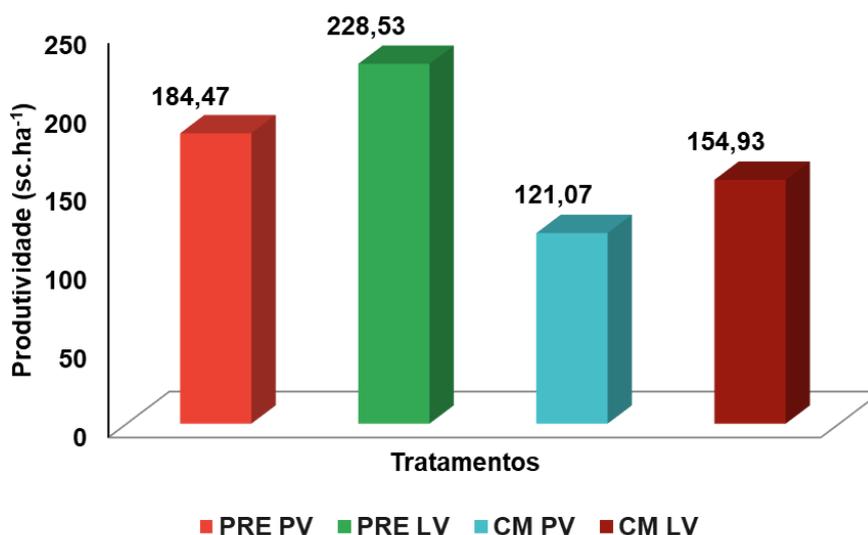
	Nº de plantas/m² na pré-colheita	Nº sementes/m² no solo	Percentual de plantas emergidas
PPV	54,00	625,00	7,95%
PLV	0,00	0,00	0,00%
CM PV	21,33	41,67	33,86%
CM LV	0,00	41,67	0,00%

Fonte: autoria própria.

Do total de sementes presentes no solo, na área sob cultivo pré-germinado, 7,95% dessas geraram plantas (Tabela 1), mesmo o percentual de germinação sendo maior que 60% (Figura 1). No caso do cultivo mínimo, o percentual de sementes que geraram plantas foi de 33,86%. Isso pode ser atribuído ao sistema de cultivo mínimo dar melhores condições para a germinação, acarretando menor número de sementes no solo. A emergência de novas plântulas também foi encontrada por (PIRES; LIMA, 2018), que por estarem diretamente ligadas a umidade, temperatura, luz, e ao próprio período de dormência dessas sementes, que mesmo após serem estimuladas pelos fatores externos, estão ligadas a duração do ciclo da planta daninha.

Na figura 14, é demonstrada a produtividade dos grãos de arroz nos diferentes sistemas de cultivo, separados de acordo com a proximidade ou distância de plantas de arroz vermelho. Observa-se, que a proximidade influenciou na produtividade de grãos. A média de produtividade longe de plantas de arroz vermelho, foi maior tanto no cultivo pré-germinado quanto no cultivo mínimo. Esses resultados corroboram com (FLECK et al., 2004; PITELLI, 2015), que mencionam que a existência de plantas daninhas, nesse caso, o arroz vermelho, diminui a produtividade dos grãos. Ainda, as médias de produtividade, no sistema de cultivo pré-germinado, foram maiores que no cultivo mínimo.

Figura 14 – Produtividade nos diferentes tratamentos, perto e longe de grãos de arroz vermelho



Fonte: autoria própria.

Através da tabela 2 pode-se observar que, para os dois sistemas de cultivo, houve uma tendência de aumento no percentual de grãos inteiros em plantas que cresceram sem a competição com arroz vermelho. Um dos fatores para que isso aconteça, é o fato do arroz vermelho competir pelos mesmos nutrientes que a cultura cultivada, como menciona BURGOS et al. (2006) e NOLDIN et al. (2004), podendo então a presença de arroz vermelho diminuir o rendimento dos grãos inteiros.

