

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**HENRIQUE MARTINS DUSSO
MATRÍCULA: 00193385**

**Experimentação Agrícola com Soja na Empresa Oryza & Soy
Pesquisa e Consultoria Agronômica Ltda.**

PORTO ALEGRE, julho de 2022.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA**

**Experimentação Agrícola com Soja na Empresa Oryza & Soy Pesquisa e Consultoria
Agrônômica Ltda.**

**HENRIQUE MARTINS DUSSO
MATRÍCULA: 00193385**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Faculdade de Agronomia da Universidade
Federal do Rio Grande do Sul, como parte das
exigências para obtenção do Grau de
Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof^ª Dr^ª Renata Pereira da Cruz – Dept^º de Plantas de Lavoura

Supervisor de campo: Eng^º Agrônomo Valmir Gaedke Menezes

COMISSÃO DE AVALIAÇÃO

Prof^º Dr^º Pedro Selbach – Dept^º de Solos (Coordenador)

Prof^º Dr^º Clesio Gianello – Dept^º de Solos

Prof^º Dr^º Alexandre Kessler – Dept^º Zootecnia

Prof^ª Dr^ª Carine Simione – Dept^º de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia

Prof^º Dr^º José Antônio Martinelli – Dept^º Fitossanidade

Prof^ª Dr^ª Renata Pereira da Cruz – Dept^º de Plantas de Lavoura

Prof^º Dr^º Sérgio Tomasini – Dept^º de Horticultura e Silvicultura

PORTO ALEGRE, julho de 2022.

AGRADECIMENTOS

Reservo este primeiro e mais especial espaço para agradecer, sobretudo, minha família. Minha mãe Cláudia Martins Dusso, meu pai Eduardo Vani Dusso e meu irmão Pedro Martins Dusso, sem eles com certeza não teria sido possível chegar nessa etapa. Agradeço aqui também todos os demais familiares, pois cada um contribuiu com um pouco do que eu sou e do que eu tenho a oferecer.

Faço um agradecimento especial aos meus amigos e amigas, aos que me acompanham desde o meu nascimento e aos que eu conheço há pouco tempo, todos foram decisivos de alguma forma para que eu conseguisse levar a vida com leveza e alegria, mesmo nos tempos mais difíceis, mesmo com todas as dificuldades, me ajudando a chegar até aqui.

Agradeço os proprietários da empresa Oryza & Soy Pesquisa e Consultoria Agrônômica Ltda., Valmir Gaeke Menezes, Claudia Erna Lange e Anderson Vedelago pela forma calorosa com que fui acolhido na empresa, me proporcionando uma experiência de aprendizado muito rica. Agradeço também os demais funcionários, Talita, Diulia, Carlos, Joelson e Arthur, por terem feito parte dos meus dias e me ensinado muitas coisas durante esse período.

Quero agradecer também a Professora Renata, por ter sido paciente e compreensiva, por estar disposta a ajudar e por ser um exemplo de Doutora dedicada à educação.

Agradeço a todos os servidores da UFRGS, pois sem esses, não existe universidade de qualidade. Todos os servidores, nas suas mais diversas funções, fizeram com que fosse possível realizar o curso. Quero ressaltar a felicidade e o orgulho que sinto de integrar esta instituição, agradecer à UFRGS e à FAGRO por me proporcionarem a experiência de um ensino de excelente qualidade, tanto nas salas de aula quanto nos campos de todo o Rio Grande do Sul.

RESUMO

O estágio foi realizado na empresa Oryza & Soy Pesquisa e Consultoria Agrônômica Ltda. entre 29/09/2021 e 24/01/2022 na estação experimental do município de Capivari do Sul – RS. O estágio teve como objetivo aperfeiçoar os conhecimentos adquiridos durante o curso através da vivência diária da experimentação agrícola em uma estação de pesquisa, envolvendo atividades de planejamento, implantação e condução de experimentos de arroz irrigado e soja. Essa vivência, ao lado dos excelentes profissionais que atuam na empresa, foi muito enriquecedora, pois foi possível observar e intervir em diferentes cenários (através dos diferentes experimentos) dessas duas grandes culturas para o estado do Rio Grande do Sul, possibilitando o aprendizado para melhor manejar esses sistemas em diferentes realidades que podem ser encontradas nas terras baixas da Planície Costeira Externa do estado.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1: Normal Climatológica em Capiravi do Sul – RS..... | 8 |
| Figura 2: Campo Experimental em Capiravi do Sul. | 11 |
| Figura 3: Áreas Destinadas aos Experimentos com Soja. | 16 |
| Figura 4: Construção dos Drenos para as Áreas de Soja..... | 17 |
| Figura 5: Marcação dos Campos com Fita Métrica. | 18 |
| Figura 6: Semeadura de Soja..... | 19 |
| Figura 7: Avaliação da Mortalidade de Plântulas de Soja..... | 20 |
| Figura 8: Entrada de Água no Experimento de Excesso Hídrico em Soja..... | 21 |
| Figura 9: Diferentes Níveis de Tolerância ao Encharcamento em Soja..... | 22 |
| Figura 10: Áreas Destinadas aos Experimentos com Arroz Irrigado..... | 24 |

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1 INTRODUÇÃO | 7 |
| 2 CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO E SÓCIOECONÔMICO DE CAPIVARI DO SUL. | 8 |
| 2.1 CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO | 8 |
| 2.2 CARACTERIZAÇÃO SÓCIOECONÔMICA | 9 |
| 3 CARACTERIZAÇÃO DA ORYZA & SOY PESQUISA E CONSULTORIA AGRONÔMICA LTDA. | 10 |
| 3.1 SOBRE A EMPRESA | 10 |
| 3.2 ESTRUTURA FÍSICA DA ESTAÇÃO | 10 |
| 4 REFERENCIAL TEÓRICO | 12 |
| 5 ATIVIDADES REALIZADAS | 15 |
| 5.1 ATIVIDADES RELACIONADAS À CULTURA DA SOJA | 15 |
| 5.1.1 DESSECAÇÃO | 16 |
| 5.1.2 PREPARO DO SOLO | 16 |
| 5.1.3 MEDIÇÃO E MARCAÇÃO DAS ÁREAS | 17 |
| 5.1.4 SEMEADURA | 18 |
| 5.1.5 EXPERIMENTO DE TOLERÂNCIA AO ALAGAMENTO | 19 |
| 5.1.6 APLICAÇÕES FITOSSANITÁRIAS - GLIFOSATO | 22 |
| 5.1.7 ADUBAÇÃO DE COBERTURA | 23 |
| 5.2 OUTRAS ATIVIDADES | 23 |
| 6 DISCUSSÃO | 24 |
| 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS | 28 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 30 |

1 INTRODUÇÃO

A pesquisa na agricultura é uma das atividades de maior importância dentro da Agronomia. É com base no conhecimento gerado pela ciência no campo que tivemos e continuamos tendo o aprimoramento das técnicas de manejo, da qualidade e da tecnologia dos insumos que proporcionaram e continuam proporcionando grandes saltos em produtividade e em possibilidade de exploração de áreas. A empresa Oryza & Soy Pesquisa e Consultoria Agrônômica Ltda., local de realização do estágio obrigatório, busca estratégias de manejo por meio da pesquisa nas suas estações experimentais, especificamente em duas culturas: o arroz irrigado (*Oryza sativa* L.) e a soja (*Glycine max* L.).

