



UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA

RODRIGO SALVADOR AMBONI

**Soja uma Alternativa para a Rotação de Culturas em Área de Arroz Irrigado em
Içara (SC): Um Relato sobre Produtividade.**

Tubarão

2022

RODRIGO SALVADOR AMBONI

**Soja uma Alternativa para a Rotação de Culturas em Área de Arroz Irrigado em
Içara (SC): Um Relato sobre Produtividade.**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Agronomia da
Universidade do Sul de Santa Catarina
como requisito parcial à obtenção do título
de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Júlio Cesar de Oliveira Nunes, Me.

Tubarão
2022

RODRIGO SALVADOR AMBONI

**Soja uma Alternativa para a Rotação de Culturas em Área de Arroz Irrigado em
Içara (SC): Um Relato sobre Produtividade.**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi
julgado adequado à obtenção do título de
Engenheiro Agrônomo e aprovado em sua
forma final pelo Curso de Agronomia da
Universidade do Sul de Santa Catarina.

Tubarão (SC), 30 de Junho de 2022.



Professor e orientador, Julio César de Oliveira Nunes, Me.
Universidade do Sul de Santa Catarina

Prof. Juliano Frederico Cesconeto, Me.
Universidade do Sul de Santa Catarina

Prof. Patrícia Menegaz de Farias, Me.
Universidade do Sul de Santa Catarina

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela oportunidade que tive em ingressar na Universidade do Sul de Santa Catarina.

Pelo apoio de meus pais e incentivo a continuar estudando e buscando conhecimento.

A minha namorada por estar sempre ao meu lado na vida profissional e acadêmica me dando apoio e incentivo.

Aos professores e amigos do curso de Agronomia acrescentados amizades e conhecimentos nesta jornada.

Ao meu orientador e professor Júlio César de Oliveira Nunes, por todas as orientações e sugestões para realizar o trabalho

A Fazenda Amboni pela oportunidade e possibilitar a realização deste experimento.

RESUMO

A rotação de cultura é uma prática de campo usada já há muitas décadas na agricultura, trazendo grandes resultados em manejo e produtividade. O sul de Santa Catarina tradicionalmente é um grande e reconhecido produtor de arroz, mas com um setor que vem sofrendo uma crise econômica há alguns anos, com queda significativa de qualidade e produtividade. Um responsável direto por essa crise, são as ervas daninhas, como o capim arroz e o arroz vermelho, comprometendo os resultados financeiros em toda a região. Nos últimos anos com a demanda crescente de grão no planeta e o uso de técnicas de rotação de cultura, a Região sul despertou para a produção de grãos como a soja, para isso técnicas tem sido estudadas e implementadas em toda região. O objetivo do presente trabalho é substituir o cultivo de arroz pela soja na região de Içara (SC), visando adaptabilidade de sete cultivares, produtividade, além da redução da população das ervas daninhas presentes. Para obtenção de produtividades elevadas o manejo do solo, lençol freático, correção e adubação deve ser realizado criteriosamente dentro das técnicas agronômicas recomendadas. A variedade 592 soytech se destacou com produtividade de 54 sacas por hectare, mas ainda, a zeus brasmex e 6070 soytech merecem que produziram 35 sacas por hectare merecem novos estudos, já que o clima foi bastante severo durante o ciclo 2021/2022, com estiagem nas fases iniciais do ciclo, elevadas temperaturas no período reprodutivo e excesso de chuvas na colheita. Ficou evidente ainda a redução na população de capim arroz e arroz vermelho. Novos estudos devem ser realizados para as melhorias nas técnicas de manejo e adequação de população de plantio, visando incremento de produtividade.

Palavras-chaves: Arroz. Rotação de Culturas. Soja.