Tabela 2 – Percentual de inteiro e quebrado do grão e o peso de 1000 grãos

Tratamentos	Inteiro (%)	Quebrado (%)	Peso de 1000 grãos(g)
PRE PV	62,84	6,12	27,50
PRE LV	65,11	4,78	27,83
CM PV	59,07	9,18	22,33
CM LV	60,20	8,54	22,33

Fonte: autoria própria.

Com relação a resistência das plântulas de arroz vermelho, após receberem aplicação da dose de 140g do herbicida Imazapyr (Kifix®), quando estavam no estágio v3, observou-se que todas as plantas foram resistentes a aplicação, independente do sistema de cultivo utilizado. Esse é o reflexo do uso continuado, da mesma tecnologia de controle químico, sem rotação de mecanismos de ação, e que faz com que essas

se percam e o retorno ao cultivo pré-germinado seja a única saída viável (RUBIN et al., 2014). Os resultados obtidos nessa análise corroboram com MARCHEZAN et al. (2011b), que avaliou o surgimento de plantas de arroz vermelho resistentes o grupo químico das imidazolinonas.

Os resultados da contagem de sementes de arroz vermelho que estavam presentes no solo em duas profundidades estão apresentados na tabela 3. Observa-se que, na profundidade de 0-15cm, o maior número de sementes encontrava-se no quadro do sistema pré-germinado. Isso demonstra que essa planta daninha se concentra mais na profundidade superficial do solo, semelhantes aos resultados obtidos por REDIN et al. (2020), por conta do manejo com revolvimento do solo por um longo período de tempo.

Quando avaliada a profundidade de 15-30cm, observa-se que não foram encontradas sementes de arroz vermelho no solo, independente do sistema de manejo utilizado. Isto ocorre por não haver mobilização da área na profundidade de 15-30cm, não propiciando condição de germinação de sementes, que acabam sofrendo deterioração completa.

Tabela 3 - Sementes de vermelho na amostragem do solo em duas profundidades

Tratamentos 400 cm²	
0-15	
PPV	25,00
PLV	0,00
CM PV	1,67
CM LV	1,67
15-30	
PPV	0,00
PLV	0,00
CM PV	0,00
CM LV	0,00

5 CONCLUSÃO

Com os resultados obtidos neste estudo de caso pode-se constatar que o sistema de cultivo pré-germinado é mais eficaz na redução de sementes de arroz vermelho no solo do que o sistema de cultivo mínimo.

As sementes, quando analisadas na profundidade de 0-15cm, apresentaram percentual de germinação de 64,29%, enquanto na profundidade de 15-30cm não foram encontradas sementes.

Com relação a produtividade dos grãos de arroz, observou-se acréscimo na área manejada em sistema de cultivo pré-germinado.

A variedade de arroz IRGA 431 CL se mostrou resistente a aplicação do herbicida Imazapyr (Kifix®).

A presença de plantas de arroz vermelho, em ambos os sistemas de cultivo, reduz a produtividade e qualidade de grãos de arroz.

REFERÊNCIAS

AGOSTINETTO, D. *et al.* Arroz vermelho: ecofisiologia e estratégias de controle. Revisão bibliográfica. **Ci. Rural**, v.31, n.2, p.341-349, 2001.

AGOSTINETTO, D. *et al.* Manejo de plantas daninhas. 2015.

ANDRADE, A. T. *et al.* Desafios do sistema plantio direto no Cerrado. **Informe Agropecuário**, v. 39, n. 302, p. 18-28, 2018.

ANDRES, A. *et al.* Controle de arroz vermelho em sistemas de cultivo de arroz irrigado. **REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO**, v. 22, p. 418-420, 1997.

ANDRES, A. *et al.* Controle de arroz vermelho em sistemas de cultivo de arroz irrigado: período 94 a 98. *In*: I Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, 1998, Pelotas. **Anais**. Disponível em: <<https://www.sosbai.com.br/trabalho/controle-de-arroz-vermelho-em-sistemas-de-cultivo-de-arroz-irrigado-periodo-94-a-98>>. Acesso em 15 fev. 2022.

AVILA, L. A. de *et al.* Banco de sementes de arroz vermelho em sistemas de semeadura de arroz irrigado. **Ciência Rural**, v. 30, p. 773-777, 2000.