Durante o período de estágio foi possível acompanhar e participar de diversas atividades voltadas ao manejo e condução de experimentos de arroz e soja no campo experimental da empresa Oryza & Soy Ltda. localizado na cidade de Capivari do Sul - RS. Estas atividades foram o preparo do solo, a dessecação do campo pré-semeadura, a medição e marcação das áreas conforme o delineamento experimental exigido pela empresa, a regulagem das máquinas e posterior semeadura das áreas de arroz e soja, as adubações de cobertura, aplicações fitossanitárias, entre outras atividades.

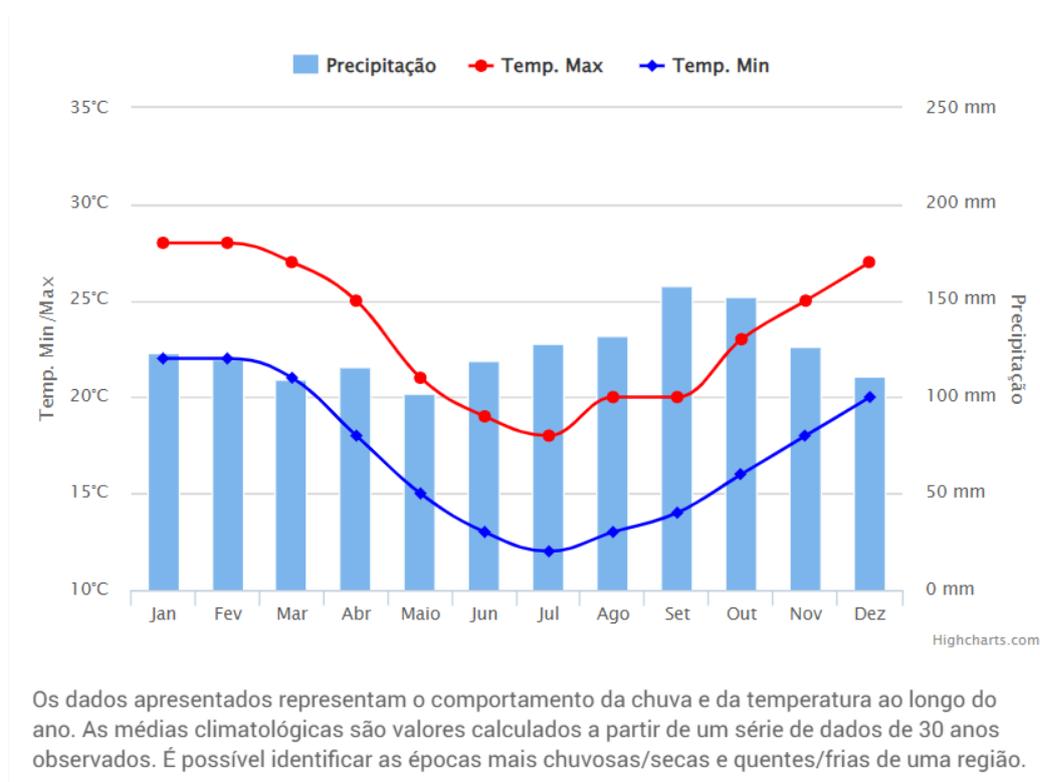
As possibilidades que a pesquisa proporciona são infinitas, o fato de entregar aos produtores dados confiáveis e que possam auxiliar na tomada de decisão motivam as empresas privadas e as instituições públicas a seguir na busca para resolução de problemas e atingir a demanda por novas tecnologias que o setor necessita. O objetivo deste trabalho junto à universidade e à empresa foi aprimorar os conhecimentos adquiridos durante a graduação e viver novas experiências que agreguem ao desenvolvimento profissional, incluindo a vivência prática do manejo diário em uma estação de pesquisa agrônômica e da condução de lavouras experimentais.

2 CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO E SÓCIOECONÔMICO DE CAPIVARI DO SUL

2.1 CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO

Conforme a classificação de Köppen (1936) o clima da região é Cfa (clima temperado, úmido e com verão quente). A temperatura média anual está em torno de 21,5°C e a precipitação média anual em torno de 1.426 mm segundo as médias climatológicas registradas no Climatempo (2022), mostrados na Figura 1. O Litoral Norte gaúcho possui rajadas fortes de vento na maioria dos dias do ano, sendo o vento proveniente do Nordeste o predominante entre os meses de setembro a março e o vento proveniente do Sudoeste o predominante entre os meses de abril a agosto.

Figura 1: Normal Climatológica em Capiravi do Sul – RS.



Fonte: Climatempo (2022)

A Planície Costeira Externa possui predominância de solos da Unidade de Mapeamento Palmares. O solo predominante na região é o Planossolo Háptico Eutrófico espessarênico (STRECK *et al.*, 2008). Os solos da região são, de maneira geral, planos ou suavemente ondulados, formando naturalmente áreas de várzea. Por serem solos muito sedimentares e intemperizados, não há formações rochosas de nenhum tipo em superfície ou em subsuperfície. Uma de suas principais características é a má drenagem, o que favorece o cultivo de arroz irrigado, pois permite que a lâmina d'água permaneça por longos períodos sobre o solo. Esses solos costumam ter horizonte A com textura arenosa passando diretamente para o horizonte Bt ou C onde há uma mudança de textura, pois esses horizontes são muito argilosos nessa unidade de solo, o que explica a dificuldade em permitir a infiltração da água. Os solos da Planície Costeira são, no geral, muito pobres em fertilidade natural, principalmente no que se refere à disponibilidade de fósforo, potássio e matéria orgânica.

2.2 CARACTERIZAÇÃO SÓCIOECONÔMICA

O município de Capivari do Sul, está localizado na microrregião denominada de Planície Costeira Externa, no estado do Rio Grande do Sul, fazendo divisa com o município de Palmares do Sul, na sua porção sul, com o município de Viamão, na sua porção oeste, com o Balneário Pinhal, na sua porção leste e com o município de Osório, na sua porção norte. A população da cidade é de 4.728 mil moradores (CAPIVARI DO SUL, 2022), tendo uma história relativamente recente, pois apenas em 1995 emancipou-se do município de Palmares do Sul. De acordo com o IBGE (2018) o município é considerado o centro agropecuário da região, devido à presença de grandes empresas do setor, o PIB (Produto Interno Bruto) gerado é de aproximadamente R\$ 45.334,30 milhões de reais, sendo 60% procedente do setor agropecuário.

Segundo o IRGA (2022) na safra 2020/21 foram cultivados 9.988 hectares de arroz irrigado e 5.252 hectares de soja no município, apresentando produtividades médias de 7.900 e 3.540 Kg por hectare, respectivamente.