ABSTRACT

Crop rotation is a field practice used for many decades in agriculture, bringing great results in management and productivity. The south of Santa Catarina is traditionally a large and recognized producer of rice, but with a sector that has been suffering an economic crisis for some years, with a significant drop in quality and productivity. Directly responsible for this crisis are weeds, such as rice grass and red rice, compromising financial results throughout the region. In recent years, with the growing demand for grain on the planet and the use of crop rotation techniques, the southern region has awakened to the production of grains such as soybeans, for which techniques have been studied and implemented throughout the region. The objective of the present work is to replace rice cultivation with soybean in the region of Içara (SC), aiming at adaptability of seven cultivars, productivity, in addition to reducing the population of weeds present. To obtain high yields, soil management, water table, correction and fertilization must be carried out judiciously within the recommended agronomic techniques. The 592 soytech variety stood out with a productivity of 54 bags per hectare, but still, the zeus brasmex and 6070 soytech deserve that they produced 35 bags per hectare deserve further studies, since the climate was quite severe during the 2021/2022 cycle, with drought in the initial phases of the cycle, high temperatures in the reproductive period and excessive rainfall at harvest. It was also evident the reduction in the population of rice grass and red rice. New studies must be carried out for improvements in management techniques and adaptation of the planting population, aiming at increasing productivity.

Keywords: Rice. Crop rotation. Soy.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
Objetivo Geral.....	8
Objetivos Específicos.....	8
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	9
Redução de Operações de preparo de solo.....	9
A Importância da Cultura do Arroz.....	11
2.1 ASPECTOS GERAIS DA CULTURA DA SOJA	143
2.1.1 Importância econômica da cultura da soja	13
2.1.2 Fenologia e morfologia da cultura da soja.....	15
Aspectos Agronômicos.....	17
2.1.5 Situação econômica da soja em Santa Catarina	18
Controle de Plantas Daninhas.....	19
Ganhos na Economia.....	20
Redução nos custos de adubação.....	21
Ganhos na estratégia de comercialização.....	21
Redução de Riscos.....	22
Ganhos de Produtividade.....	23
2.6 Cultivo do Arroz em rotação com a Soja.....	23
3 MATERIAIS E MÉTODOS	26
3.1 SISTEMA DE MANEJO USADO NA PROPRIEDADE	26
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	38
REFERÊNCIAS.....	39

1 INTRODUÇÃO

A rotação de culturas é uma prática usualmente conhecida na agricultura, possuindo inúmeros benefícios, originalmente, era usado, em cima do conceito da relação carbono/nitrogênio, trazendo como resultado direto o aumento de nitrogênio ao sistema, ativando as bactérias e fungos que se nutrem ou dependem desse nutriente após a simbiose, melhorando a decomposição das gramíneas em especial.

A região sul de Santa Catarina é tradicionalmente conhecida pela produção de arroz em suas áreas de planícies, várzeas e solos alagadiços. Anos de mono cultivo dessa gramínea, desenvolveram algumas ervas daninhas que culminaram numa competitividade populacional, resultando em prejuízos significativos, botando essa cultura numa situação de um setor sem perspectivas devido aos longos anos de prejuízos acarretados pelo arroz vermelho (*Oryza sativa* L.) e o capim arroz (*Echinochloa crus-galli*). Estas duas espécies não possuem valor comercial, assim, comprometendo as produções e os resultados financeiros dos produtores destas regiões.

Com o mundo globalizado e a mudança na economia verificada nos últimos anos, a agricultura ou o setor primário cresceu consideravelmente, destacando-se, o incremento das exportações de carne e derivados e ainda a produção e comercialização de grãos, tendo destaque a soja como maior grão produzido no Brasil. A soja é o ingrediente proteico mais utilizado na alimentação animal e a segunda maior fonte de óleo vegetal do mundo, corresponde por 49% da área cultivada do Brasil e tem sido a cultura que mais teve incremento nos últimos três anos.

Os conceitos descritos anteriormente, como a crise financeira no setor do arroz, a falha no controle das ervas daninhas, o interesse econômico do cultivo da soja ou outros grãos, resultaram numa mudança de cultura e das tradições no cultivo ou agricultura regional. Essa necessidade de mudanças modificou o cenário regional, alterando a estrutura de produção das empresas rurais, aplicando pesquisas localizadas e privadas, visando a estabilidade econômica, como já tradicional em outras regiões, cultivando em safra e safrinha por exemplo, ou plantios de verão e inverno.

Objetivo Geral

Substituir do cultivo de arroz irrigado pela soja na região na Região de Içara (SC), Sul do Estado de Santa Catarina.