AVILA, L. A. de *et al.* Evolução do banco de sementes de arroz vermelho em diferentes sistemas de utilização do solo de várzeas. **Planta Daninha**, v. 18, p. 217-230, 2000.

BIZZI, F. A. Alternativas de controle do arroz vermelho e capim arroz na cultura do arroz irrigado. **Santa Maria: UFSM**, 1994.

BOÊNO, J. A; ASCHERI, D. P. R; BASSINELLO, P. Z. Qualidade tecnológica de grãos de quatro genótipos de arroz-vermelho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e ambiental**, v. 15, n.7, p. 718-723, 2009.

BURGOS, N. R. *et al.* Competitive N uptake between rice and weedy rice. **Field crops research**, v. 99, n. 2-3, p.96-105,2006.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Arroz – Brasil**. Série Histórica de áreas, produtividade e produção. 2022. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br>>. Acesso em 26 jan. 2023.

EMBRAPA. Empresa Brasileira para a Pesquisa Agropecuária (2005). Cultivo do arroz irrigado no Brasil. Disponível em: <<https://www.embrapa.gov.br>>. Acesso em 29 jan. 2023.

ERASMO, E. A. L. Levantamento fitossociológico das comunidades de plantas infestantes em áreas de produção de arroz irrigado cultivado sob diferentes sistemas de manejo. **Planta daninha, Viçosa-MG**, v.22, n.22, p.195-201, 2004.

FAO – **FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS.**

FAOSTAT: Crops and livestock products. 2020. Disponível em:

<<https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize>>. Acesso em 03 mar. 2022.

FLECK, N. G. *et al.* Interferência de plantas concorrentes em arroz Irrigado modificada por métodos culturais. **Planta Daninha**, v. 22, p. 19-28, 2004

GOSS, W. L.; BROWN, W. Buried red rice seed. *J. Am. Soc. Agron.*, v. 31, n. 7, p. 633-637, 1939.

IRGA - INSTITUTO RIO GRANDENSE DO ARROZ. (Setembro de 2022). Boletim de resultados da safra 2021/22 em terra baixas: arroz irrigado em soja. Boletim de resultados, p.1-19.

INOUE, M. H.; OLIVEIRA JR, R. S. de. Alelopatia. In: OLIVEIRA Jr.; Rubem Silvério de; CONSTANTIN, Jamil; INOUE, Mirian Hiroko (Ed). **Biologia e Manejo de Plantas Daninhas**, Cap. 8. p. 193-214, 2011.

LACERDA, A. L. S.; VICTORIA FILHO, R.; MENDONÇA, C. G. Levantamento do banco de sementes em dois sistemas de manejo de solo irrigados por pivô central. **Planta Daninha**, v. 23, p. 1-7, 2005.

LORENZI, H. Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional/ Harri Lorenzi. **Nova Odessa**, São Paulo. Instituto Plantarum, 2006.

MARCHEZAN, E. Tamanho da amostra para estimar a quantidade de sementes de arroz vermelho, em solo cultivado. **Ci. Rural**, Santa Maria, v. 23, n. 1, p. 95-96, 1993.

MARCHEZAN, E. Arroz-vermelho: caracterização, prejuízos e controle. Revisão bibliográfica. **Ci. Rural**, v. 24, n. 2, p. 415-421, 1994.

MARCHEZAN, E. *et al.* Dinâmica do banco de sementes de arroz-vermelho afetado pelo pisoteio bovino e tempo de pousio da área. **Planta Daninha**, v. 21, p. 55-62, 2003.

MARCHEZAN, E. *et al.* Produtividade, fitotoxicidade e controle de arroz-vermelho na sucessão de cultivo de arroz irrigado no sistema CLEARFIELD®. **Ciência Rural**, v. 41, p. 17-24, 2011a.

MARCHEZAN, E. *et al.* Arroz tolerante a imidazolinonas: banco de sementes de arroz-vermelho e fluxo gênico. **Planta Daninha**, v. 29, p. 1099-1105, 2011b.