3 CARACTERIZAÇÃO DA ORYZA & SOY PESQUISA E CONSULTORIA AGRONÔMICA LTDA.

3.1 SOBRE A EMPRESA

Inicialmente a empresa se chamava Oryza Consultoria Ltda. e foi criada pelo Engenheiro Agrônomo Valmir Gaedke Menezes no ano de 2012, trabalhando exclusivamente com consultoria agrícola para produtores de arroz irrigado. Já no ano de 2014 a Empresa alterou sua razão social para Oryza & Soy Pesquisa e Consultoria Agrônômica Ltda. por conta da inclusão como sócios do Engenheiro Agrônomo Anderson Vedelago e da Engenheira Agrônoma Cláudia Erna Lange e passou a atuar nos ramos de consultoria agrícola e pesquisa com as culturas do arroz irrigado e da soja, especialmente em sistemas que integram as duas culturas. A empresa também atua na área de melhoramento genético, conduzindo um programa de melhoramento de arroz irrigado. Hoje o quadro de funcionários é composto por três técnicos agrícolas e uma contadora. A empresa conta com a estação experimental em Capivari do Sul em parceria com a empresa FM Canquerini e com outra estação em Arroio Grande em parceria com a empresa Planfer.

3.2 ESTRUTURA FÍSICA DA ESTAÇÃO

A estação experimental de pesquisa da empresa onde foi realizado o estágio fica localizada no município de Capivari do Sul, Rio Grande do Sul, mais precisamente na Planície Costeira Externa. As coordenadas geográficas estão nos pontos, Latitude: 30°12'19"S e Longitude: 50°23'39"W, no local ilustrado pela Figura 2.

Figura 2: Campo Experimental em Capiravi do Sul.



Fonte: Google Earth (2022).

A propriedade é arrendada, possuindo 10 hectares voltados a protocolos experimentais, sendo que, descontando as áreas de instalações e benfeitorias, resta uma área útil de aproximadamente 7,5 hectares. A água para irrigação das parcelas é proveniente de um açude localizado estrategicamente acima da área, dispensando a utilização de bombeamento, sendo a água conduzida por gravidade até as lavouras com o auxílio de mangueiras próprias para irrigação por inundação.

Na sede da estação experimental existem dois galpões que são utilizados como abrigo para maquinário e para os insumos - além de possibilitar serviços de pós-colheita e preparação dos manejos a serem adotados nas parcelas - três contêineres com estruturas de banheiros, refeitório e um pequeno escritório para organizações do dia a dia.

As operações de preparo de solo são feitas com grade aradora, plaina e entaipadeira. A semeadura é feita com semeadoras-adubadoras específicas para parcelas de arroz (Semina® 9 linhas) e soja (Vence Tudo® 5 linhas), sendo guiadas por um trator Massey Ferguson® de 65 cavalos de potência. As aplicações de produtos químicos são feitas através de equipamento pulverizador costal elétrico, equipamento pulverizador costal com CO₂ pressurizado e um pulverizador mecânico que se acopla ao trator. Os processos de colheita são feitos com uma

colhedora para experimentos provinda da China e adaptada para parcelas. No setor de pós-colheita da empresa há uma trilhadora estacionária, um secador de amostras e um engenho de provas para quantificar a qualidade dos materiais em questão. Todas as máquinas e implementos são próprios da empresa.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

A soja [*Glycine max* (L.) Merr.] é uma espécie da família Fabaceae, sendo assim, uma leguminosa que produz grãos oleaginosos. É uma das *commodities* mais importantes para o Rio Grande do Sul por conta da área plantada, do volume de grãos produzidos e do capital movimentado. Segundo a CONAB (2022), a área ocupada pela soja foi de mais de seis milhões de hectares na safra 2020/21 no estado. Entre as unidades da federação, o Rio Grande do Sul é o terceiro maior produtor de soja do Brasil, superado apenas pelos estados de Mato Grosso e Paraná (RIO GRANDE DO SUL, 2020). De acordo com a Pesquisa Agrícola Municipal do IBGE (2020), o RS produziu 15,8 milhões de toneladas em média do grão no triênio 2018-2020.

Inicialmente a soja foi introduzida na região noroeste do Rio Grande do Sul, por conta das condições climáticas adequadas e por possuir solos com características físicas que permitem o pleno desenvolvimento da cultura, em função da sua profundidade, textura e boa drenagem. Entretanto, devido aos benefícios que a soja traz para o solo e por conta da sua boa rentabilidade em curto espaço de tempo, seu cultivo se difundiu pelo estado, alcançando as áreas tradicionalmente ocupadas pela cultura do arroz irrigado na Planície Costeira Externa a partir dos anos 2000 (KOPF, 2020). De acordo com as estimativas da CONAB (2022) a produtividade média de grãos de soja na safra 2020/21 no Rio Grande do Sul foi f por hectare, enquanto na microrregião da Planície Costeira Externa a produtividade média de soja em áreas de rotação com arroz irrigado foi de 56 sacas por hectare, segundo estimativas do IRGA, evidenciando assim, o potencial produtivo que a Planície Costeira possui para o cultivo de soja.

Ao mesmo tempo em que se buscavam novas áreas para a expansão das lavouras de soja, os produtores de arroz irrigado (*Oryza sativa* L.) careciam de opções de cultivo para rotação de culturas em suas áreas de várzea, principalmente cultivos com maior rentabilidade e que agregassem outros benefícios para o sistema produtivo. A rotação de culturas entre arroz irrigado e soja contribui para a interrupção de ciclos de doenças e insetos-praga e melhora as condições físicas e químicas do solo (THOMAS *et al.*, 2000), o que fica claro quando se observa

uma maior rentabilidade em função do menor uso de fertilizantes, fungicidas e inseticidas. Este cultivo é muito importante para a sustentabilidade da lavoura de arroz, sobretudo, por auxiliar no controle de plantas daninhas resistentes ou de difícil controle pelos herbicidas comumente utilizados (MARCHESAN, 2020), pois, dessa forma, é possível combater as plantas daninhas que são problemáticas para a cultura do arroz na lavoura de soja (utilizando herbicidas registrados para a cultura da soja). Um dos principais objetivos foi promover o controle do arroz-vermelho (*Oryza sativa* L.), especialmente em áreas onde o cultivo do arroz irrigado se tornou muito difícil devido a esta planta daninha, o que comprometia a rentabilidade da atividade (MACHADO, 2021). Os resultados de controle do arroz vermelho alcançados pelo uso de glifosato em lavouras de soja com tecnologia RR cultivadas em várzea foram muito promissores, fazendo com que os produtores tivessem um aumento da rentabilidade do arroz devido a esse manejo. Também deve-se levar em conta as melhorias promovidas pela regularização do terreno para o plantio adequado da soja em tais áreas, as quais terão impacto na lavoura de arroz irrigado da próxima safra. Essa regularização do solo propicia uma lâmina d'água mais uniforme (MARCHESAN, 2020), pois a água entra de forma regular e sem deixar torrões de terra acima da superfície, auxiliando no controle de plantas daninhas.