Objetivos Específicos

Descrever a transformação do solo de uma área irrigada para um solo seco, através dos tratos culturais modificados;

Instalar no campo diferentes cultivares de soja e descrever os tratos culturais realizados;

Avaliar a produtividade da soja na região de Içara, Sul Santa Catarina;

Sugerir um sistema de Manejo para a cultura da Soja na região Sul de Santa Catarina e indicar cultivares de Soja com potencial produtivo para a região em estudo;

Descrever o comportamento da população Arroz-Vermelho (*Oryza sativa* L.) e Capim-Arroz (*Echinochloa crus-galli*) nesse sistema de rotação.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.5 ROTAÇÃO DE CULTURAS

Conceitualmente, a rotação de culturas envolve a alternância de espécies de plantas ao longo do tempo na mesma área agrícola em uma sequência planejada de plantio de diferentes culturas, de preferência culturas com diferentes sistemas radiculares, como gramíneas e feijões, no inverno ou no verão, aqui cada espécie se desenvolve com efeitos residuais positivos no solo e no ambiente ou nas culturas subsequentes. Nessa situação o preparo do solo e os trabalhos técnicos que auxiliam o nível do Lençol freático são fatores que determinam o sucesso do empreendimento.

2.5.1 Benefícios da rotação de culturas

2.5.1.1 Redução de operações de preparo de solo

As técnicas de manejo passam pela adaptação a região e as condições de cada propriedade, assim, uma das vantagens mais óbvias da implantação da rotação de culturas é a redução do preparo do solo, técnica onerosa e que depende de equipamento pesado, principalmente entre a soja e o arroz irrigado. Ao contrário do arroz, que é cultivado sob inundações, a soja é uma cultura de sequeiro, portanto, dependendo do clima na colheita, não há danos à superfície do solo, de modo que muitas vezes podem ser semeados diretamente para a próxima safra. Somente no estado do Rio Grande do Sul, o custo de operação do combustível para preparo do solo para o cultivo do arroz pode chegar a R\$ 410,00/ha com preparo mínimo (STONE; SILVEIRA, 2001), sendo significativo o custo, tempo e importância para esse sistema.

Além da redução das despesas operacionais, outro novo benefício do preparo do solo para o plantio posterior após a retirada da safra de verão (soja neste caso) é garantir que as sementes sejam plantadas dentro do tempo ideal de plantio do arroz. Como os solos de várzea são geralmente caracterizados por uma drenagem difícil, muitos produtores acabam atrasando o plantio do arroz por não conseguirem preparar o solo antes do plantio. Geralmente é causado pela alta umidade na área durante os meses de inverno, o que é um reflexo direto da produtividade das culturas, pois os tempos ideais de plantio são perdidos à medida que os preparativos são atrasados.

Portanto, a soja é benéfica para os sistemas de arroz, pois reduz a necessidade de preparo da terra, ganhando tempo, maquinário e investimentos, que em períodos críticos e facilita a distribuição das atividades ao longo do ano (FRANCHINI et al., 2011).

Os padrões tradicionais de plantio um problema nos conceitos atuais, combinados com o preparo do solo, resultaram em problemas com os solos, essa degradação ou mal uso culmina em perda de fertilidade e erosão pelo vento e pela chuva. Essas restrições impostas aos solos pelo plantio convencional podem ser recuperadas através de manejos corretos, modificando fisiologicamente e quimicamente através da rotação de culturas e integração com a pecuária.

Para contornar esses problemas, foram desenvolvidos sistemas de plantio direto (PD), que utilizam a palha que sobrou de safras anteriores com base na mínima perturbação do solo. O plantio direto é uma prática conservacionista de semear diretamente na palha das culturas anteriores, reduzindo o impacto das gotas de chuva, temperatura do solo, preservando a umidade do solo e melhorando o controle de plantas daninhas. Em nosso estudo não foi realizado plantio direto, mas conceitos e práticas corriqueiras de uso nesse sistema. Além disso, a DP é conhecida por agregar matéria orgânica e aumentar a fertilidade (REIS; CASA; BIANCHIN, 2011).

Os PDs são destaques em diversas regiões do planeta, foram estudados diferentes tipos de métodos de preparação do solo e seu impacto na qualidade e vida desses solos. Descobriram que os preparativos, a diminuição da remoção do solo, aumentaram significativamente a disponibilidade de nutrientes, incrementando assim a produtividade do arroz na Índia tropical. Em outro estudo mostraram vantagens do preparo conservacionista do solo, principalmente aquelas relacionadas aos cuidados e também à purificação da água, retenção de água no solo e resistência à erosão (PÖTTKER; BEM, 1998).