MASCARENHAS, R. E. B.; COBUCCI, T. Controle de plantas daninhas na cultura do arroz em terra firme. In: **Embrapa Amazônia Oriental – Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: ENCONTRO TÉCNICO: “TECNOLOGIAS PARA A PRODUÇÃO DE ARROZ NO SUDESTE PARANAENSE”, 1, 2008, São Geraldo do Araguaia: artigos e palestras. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2008.

MENDES, I. dos S.. **Avaliação de extratos das folhas e sementes de feijão-deporco (*Canavalia ensiformis*) como bioerbicidas pós-emergentes e**

identificação de aleloquímicos via cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC). Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, 2011.

NOLDIN, J. A. *et al.* Desempenho de populações híbridas F2 de arroz-vermelho (*Oryza sativa*) com arroz transgênico (*O. sativa*) resistente ao herbicida amônio-glufosinate. **Planta Daninha**, v. 22, p. 381-395, 2004.

PEREIRA, J.; DE MORAIS, O. P.. As variedades de arroz vermelho brasileiras. 2014.

PETRINI, J. A. *et al.* Controle do arroz vermelho (*Oryza sativa* L.) no sistema de semeadura de arroz pré-germinado. In: **195 CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE ARROZ PARA A AMÉRICA LATINA E O CARIBEREUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ.** Goiânia, GO, Brasil, EMBRAPA-CNPAF, p. 193, 1996.

PIRES, A.; LIMA, C. S. M. Fenologia e exigência térmica de videiras “Niágara Rosada” e “Branca” na região de laranjeiras do Sul, PR. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 17, n. 3, p. 336-343, 2018.

PITELLI, R. A. O termo planta daninha. *Planta daninha*, v. 33, n. 3, p. 622-623, 2015.

REDIN, M. *et al.* VIABILIDADE DE SEMENTES DE PLANTAS DANINHAS EM SOLO DE VÁRZEA COM ARROZ IRRIGADO. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 19, n. 3, p. (706-1-6), 2020.

RUBIN, R. S. *et al.* Habilidade competitiva relativa de arroz irrigado com arroz-vermelho suscetível ou resistente ao herbicida imazapyr + imazapic. **Arq. Inst. Biol.**, São Paulo, v.81, p. 173-179, 2014.

RUBIN, Rafael Salles *et al.* Resistência de biótipos de arroz-vermelho aos herbicidas imazapyr+imazapic e alternativas de controle. **Revista Ceres**, v. 61, p. 660-667, 2014.

SCHREIBER, F. *et al.* ARROZ: controle planejado. **Embrapa Clima Temperado- Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2018.

SANTOS, F. M. *et al.* Controle químico de arroz-vermelho na cultura do arroz irrigado. **Planta daninha**, v. 25, p. 405-412, 2007.

SANTOS, A. B. dos; STONE, L. F.; VIEIRA, N. R. de A. **A cultura do arroz no Brasil.** 2. Ed. rev. Ampl. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1000p, 2006.

SCHWANKE. A. M. L. *et al.* Caracterização morfológica de ecótipos de arroz daninho (*Oryza sativa*) provenientes de áreas de arroz irrigado. **Planta daninha**, v. 26, n.2, p. 249-260, 2008a

SCHWANKE. A. M. L. *et al.* Avaliação de germinação e dormência de ecótipos de arroz vermelho. **Planta Daninha**, v. 26, p. 497-505, 2008b.

SILVA, R. P. da *et al.* Banco de sementes de arroz vermelho em sistemas de semeadura de arroz irrigado (*Oryza sativa* L). **Salão de Iniciação Científica (10: 1998: Porto Alegre). Livro de resumos**. Porto Alegre: UFRGS, 1998.

SOSBAI - SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO. Recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil. 2018. Disponível em: <<https://www.sosbai.com.br>>. Acesso em 15 fev. 2022.

SOUZA, P. R. D; FISHER, M; PULVER, E. L. Controle de arroz vermelho. 1985.

WILSON, R. G. Biology of weed seeds in the soil. In: ALTIERI, M. A., LIEBMAN, M. (ed.) **Weed management in agroecosystems**, p. 25-39, 1988.