A implantação da soja deve ser feita de forma criteriosa nesses sistemas, para que o produtor não invista por tendência de mercado, mas sim, por observar os benefícios diretos e indiretos que essa rotação pode trazer em contrapartida ao investimento a ser feito. Em sistemas de produção de arroz irrigado é normal que, devido ao preparo convencional das áreas, exista uma camada de solo compactada em subsuperfície (MENTGES *et al.*, 2013). Em razão das características intrínsecas aos solos de várzea que lhe conferem má drenagem associadas à presença dessa camada compactada, ocorrem estresses nas plantas de soja em períodos de excesso e de déficit hídrico. Como esses solos possuem um curto período de friabilidade (STRECK *et al.*, 2008), não há armazenamento de água de forma satisfatória entre uma chuva e outra no horizonte A após esse deixar de estar saturado. As raízes das plantas, por sua vez, não conseguem superar a zona compactada em subsuperfície para buscar por mais água e nutrientes, o que em períodos de déficit hídrico pode comprometer a lavoura, pois a desidratação do nódulo nas raízes diminui ou cessa a atividade da nitrogenase, principal enzima envolvida no processo de fixação de nitrogênio. Por outro lado, como esses solos possuem uma drenagem muito ruim (o que pode piorar devido à compactação do solo) e costumam estar em áreas onde o lençol freático está relativamente próximo da superfície, também ocorrem estresses em períodos de excesso hídrico com efeitos negativos na fixação biológica de nitrogênio (a atividade da nitrogenase é altamente dependente da disponibilidade de oxigênio

na rizosfera) e conseqüentemente no crescimento das plantas (ABREU *et al.*, 2004). Estes efeitos negativos são relacionados a um desbalanço nas proporções de solo-ar-água, que hora pode estar muito seco ou saturado. A hipóxia (falta de oxigênio na proporção adequada no solo) provocada pelo excesso hídrico no solo causa estresse na planta, reduzindo sua respiração e conseqüentemente a absorção de água e nutrientes (DREW, 1997), o que inevitavelmente causará uma perda de produtividade. Os sintomas visíveis da hipóxia na planta são clorose e queda de folhas podendo, inclusive, causar a morte das plantas. Sintomas de amarelecimento da planta após o alagamento estão relacionados com o menor acúmulo de nitrogênio nos tecidos vegetais (PURCELL *et al.*, 1997). Outro aspecto que possui relevância é a maior incidência de doenças do sistema radicular por conta das condições de má drenagem e compactação do solo, destacando-se, neste caso, a incidência de fitoftora (*Phytophthora* ssp.) (MOOTS *et al.*, 1988).

Para minimizar tais problemas Marchesan (2020) sugere que a primeira medida a ser adotada seja a remoção da camada compactada através da escarificação dos solos para que, posteriormente, possa ser feita a sistematização da área a fim de eliminar zonas de acúmulo de água. Entretanto, eliminar o acúmulo de água em superfície não é o bastante, visto que na subsuperfície do solo (onde se encontram as raízes das plantas) também não pode haver excesso hídrico por longos períodos. Dessa forma, é importante adotar o cultivo em camalhão. Os camalhões podem ter diferentes dimensões, dependendo da área onde serão instalados e das máquinas disponíveis, desde microcamlhões que comportam duas linhas de semeadura quanto camalhões maiores, ou até mesmo, a escavação de drenos estrategicamente espaçados na área. A escolha depende do solo de cada área, da profundidade do lençol freático e do regime pluviométrico. Outra questão importante é a qualidade química desses solos, já que segundo Vedelago (2014), 74% das amostras coletadas de solos de várzea apresentam acidez elevada, pois a calagem não é uma prática comum em lavouras de arroz irrigado visto que a entrada d'água cumpre o papel de regular a acidez. Além disso, 87% das amostras carecem de fósforo e 54% de potássio, basicamente, devido a questões de fertilidade natural desses solos e por conta da sua exploração contínua com uma única cultura.

Por fim, há a questão do cultivar de soja mais adaptado ao ambiente de várzea. Para tal o produtor também deverá atentar a duas características muito importantes na hora da escolha do cultivar: tolerância à fitoftora e tolerância ao excesso hídrico. Empresas públicas (como o IRGA) e privadas (como a Oryza & Soy Pesquisa e Consultoria Agrônômica Ltda.) buscam, através de ensaios com as cultivares presentes no mercado, quais são as melhores opções para o cultivo de soja em terras baixas hoje e quais serão as melhores opções para o cultivo nas próximas safras. Segundo Verneti *et al.* (2013), as pesquisas seguem duas linhas:

uma que busca adaptar a planta ao ambiente e ao sistema produtivo das terras baixas, por meio do melhoramento genético e outra que trata de modificar o ambiente e o sistema produtivo, por meio de diversas práticas de cultivo que vão desde o preparo do solo até a colheita, sempre atentando às especificidades de cada ambiente.

5 ATIVIDADES REALIZADAS

Durante o período de estágio foi possível acompanhar várias atividades de condução de experimentos que abrangeram desde a preparação dos campos experimentais (envolvendo atividades de dessecação, preparo de solo, medição e marcação das parcelas no delineamento experimental de cada ensaio), a instalação dos experimentos (semeadura e colocação de bandeiras para identificar as parcelas) e o manejo dos mesmos (aplicação de produtos exigidos nos protocolos experimentais, capina química e demais serviços gerais).

Apesar de ter sido possível acompanhar vários experimentos nas culturas do arroz irrigado e da soja, as atividades realizadas que serão descritas a seguir enfocam a cultura da soja, principalmente um experimento que envolve a tolerância da cultura ao alagamento.

5.1 ATIVIDADES RELACIONADAS À CULTURA DA SOJA

Os experimentos instalados para a cultura da soja na estação localizavam-se nas parcelas indicadas na Figura 3, totalizando uma área de 2,4 hectares. Houve ensaios de manejo, como o experimento de resposta da lavoura a diferentes níveis de adubação, nível de infestação de plantas daninhas com o uso e combinação de diferentes herbicidas pré-emergentes, eficiência do uso e combinação de diferentes fungicidas - para a ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*) - e o experimento de tolerância ao alagamento em diferentes genótipos de soja, que visava analisar a resposta de diversos cultivares a um período de alagamento. Além disso, havia dois experimentos de sistemas de cultivo, um voltado à eficiência da adubação fosfatada em plantas de cobertura no outono anterior ao cultivo da soja e outro sobre o benefício do cultivo mínimo em conjunto com herbicidas pré-emergentes para o controle da buva (*Conyza bonariensis*). E, por fim, também um ensaio de VCU (Valor de Cultivo e Uso), que visa avaliar o rendimento de grãos de diferentes linhagens em fase de pré-lançamento.

Figura 3: Áreas Destinadas aos Experimentos com Soja.



Fonte: Google Earth (2022)

5.1.1 DESSECAÇÃO

A dessecação dos campos destinados à soja teve início no dia 27/10/2021 e foi terminada no dia 30/10/2021. O solo estava coberto em parte por azevém e em parte por vegetação nativa, havendo também infestações de buva em algumas áreas. A dessecação foi realizada com o uso de ZAPP QI 620® (2 litros por hectare) e Heat (50 gramas de produto comercial por hectare), com o uso do pulverizador tracionado.

5.1.2 PREPARO DO SOLO

O preparo do solo teve início 15 dias após a última operação de dessecação, que consistiu em gradagem e posteriormente a passada da plaina até que o solo ficasse plano e homogêneo (sem torrões de terra) em todas as áreas, menos na área destinada aos experimentos de adubação fosfatada em cultivo de cobertura e cultivo mínimo em soja, a qual foi apenas dessecada e depois semeada.

Na área destinada ao experimento de uso de fungicidas e ao experimento de uso de pré-emergentes foram feitos drenos com o objetivo de escoar rapidamente a água da chuva e fazer com que o solo secasse mais rápido, principalmente por haver histórico de alagamento nessas áreas. Tais drenos foram feitos a cada 10 metros no sentido horizontal e a cada 3 metros no sentido vertical da parcela para o experimento de uso de fungicidas (conforme mostra a Figura 4) e a cada 10 metros no sentido horizontal e a cada 6 metros no sentido vertical da parcela no experimento de uso de pré-emergentes.