Os sistemas de produção de arroz irrigado, o plantio direto ainda são uma tecnologia em desenvolvimento, principalmente no caso de cultivos contínuos. Nesse sistema, o manejo do arroz em solo alagado pode causar danos físicos significativos (devido ao transporte da máquina), o que dificulta a aplicação dessa prática, no momento que elevamos ou diminuimos a altura desse lençol, modificamos toda a estrutura de solo e consequências serão vistas. Com a introdução da soja, a PD tornou-se uma realidade viável, reduzindo a necessidade de uma série de preparos do local, geralmente exigindo apenas a construção de taipa, garantindo a semeadura

no período ideal e reduzindo a mobilidade do solo, menores mudanças resultam em diminuição dos impactos em cima do solo original e ainda menores gastos financeiros nos preparos iniciais (GONÇALVES et al., 2007).

2.1 A IMPORTÂNCIA DA CULTURA DO ARROZ.

O arroz é o alimento básico para mais da metade da população mundial, principalmente na Ásia. Os principais países produtores estão localizados na Ásia, que responde por 91% da produção mundial. O Brasil é o nono maior produtor do mundo, ainda, o arroz irrigado ou de várzea é cultivado principalmente no sul do país, enquanto o arroz de sequeiro, dependente das chuvas, é cultivado principalmente no Centro-Oeste e Maranhão. É uma cultura de grande importância econômica, mas que na condição do arroz irrigado, vem sofrendo bastante impactos devido ao mal manejo.

O sucesso de uma determinada cultura está relacionado a um conjunto de requisitos, controláveis ou não, que, em seu impacto contido, acabarão por expressar a produtividade final, incluem aqueles com propriedades biológicas, particularmente relacionadas a distúrbios interespecíficos implantados por outras espécies que parecem ser relevantes para as culturas daquela espécie. Diferentes ecossistemas possuem grande número de espécies de plantas daninhas, especialmente em áreas férteis com água abundante, como várzeas, portanto, o manejo adequado delas é fundamental.

O cultivo de arroz ocorre em zonas úmidas artificiais. Juntamente com as barragens que requer, constitui um importante enriquecimento da paisagem pampa. Como resultado, os métodos agrícolas modernos, especialmente os pesticidas, estão começando a ter problemas, mas há alguns exemplos de como esses problemas podem ser evitados ou reduzidos por meio de métodos agrícolas regenerativos, incluindo plantio pré-germinado, que pode reduzir o uso de herbicidas. O maior problema também foi e continuará a ser o problema ecológico causado pela dragagem destrutiva das zonas úmidas naturais.

O arroz pertence às espécies Monocotyledonae, Poaceae, *Oryza* e *Oryza sativa* L. Entre as variedades mais plantadas no Rio Grande do Sul, possui alta produtividade e boa qualidade para consumo, mas em geral é suscetível a fatores

ambientais adversos. Planta nativa do Sudeste Asiático, teria sido semeado na China há cerca de 5.000 anos. Expandiu-se para o resto do mundo através da Índia. Foi introduzido no Brasil pelos portugueses no século XVI. Atualmente, é uma das culturas mais importantes, principal fonte de energia em grãos, e constitui a base alimentar de mais de 50% da população mundial.

O arroz é o alimento básico para a maior parte da população mundial, de acordo com o Fundo para Agricultura e Alimentação das Nações Unidas, o Brasil consome cerca de 52,5 quilos de arroz por pessoa por ano (com base na casca), embora inferior ao consumo per capita mundial (84,8 kg/pessoa/ano), esse valor é considerado alto se comparado ao consumo per capita dos países desenvolvidos (16,7 kg/pessoa/ano).

A produção mundial de arroz em 1999 foi de 586,8 milhões de toneladas, nesse ano a China era o maior produtor mundial, responsável por 34,2% da produção mundial, seguida pela Índia, com 21,7% da produção total. A Ásia responde por 90% da produção mundial, já na América Latina, o Brasil foi o maior produtor, com 11,4 milhões de toneladas no mesmo ano, abrangendo uma área de 3,14 milhões de hectares.