Figura 4: Construção dos Drenos para as Áreas de Soja.



Fonte: autor (2021)

5.1.3 MEDIÇÃO E MARCAÇÃO DAS ÁREAS

Assim como foi feito nos campos destinados à cultura do arroz, após o preparo de solo foram realizadas as medições e marcações das áreas para a semeadura dos experimentos. Na Figura 5 é possível ver o campo sendo medido com uma fita métrica para posterior marcação. As medições e marcações variaram conforme o experimento instalado em cada área. A semeadora utilizada para a semeadura da soja foi uma Vence Tudo® que possui cinco linhas,

com uma largura útil de 225 centímetros, o que equivale a uma passada da máquina (o comprimento da passada varia de experimento para experimento). Assim, a medição é feita para estabelecer o número de passadas desejado no campo, com uma distância de 50 centímetros entre passadas. O comprimento das parcelas para os experimentos com soja é normalmente de três metros de comprimento, formando uma parcela de 6,75 metros quadrados. A marcação foi realizada com uso de corante no pulverizador costal.

Figura 5: Marcação dos Campos com Fita Métrica.



Fonte: autor (2021)

5.1.4 SEMEADURA

Nos experimentos de manejo e de sistemas de cultivo foi utilizada a cultivar HO PIRAPÓ IPRO, pois essa cultivar já vem sendo usada há algum tempo e possui um bom e conhecido desempenho nessas áreas. A semeadura foi feita de forma contínua, obedecendo o número de passadas do protocolo de experimentação para cada ensaio. As parcelas, que foram feitas a cada seis metros nesses experimentos, foram assinaladas com o uso de bandeiras. A semeadora Vence Tudo® estava regulada para semear 15 plantas por metro linear com espaçamento de 45 centímetros entre fileiras.

No ensaio de VCU foram utilizados 36 cultivares de soja. Durante a operação de semeadura um aspirador foi utilizado de forma que a cada três metros percorridos pela máquina,

as sementes que restavam na pipoqueira da semeadora eram aspiradas para darem lugar às sementes de uma outra cultivar (Figura 6). Portanto, dentro de cada passada da máquina, a cada três metros, havia uma parcela com um cultivar específico, totalizando 36 parcelas.

Todas as operações de semeadura foram realizadas entre os dias 12/11/2021 e 16/11/2021. Em todas as operações de semeadura a adubação foi de 300 kg/ha da fórmula 07-34-12 (N-P-K), com exceção do experimento de uso de fertilizantes, cujas doses e produtos utilizados não puderam constar neste trabalho.

Figura 6: Semeadura de Soja.



Fonte: autor (2021).

5.1.5 EXPERIMENTO DE TOLERÂNCIA AO ALAGAMENTO

O experimento de tolerância das cultivares de soja a um período de alagamento busca avaliar a variedade que mais se adapta a períodos de encharcamento, o que é comum em áreas destinadas tradicionalmente à cultura do arroz. A semeadura foi feita no dia 15/11/2021,

utilizando-se 60 genótipos diferentes em um delineamento experimental em blocos casualizados com quatro repetições e densidade de semeadura de 15 sementes por metro linear e 45 centímetros entre fileiras. O desenvolvimento da cultura não foi pleno, principalmente devido à presença de podridão radicular de fitofora (*Phytophthora* ssp.) em algumas áreas da lavoura. A mortalidade das plantas antes da entrada da água foi anotada (Figura 7), principalmente, para quantificar o sucesso do estabelecimento de cada cultivar naquela condição.

Figura 7: Avaliação da Mortalidade de Plântulas de Soja.



Fonte: autor (2021).

A continuidade do experimento foi a construção de taipas ao redor da área, onde posteriormente foi realizada a entrada de lâmina d'água no estágio R1 de desenvolvimento da soja, no dia 11/01/2022, simulando o alagamento (Figura 8).

Figura 8: Entrada de Água no Experimento de Excesso Hídrico em Soja.



Fonte: autor (2022).

A drenagem foi feita quando as primeiras plantas apresentaram sintomas de estresse por excesso hídrico, o que ocorreu no dia 17/01/2022, ou seja, seis dias após a entrada de água na área. Este é um dado consistente porque os mesmos sintomas eram visíveis em diferentes repetições dos genótipos mais afetados. Após a retirada da água foi feita uma drenagem com o uso de pás e enxadas para evitar o acúmulo de água e o mascaramento dos resultados. Uma semana após a retirada da água foi feita uma avaliação dos genótipos para verificar, visualmente, quais foram mais tolerantes ao encharcamento. Em uma avaliação preliminar os melhores genótipos observados foram: NS 6601 IPRO, NS 4823 RR, TEC IRGA 6070 RR, BMX ZEUS IPRO e CD 2600 IPRO. É possível observar diferentes níveis de tolerância ao encharcamento dos genótipos na Figura 9.

Figura 9: Diferentes Níveis de Tolerância ao Encharcamento em Soja.



Fonte: autor (2022).

5.1.6 APLICAÇÕES FITOSSANITÁRIAS - GLIFOSATO

Entre os dias 15/11/2021 e 24/01/2022, período entre a semeadura e o final do estágio, foram realizadas duas capinas químicas nas áreas destinadas aos experimentos com soja. As plantas espontâneas do ambiente possuem o potencial de mascarar os resultados dos experimentos, criando uma variabilidade indesejada no campo através da sua competição com a soja. Para que isso não ocorresse, o controle químico foi realizado com glifosato (utilizando o produto ZAPP QI 620® em uma concentração de 2 litros por hectare) com o uso do pulverizador tracionado nas áreas onde era possível passar com o trator e com pulverizador costal elétrico nas áreas onde isto não era possível (áreas próximas a experimentos de arroz e áreas alagadas). Todos os genótipos de soja possuíam o gene RR (Round Up Ready®), podendo assim, receber o produto sem sofrer danos.

5.1.7 ADUBAÇÃO DE COBERTURA

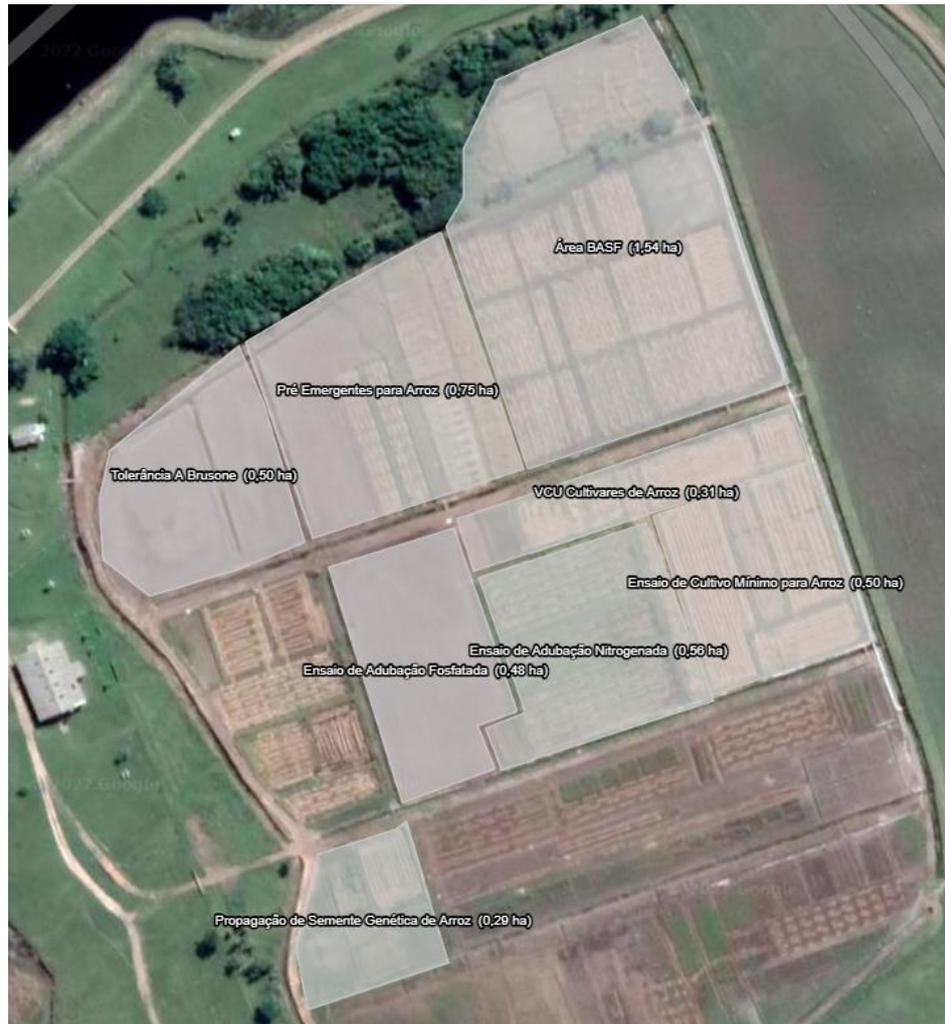
Entre os dias 05/01/2022 e 16/01/2022 foram realizadas adubações de cobertura com uréia (44% de nitrogênio) em todos os experimentos de soja. A uréia foi aplicada a lanço, com a mão, em uma dose aproximada de 30 Kg de nitrogênio por hectare. Houve problemas com a nodulação das plantas por conta da seca, portanto, esse aporte de nitrogênio se fez necessário para garantir um bom estabelecimento e crescimento vegetativo das plantas.

5.2 OUTRAS ATIVIDADES

Como mencionado anteriormente, parte do tempo também foi dedicado à condução e manejo de experimentos envolvendo a cultura do arroz irrigado (Figura 10), os quais envolveram dois experimentos de resposta a diferentes níveis de adubação fosfatada e nitrogenada; experimento para teste de diferentes combinações de herbicidas pré-emergentes (onde uma área foi realizada em parceria com a empresa BASF® e outra área foi realizada por iniciativa própria da empresa Oryza & Soy Ltda.); teste da eficiência da combinação de diferentes fungicidas; teste de resistência de cultivares à brusone (*Pyricularia oryzae*) e experimentos para avaliar o valor de cultivo e uso de diferentes linhagens para aquela região (VCU regional). Além disso, havia um experimento voltado à eficiência do cultivo mínimo onde posteriormente também seriam feitos testes com novos fungicidas das empresas contratantes.

A empresa também possui em uma pequena área destinada à produção de semente genética de uma linhagem que a Oryza & Soy Ltda. vem desenvolvendo e pretende lançar no mercado.

Figura 10: Áreas Destinadas aos Experimentos com Arroz Irrigado.



Fonte: Google Earth (2022)

6 DISCUSSÃO

Há algum tempo a soja vem se expandindo por todas as regiões do Rio Grande do Sul, entretanto, foi a partir dos anos 2010 que a cultura realmente avançou sobre as áreas de várzea da Planície Costeira Externa do estado. Em um primeiro momento os produtores apostaram na introdução da soja nessas áreas de arroz irrigado pela alta infestação com arroz-vermelho em algumas delas, o que já estava inviabilizando a produção. Por haver apenas a opção de tecnologia de resistência a herbicidas em cultivares CL para a linha de herbicidas Clear Field® e poucas opções de herbicidas seletivos que possam ser utilizados no arroz irrigado para combater o arroz vermelho (o que se torna mais difícil pelo fato de ser da mesma espécie do arroz cultivado) muitas áreas estavam tomadas por populações de arroz vermelho resistentes

aos herbicidas registrados para a cultura do arroz (MACHADO, 2021). O cultivo da soja trouxe uma nova perspectiva de controle para o arroz vermelho, pois passou a permitir principalmente o uso de glifosato para o controle dessa planta daninha, além de um maior espectro de uso para graminicidas de ação total. Essa rotação fez com que, durante o período em que era cultivado soja, o controle do arroz vermelho fosse mais eficiente, o que consequentemente fez com que as populações de arroz vermelho nessas áreas diminuíssem gradualmente, tornando a rentabilidade e a sustentabilidade da lavoura de arroz maiores, visto que a necessidade de aplicar herbicidas, o custo total de aplicação de herbicidas durante a safra e a quantidade de grãos de arroz vermelho encontrados nas cargas colhidas diminuíram. Isso também promove uma maior rotação de grupos químicos utilizados, evitando e/ou resolvendo problemas relacionados a populações de plantas daninhas resistentes ao uso de herbicidas em ambas as culturas.

Além disso observou-se também um efeito semelhante sobre insetos e doenças. A troca do hospedeiro (planta cultivada) bem como a troca do ambiente (da inundação para o sequeiro) faz com que pragas e doenças do arroz – como por exemplo o percevejo do colmo (*Tibraca limbativentris*) e a brusone (*Pyricularia oryzae*) - tenham o ciclo interrompido entre duas safras por conta da perda da especificidade com o hospedeiro, diminuindo a quantidade de inóculo inicial no local de uma safra para outra (MARIOT *et al.*, 2020). Deve-se levar em consideração que a mesma lógica pode ser aplicada para o controle de pragas, doenças e plantas daninhas da cultura da soja, ou seja, também haverá uma gama maior de soluções para os problemas enfrentados nesses pontos. Outro fator importante de ser considerado é a condição físico-química do solo. Inicialmente pode haver um custo alto na manutenção da fertilidade do solo, principalmente no que se refere ao pH do solo, visto que a atividade arrozeira não necessita de constante aplicação de calcário para o controle da acidez do solo, pois a inundação cumpre este papel (VEDELAGO, 2014). Entretanto, após a adequação do sistema, o produtor obterá o benefício do consórcio entre uma leguminosa (a soja) e uma gramínea (arroz), fazendo com que gradativamente os custos de adubação nitrogenada diminuam na safra de arroz, tendo em vista que a soja fixou nitrogênio no solo na safra anterior. É essencial que para a manutenção desse sistema o produtor adote práticas conservacionistas como cultivo de plantas de cobertura durante o inverno, aproveitando o sistema de drenagem que será feito na área, pois assim estará evitando a perda de nutrientes (principalmente nitrogênio e potássio) através da ciclagem com as plantas de cobertura e estará adicionando palha sobre o solo para a semeadura na primavera, promovendo uma maior proteção contra a ação erosiva da gota da chuva e protegendo as plântulas. Todos esses fatores ligados fazem com que a lavoura de arroz irrigado se torne mais

rentável e sustentável para o produtor, fazendo com que ele utilize menos insumos e diminua custos, mantendo os patamares produtivos e possuindo diferentes produtos para venda, o que lhe dá segurança financeira (MARCHESAN, 2020).