A cadeia produtiva do arroz é de extrema importância no Rio Grande do Sul, principalmente na metade sul do estado, onde se concentra a maior parte da produção. O estado do Rio Grande do Sul tem a maior produção, respondendo por 54% da produção brasileira. Na safra 2005/2006, plantou mais de 1 milhão de hectares de arroz irrigado, com uma produção total de mais de 6 milhões de toneladas de arroz. A região sul do Brasil também é conhecida por ter a maior indústria de arroz.

O agronegócio do arroz no Rio Grande do Sul é responsável por cerca de 175 milhões de reais ou 20,3% da receita de ICMS e 2,5 bilhões de reais ou 3,1% do PIB, gerando cerca de 250 mil empregos diretos. Pelotas é um dos maiores polos de beneficiamento de arroz da América Latina, industrializando cerca de 11,4% da produção do Rio Grande do Sul, instalando 33 indústrias de beneficiamento.

A partir de 1975, a Empasc (hoje Epagri) foi incumbida de realizar pesquisas. Estado. Como resultado, os resultados obtidos em quase 25 anos de pesquisa aumentaram a produtividade média de 2.300 kg/ha em 1976 para 6.900 kg/ha em 2001 (FERREIRA et al., 1997).

A produtividade média das lavouras em Santa Catarina atualmente está estável com média de 7.000 kg/ha, variando conforme as condições climáticas de cada cultura.

2.1 Importância econômica da cultura da soja

A cultura da soja é de extrema importância mundial, como é de conhecimento comum. Historicamente denominado como “Marcha para o Oeste”, no ano de 1930, com objetivo de encaminhar famílias para os estados de Mato Grosso e Goiás buscando inserir colônias agrícolas, o referido programa reduziria a densidade demográfica no Sudeste, além de garantir matéria prima para as indústrias que era um crescente nos estados de São Paulo e Rio de Janeiro. Neste campo de exploração, Goiás e Mato Grosso, Ministério da Agricultura, Instituto de Planejamento (Iplan) estudavam e incentivavam o aproveitamento potencial do Cerrado para o cultivo da soja. O que foi de fundamental importância a produção da cultura em larga escala no Estado do Mato Grosso, especificamente local deste estudo (Shinkai *et al.*, 2020).

Segundo Estatísticas de Comércio Exterior do Agronegócio Brasileiro a cultura da soja é hoje a mais importante do agronegócio mundial. Sendo os principais países produtores Estados Unidos e Brasil, seguidos por Argentina, China e Índia. Somente os dois maiores são responsáveis por 231 milhões de toneladas, que equivalem a 66% da produção mundial (Martini *et al.*, 2012).

Da totalidade da produção, 93% é destinado para o processamento do complexo soja, que é composto por grãos, farelo e óleo de soja, exercendo uma das principais commodities (produtos que funcionam como matéria prima) mundiais. Os outros 7% são aplicados em outros produtos, dentre elas cosméticos, indústria farmacêutica, adubação, adesivos, revestimentos, tintas e plásticos (Steinmetz, 2007; Vernetti, 2009).

Os grãos podem também ser utilizados na alimentação humana, além de ser matéria prima para a produção de farelo e óleo. Destes, o farelo, sobretudo, é ingrediente para a nutrição animal, uso em rações, contudo, também é encontrado em produtos não alimentícios como cola para madeira. Em relação ao óleo de soja, destaca-se a importância na produção de produtos para cozinha (óleo, margarina e sorvete), medicamentos e biodiesel (Alves; Juliatti, 2018).

2.1 Aspectos gerais da cultura da soja

A soja (*Glycinemax* L. Merrill) é uma planta leguminosa que foi iniciada por agricultores chineses há cerca de 5.000 anos e cresce principalmente perto de lagos e rios na China central. Essa espécie começou a se espalhar para a Ásia há três mil anos, onde começou a ser usada como alimento. No início do século 20, com o avanço da ciência e o surgimento de novas variedades cultivadas nos Estados Unidos, o cultivo para mercado começou nos Estados Unidos e se desenvolveu rapidamente. O crescimento da produção (Gazzoni, 2018).