Os produtores que introduzem a soja no sistema de várzea precisam pensar basicamente em duas estratégias para garantir a sobrevivência das plantas: sistematização e drenagem adequadas da área para evitar o acúmulo de água e uso de cultivares tolerantes a longos períodos de alagamento. Não há hoje um cultivar adaptado a produzir bem em situações de solo mal drenado e saturado por longos períodos assim como também não há como criar um sistema de drenagem que impeça o acúmulo de água por tempo suficiente para não causar dano à uma cultivar não tolerante ao encharcamento. Assim, as duas estratégias devem andar sempre juntas, pois uma apoia a outra, mesmo que para a realidade do Rio Grande do Sul seja mais palpável para o produtor adquirir sementes de um cultivar tolerante ao encharcamento do que sistematizar de forma efetiva quadros inteiros destinados tradicionalmente para o arroz (THOMAS *et al.*, 2000).

O produtor deve fazer o possível para sistematizar a área tornando-a uniforme, eliminar a camada compactada em subsuperfície com o uso do escarificador e montar microcamalhões para semear a uma distância maior do lençol freático ou escavar drenos na lavoura que deem conta de eliminar o excesso d'água nos campos, pensando em eliminar áreas de acúmulo superficial e subsuperficial de água. Porém, ele também deverá atentar ao uso de cultivares que irão resistir a um evento extremo ou a algum problema que faça com que a água fique acumulada em algum local da lavoura. Para isso se faz importante a pesquisa, tanto no melhoramento/desenvolvimento de cultivares tolerantes ao encharcamento quanto na avaliação de desempenho desses cultivares em terras baixas. Por ser uma cultura muito importante do ponto de vista econômico, felizmente, existem diversas iniciativas no estado que hoje desenvolvem esses trabalhos, tanto públicas (como é o caso do IRGA) quanto privadas (como é o caso da Oryza & Soy Ltda.), o que gera um grande volume de experimentos em uma grande quantidade de locais, com diversos profissionais envolvidos, acelerando o processo de criação de novas tecnologias adaptadas aos nossos sistemas produtivos.

Dentro das atividades realizadas durante o período de estágio foi possível observar na prática algumas das dificuldades relatadas anteriormente. Dentro das atividades de semeadura, por serem pequenos volumes de diversas cultivares no experimento de tolerância ao encharcamento, não foi logisticamente possível garantir a inoculação em toda a superfície das sementes. O inoculante turfoso utilizado foi adicionado em cada cultivar enquanto as sementes eram colocadas dentro da pipoqueira da semeadora, em um processo rápido de troca de

sementes na semeadora durante a operação no campo. Mesmo que as sementes sejam inoculadas e que, assim, o solo receba as bactérias todos os anos, a inoculação é essencial. As bactérias presentes no solo podem não possuir população ativa suficiente de forma uniforme em toda área e podem não alcançar as raízes da soja em tempo hábil de formar um nódulo (HUNGRIA *et al.*, 2001), portanto, a inoculação garante às raízes da planta a população necessária de bactérias no tempo correto para formação do nódulo. Assim, conclui-se que o processo de inoculação pode não ter sido satisfatoriamente eficiente para toda a semeadura na safra 2021/22.

Além disso, não foi feita escarificação nesses campos há pelo menos três anos, portanto, em alguns locais é possível que haja camadas de solo compactadas em subsuperfície, o que não permite que as raízes das plantas explorem as camadas mais profundas do solo e não permite que o solo drene e armazene água no seu interior com eficiência. Como o verão da safra 2021/22 foi muito seco, associado a altas temperaturas, houve déficit hídrico e estresse respiratório nas plantas. Essa falta de água nos períodos iniciais do estabelecimento da lavoura em conjunto com uma inoculação possivelmente deficiente fez com que houvesse poucos nódulos nas raízes, implicando em pouca fixação de nitrogênio. Esse problema tornou-se visível pela observação de diversas plantas com sintomas de amarelecimento nas folhas devido à falta de nitrogênio. O somatório desses fatores fez com que fosse necessária uma dose de adubação de cobertura de 30 Kg por hectare de nitrogênio nas parcelas de soja para estimular o crescimento vegetativo da planta. A aplicação foi realizada a lanço e de forma manual, por meio do caminhamento na área com a uréia a ser aplicada dentro de um balde. Dessa forma, pode haver discrepâncias de aporte de nitrogênio entre as áreas, pois a precisão da aplicação é muito baixa. Entretanto, por se tratar de muitas parcelas experimentais em um espaço relativamente pequeno, não havia como realizar a aplicação com um implemento tracionado que oferecesse maior precisão e eficiência sem causar esmagamento de planta pelo rodado do trator nas parcelas experimentais.

Outra questão observada durante o estágio e debatida com a Doutora Claudia Lange é a contagem de plantas mortas no experimento de alagamento antes da entrada da lâmina d'água. A contagem visa avaliar quantas plantas de cada cultivar morreram antes da entrada da água para confrontar esse dado com a quantidade de plantas que havia na parcela após a saída da água, avaliando assim, o sucesso no estabelecimento e no período de encharcamento. As mortes das plantas, no geral, são atribuídas à fitoftora e tal contagem serve para avaliar de maneira subjetiva uma possível tolerância de cada cultivar à fitoftora. Entretanto, pelo fato de o experimento não ter sido desenvolvido para avaliar tolerância a este patógeno, não havia como

saber se a quantidade de inóculo inicial de fitoftora era igual em todas as áreas da parcela, atingindo assim, todos os cultivares de maneira igual. Desta forma, não deve ser possível concluir em relação à tolerância a essa doença para as plantas que não apresentavam sintoma.

Em relação à aplicação de glifosato na soja, dois erros de aplicação foram cometidos por inexperiência com o pulverizador costal. Em algumas áreas, houve sobreposição de aplicação, fazendo com que a dose de produto sobre as folhas aumentasse. Em outras áreas a velocidade de aplicação ao caminhar não foi constante, o que fez com que a dose de produto nas áreas onde o caminhar foi mais devagar do que o exigido para manter a vazão correta ficasse maior. Em ambos os casos, a maior dose de glifosato sobre as folhas da soja fez com que a cultura apresentasse sintomas de fitotoxicidade. Mesmo não tendo causado grandes problemas, tais erros podem representar perdas de produtividade em lavouras comerciais.