O primeiro plantio de soja no Brasil foi feito na Bahia por volta de 1882 e logo se espalhou pelo Rio Grande do Sul. Até meados da década de 1930, era considerada uma área de produção destinada a usar grãos para alimentação e outras propriedades. A maior expansão da soja brasileira começou na década de 1970, quando aumentava o interesse das pessoas pela indústria do petróleo e a demanda pelo mercado internacional (Pottker; Bem, 1998, Silveira; Stone, 2003).

A soja contribuiu em grande medida para o surgimento da agricultura comercial no Brasil, acelerou significativamente a mecanização das lavouras, modernizou o transporte e ampliou as fronteiras agrícolas, promovendo a tecnificação e a produção de outras safras, além de promover o desenvolvimento de outras produções. Atualmente, o Brasil é o maior produtor mundial de soja, estima-se que a área de plantio da safra 18/19 seja de 36.174,2 mil hectares, a produtividade estimada em 3.302 kg/ha e a produtividade de 119.427,5 mil toneladas. Em escala global, vale destacar que o Brasil atua na produção e exportação de aproximadamente 32,61% e 47,65% da soja em grão (Toloi, 2021). O principal produtor de feijão do Brasil é o Mato Grosso, com 26,1 milhões de peças e o Paraná, com 16,8 milhões de peças, entre eles os estados do Rio Grande do Sul, Goiás e Mato Grosso Sul também. O Pará cresceu significativamente nos últimos anos, passando de 880,1 mil toneladas colhidas em 2018/2019 para 1,5568 bilhão de toneladas colhidas em 2019/20. Esse aumento está diretamente relacionado ao aumento da área agricultável e do aumento da produtividade à adoção de novas tecnologias. Embora a produção do estado seja responsável por apenas 1,30% da produção total do país, a safra sempre foi o produto agrícola com maior taxa de crescimento anual, o que tem promovido o desenvolvimento econômico do estado (Toloi, 2021).

A soja é uma cultura com produtividade cada vez maior por meio do avanço das práticas agrícolas modernas aliadas ao melhoramento genético. No que se refere ao melhoramento, a contribuição mais importante é a utilização de cultivares promissoras, com alta produtividade e boas características agronômicas, sem incorrer em custos adicionais para os produtores (Santos et al., 2018).

Para facilitar a adaptação da soja em diferentes locais, o tempo de floração causado pelo fotoperíodo e a temperatura devem ser considerados. Essas características são de extrema importância para o desenvolvimento nutricional das plantas e estão diretamente relacionadas à produção de alimentos (De Carmo, 2018).

A soja tem três tipos de maturidade: definitiva, incerta e semi-incerta. O tipo definitivo não aumenta o número de nós do caule após o início da floração, o aumento do número de nós do caule após o tipo adventício é maior que o número de nós antes do início da floração e o tipo semi-indeterminado o aumento de o número de nódulos após a floração é igual ou menor que o início da floração (BIESDORF et al., 2018).

2.1.2 Fenologia e morfologia da cultura da soja

A soja é uma planta anual ereta, leguminosas, ervas e auto reprodução, afetada pelo ambiente, algumas características morfológicas apresentam variabilidade; o ciclo pode ser de 75 dias (anterior) a 200 dias (após); altura de 30 a 200 cm afetará o número de agências (Muller, 1981).

O sistema radicular dessa planta é composto por raízes primárias e raízes secundárias, distribuídas em quatro sequências, porém, devido ao fraco desenvolvimento das raízes primárias, o sistema radicular é mais dispersivo (Verneti, 2009; Vernet et al., 2009).

Já nas raízes das plantas, existem nódulos que representam a simbiose entre a soja e as bactérias. Esses nódulos promovem a fixação de nitrogênio no ar e os fornecem de forma assimilável (nitrato), conforme descrito no relatório de pesquisa (Vernet, 2009).

No caule: Caracteriza-se por ser herbáceo, ereto, pubescente e ramificado, e seu desenvolvimento inicia-se a partir do hipocótilo, logo após a germinação. Seu crescimento será afetado por condições externas, mas geralmente é ortotrópico na maioria das cultivares. De acordo com o ápice principal do caule e as características

da cultivar, o hábito de crescimento da planta pode ser definido, semi determinado ou incerto (Muller, 1981).

As plantas de soja apresentam três tipos de folhas durante o processo de crescimento e desenvolvimento, a saber: folhas cotiledonares, que são as folhas iniciais, as folhas de uma folha também aparecem nos estágios iniciais de desenvolvimento e as folhas de três folhas aparecem logo após as folhas de uma folha e permanecer até a senescência (Verneti., 2009).

Já as flores de soja estão intactas e ocorrem em racemos terminais ou axilares. A cor da flor pode ser branca ou roxa, e a tonalidade roxa varia de acordo com a genética da raça (Verneti, 2009). O que geralmente ocorre nas fileiras abertas da flora pela manhã, evidenciando os efeitos da temperatura e da umidade. Isso nos permite entender que os efeitos do fotoperíodo afetam a soja, que são plantas de dias curtos que requerem um mínimo de noite ou escuridão para florescer (Graff, 2014).

As vagens são frutos da soja, com 2 a 7 cm de comprimento e 1 a 2 cm de largura na maturidade, podendo variar dependendo da variedade e das condições climáticas, mas geralmente são planos. Variantes de cinza, amarelo palha ou preto são coloridas. Em termos da fenologia da soja, considera-se o estágio nutricional, desde a germinação e emergência até o início da floração, e o estágio reprodutivo desde o início da floração e se estendendo até a maturidade fisiológica do grão (Toloi, et al., 2021).

De acordo com relatórios, o plantio de soja na China remonta a 1100 a.C., e não foi até 200-300 a.C. que o plantio de soja foi introduzido na Coreia do Sul e depois no Japão (Alves; Julietti, 2018).

Na Europa, o cultivo da soja começou em 1875. Nos Estados Unidos, seu cultivo foi mencionado pela primeira vez na Pensilvânia em 1804. Vale lembrar que até 1941, a soja do país era destinada apenas à alimentação animal (Artuzo et al., 2018).

No Brasil, sua história remonta a 1882, na Bahia, a primeira menção à soja. No entanto, as variedades da América do Norte não parecem se adaptar à latitude cerca de 12º sul. Somente em 1891 a nova variedade foi introduzida em Campinas, São Paulo, onde a latitude é cerca de 22º54 e o sul tem melhor desempenho. No mesmo ano, o Rio Grande do Sul também introduziu a cultura da soja. Com a chegada dos imigrantes japoneses a São Paulo, por volta de 1908, novas variedades foram introduzidas, mais voltadas para o consumo humano (Do Carmo et al., 2018).

A soja começou a ser cultivada em Santa Catarina em 1930 e em Minas Gerais em 1920. Ocorreu no Estado de Goiás em 1950, e nos demais estados das regiões Centro-Oeste, Norte e Nordeste por volta de 1970. No Brasil, a produção de grãos de soja para fins comerciais destinava-se à alimentação de suínos e teve início no Rio Grande do Sul por volta de 1935. Em 1938, o Brasil exportou soja para a Alemanha pela primeira vez. Em 1951, nasceu no Brasil a primeira indústria extrativa de óleo de soja comestível. Desde então, se expandiu para Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso, Bahia, Tocantins e outras partes do país (Korber et al., 2017).

O Brasil introduziu a soja há 131 anos, mas essa cultura está quase esquecida há quase 70. Só a partir da década de 1960, tornou-se uma das mais importantes culturas do país e a segunda maior desta oleaginosa. Países produtores. Plantado no mundo (Verneti et al., 2009).

Devido ao aumento da população mundial, ao aproveitamento da soja na produção de biocombustíveis, tintas, lubrificantes, plásticos e vernizes, e ao aumento gradativo do consumo da soja na alimentação humana, a perspectiva é que a demanda pelo grão de soja aumentar no futuro.

2.1.3 Aspectos agronômicos

Devido ao seu potencial de múltiplos usos, a soja é uma das mais importantes oleaginosas cultivadas no mundo e um dos principais produtos do agronegócio brasileiro. Segundo o autor, o uso da soja como óleo, farelo, farinha, lecitina e outros produtos com importante valor nutricional para a saúde ajudará a indústria de alimentos a buscar a melhoria da qualidade das variedades (Costa et al., 2018).