Por questões contratuais da Oryza & Soy Ltda. com suas empresas contratantes e por haver uma grande quantidade de produtos que ainda não foram lançados no mercado, a maioria dos insumos utilizados nas pesquisas não puderam fazer parte do relatório. Grandes corporações como Corteva, Brandt, Cibra, Alltech, FMC, Ihara, Adama, Unifertil, Yara, Caltin, TMF, Mosaic, UPL, Forquímica, Biovalens, Stoller e Basf buscam a Oryza & Soy Ltda. para testarem seus produtos nas diferentes estações que a empresa possui. Isso é benéfico para essas grandes corporações, pois diminui seus custos para obtenção de informações sobre rendimento e eficiência de diversos dos seus insumos em áreas específicas (no caso, em terras baixas). Essas informações são posteriormente utilizadas para colocar esses produtos à venda de forma mais precisa no mercado, com informações que auxiliam o produtor na tomada de decisão sobre qual produto utilizar e onde utilizar, o que faz com que ele tenha mais chance de sucesso na sua lavoura e volte a buscar por esses e outros produtos, consolidando ainda mais as marcas.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O cultivo da soja trouxe novas oportunidades para a lavoura de arroz, pois além de aumentar e diversificar a renda dos produtores, auxilia no controle de plantas daninhas resistentes ou de difícil controle pelos herbicidas comumente utilizados nas lavouras de arroz. Os atributos geográficos das áreas utilizadas tradicionalmente para o cultivo de arroz no Rio Grande do Sul (solos planos e com baixa drenagem) facilitam a irrigação e o manejo do arroz, entretanto, dificultam o manejo e o desenvolvimento das lavouras de soja, sendo o estresse por excesso hídrico o maior limitante para o cultivo da soja nessas áreas. As estratégias de manejo

para o cultivo da soja giram em torno da melhoria da drenagem através da sistematização adequada das áreas e da busca por genótipos tolerantes ao excesso hídrico. Essas são estratégias importantes de serem buscadas, visto que possibilitam a expansão de uma cultura rentável para áreas onde a agricultura já está consolidada com o arroz irrigado e possuem pouca rotatividade com outras culturas, além de propiciar um aumento na rentabilidade do sistema produtivo como um todo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, S.L.; REICHERT, J.M.; REINERT, D.J. Escarificação mecânica e biológica para a redução da compactação em argissolo franco-arenoso sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.28, p.519-531, 2004. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180214032013>. Acesso em: jul de 2022.

CAPIVARI DO SUL. Prefeitura municipal. **Dados da página inicial do portal da prefeitura**. 2022. Disponível em <https://capivaridosul.rs.gov.br/>. Acesso em: jan. de 2022.

CLIMATEMPO. **Climatologia em Capivari do Sul**. 2022. Disponível em: <https://www.climatepo.com.br/climatologia/5373/capivaridosul-rs>. Acesso em: jul. de 2022.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Portal da CONAB, Safra Brasileira de Grãos: **Boletim da Safra de Grãos**. Brasília – DF, 2022. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>. Acesso em: jan. de 2022.

DREW, M. Oxygen deficiency and root metabolism: injury and acclimation under hypoxia and anoxia. **Annu. Rev. Plant Physiology**. Texas, v. 48, p.223-250, 1997. Disponível em: https://web.archive.org/web/20031006193001id/http://www.plantstress.com:80/Articles/waterlogging_i/oxygen%20stress.pdf. Acesso em: jun de 2022.

HUNGRIA, M. *et al.* **FIXAÇÃO BIOLÓGICA DO NITROGÊNIO NA CULTURA DA SOJA**. Brasília – DF: EMBRAPA, 2001. (EMBRAPA Soja, Circular Técnica, 35. EMBRAPA Cerrados, Circular Técnica, 13). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPSO/18515/1/circTec35.pdf>. Acesso em: jun de 2022.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Brasil: Pesquisas: **Produção Agrícola: Produção agrícola– Cereais, leguminosas e oleaginosas**. Brasília – DF, 2018. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/pesquisa/31/29644>. Acesso em: jul. de 2022.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Brasil: Pesquisas: **PAM – Produção Agrícola Municipal 2020**. Brasília- DF, 2020. Disponível em : <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9117-producao-agricola-municipal-culturas-temporarias-e-permanentes.html?=&t=destaques>. Acesso em: jan de 2022.

IRGA - Instituto Rio Grandense do Arroz. Soja: **Dados de Produtividade de Soja**. Cachoeirinha - RS, 2022. Disponível em: <https://irga.rs.gov.br/soja>. Acesso em: jul. de 2022.

KOPF, J. **A PRODUÇÃO DE SOJA NO RIO GRANDE DO SUL: UMA ATIVIDADE AINDA EM EXPANSÃO**. Monografia de Conclusão de Curso (Graduação) - Curso de Agronomia, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2020.

KOPPEN, W. Das geographische system der climate. *In*: KOPPEN, W; GEIGER, R; (Eds.). **Handbuch der Klimatologie**. Berlin: Grebrüder Borntraeger, 1936. p. 1-44.

MACHADO, A. **Avaliação de Herbicidas no Controle de Capim-Arroz Resistente a Inibidores da ALS, em Diferentes Épocas de Entrada da Água**. Monografia de Conclusão de Curso (Graduação) - Curso de Agronomia, Universidade Luterana do Brasil, Canoas, 2021.

MARCHESAN, E. **Soja em áreas de arroz: contribuições do GPAI**. Santa Maria – RS: Editora GR, 2020. ISBN: 978-65-990220-8-1.

MENTGES, M.I. *et al.* Alterações estruturais e mecânicas de solo de várzea cultivado com arroz irrigado por inundação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 37, n. 1, p. 221- 231, fev. 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/HKmNHjvPXcy8byZK9YP4RsM/abstract/?lang=pt>. Acesso em: jul. de 2022.

MARIOT, C. H. P. *et al.* **A quebra da resistência a brusone e o manejo de doenças em arroz irrigado**. Cachoeirinha: IRGA, 2020. (Circular Técnica Número 004/JANEIRO/2020). Disponível em: <https://irga.rs.gov.br/upload/arquivos/202001/21134921-circular-tecnica-irga-004-versao-completa-compressed.pdf>. Acesso em: jul de 2022.

MOOTS, C. *et al.* Effects of soil compactation on the incidence of *Phytophthora megasperma* sp. *Glycinea* in soybean. **Plant Disease**, v.72, n. 10, p.896- 900, 1988. Disponível em: <<https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19891121093>>. Acesso em: jul de 2022.

PURCELL, L.C. *et al.* Soybean growth and yield response to saturated soil culture in a temperate environment. **Field Crop Research**, v. 49, p.205- 231. 1997. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378429096010040>. Acesso em: jul de 2022.

RIO GRANDE DO SUL - Portal do Governo do Estado do Rio Grande do Sul, Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul: Economia: Agropecuária: **Soja**. Porto Alegre – RS, 2022. Disponível em: <https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/soja>. Acesso em: jul. de 2022.

STRECK, E. V. *et al.* **Solos do Rio Grande do Sul**. 2^a. ed. Porto Alegre: EMATER/RS, UFRGS, 2008. 222p.

THOMAS, A.L.; PIRES, J.L.F.; MENEZES, V.G. Rendimento de grãos de cultivares de soja em solo de várzea. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.6, p.107-112, 2000. Disponível em: <http://revistapag.agricultura.rs.gov.br/ojs/index.php/revistapag/article/view/452>. Acesso em: jul.2022.

VEDELAGO, A. **Adubação para soja em terras baixas drenadas no Rio Grande do Sul**. 2014. 71 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

VERNETTI, F.J. *et al.* **Histórico da Pesquisa de Soja na Região Sudeste do Rio Grande do Sul: Várzeas e Coxilhas (do IAS à ETB)**. Pelotas – RS: EMBRAPA Clima Temperado, 2013. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/999111/1/documento372web.pdf>. Acesso em: jul de 2022.