Desde a emergência da muda até a maturação da vagem, o ciclo da cultivar de soja é denominado ciclo da cultivar de soja, que varia de cerca de 70 a mais de 200 dias, dependendo do local e da época de semeadura. A maioria das cultivares adaptadas às condições brasileiras tem um período de cerca de 90 a 150 dias (Andrade et al., 2018).

O período juvenil das variedades de soja é o tempo entre a emergência das mudas e o dia em que estão prontas para receber a indução floral. Tomando a região Centro-Oeste como exemplo, a maioria das variedades tem um longo período juvenil, o que significa que o estímulo à floração pode ser verificado posteriormente, ou seja,

por volta da 5ª à 7ª folhas ou depois de três folhas, mesmo que sejam curtas. Sob condições foliares (Toloi et al., 2021).

A interação entre fábrica, ambiente de produção e gestão é a condição que define a produtividade da cultura. Além disso, o autor acredita que para se obter um bom efeito de semeadura na cultura da soja, outros fatores devem ser considerados: época de semeadura, espaçamento entre linhas, profundidade de semeadura e método de semeadura (Korber et al., 2017).

A soja, como outras culturas, precisa maximizar o uso da radiação solar para alcançar alta produtividade. A radiação solar, a água e a temperatura são essenciais para regular o crescimento e o desenvolvimento das culturas (Verneti, 2009).

Segundo os autores, outro fator muito importante no cultivo da soja é a época da semeadura, pois a soja é uma planta sensível à luz e demais condições ecológicas (como temperatura, altitude e umidade), portanto a época da semeadura determinará a exposição à soja. Mudanças na soja para fatores climáticos afetarão diretamente sua fotossensibilidade (Costa et al., 2018).

No Brasil, há indícios de que a soja plantada antes de 1º de outubro ou após 20 de dezembro não apresentava maturação satisfatória. Para a região Centro-Oeste, recomenda-se semear entre 10 de outubro e 15 de dezembro. Para obter altos rendimentos, espaçamento suficiente entre e dentro das linhas de semeadura de soja é outro fator muito importante que deve ser considerado (De Andrade et al., 2018).

Outro fator importante no manejo da cultura da soja é o cálculo do número de sementes necessárias para o plantio. Por esse motivo, é necessário entender a capacidade de germinação do lote de sementes a ser utilizado. Essas informações são fornecidas por empresas que comercializam sementes, mas os produtores precisam ter cuidado. A profundidade de plantio é importante porque afeta o estande, a altura da planta, o ciclo, o alojamento e a produtividade de grãos da soja, também interfere na porcentagem de emergência (Toloi et al., 2021).

2.1.5 Situação econômica da soja em Santa Catarina

No estado de Santa Catarina, analisando a produção de grãos em algumas áreas, verifica-se que a média de terras agricultáveis no município de Campos Novos é de cerca de 200 hectares com produtividade de 4.200 kg/ha, o que comprova a

eficácia da produção. Na região Oeste (Chapecó e Região), a maioria dos produtores possui em média menos de 50 hectares de soja. No estado de Mato Grosso, são cultivados mais de mil hectares (Federizzi, 2005).

Os fatores que contribuem para essa boa produtividade são: sementes de alta qualidade, pois Santa Catarina é um dos maiores produtores de sementes do Brasil; manejo da lavoura por meio da agricultura de precisão, complementada com adubos orgânicos, esterco suíno e dejetos de aves, o que ajuda a melhorar o solo e reter umidade; dedicação dos agricultores ao manejo das culturas; plantio direto da palha; assistência técnica específica para cooperativas e corporações multinacionais e para condições edafoclimáticas em áreas altamente produtivas acima de 800 metros acima do nível do mar (Klanovicz, 2014).

Controle de plantas daninhas

Um fator preocupante que ameaça a sustentabilidade das culturas e afeta diretamente a produtividade é a resistência das plantas daninhas aos métodos de controle atuais, principalmente em sistemas contínuos onde as mesmas culturas são cultivadas ano após ano na mesma área. Os métodos atuais de controle de arrozais (ferramentas químicas) não são mais eficazes contra essas plantas, especialmente o arroz vermelho, que se mostrou resistente a herbicidas que podem ser usados sem prejudicar o arroz (Albuquerque; Petreire; Frontinelli, 2009).

Uma das alternativas para evitar tais problemas é a rotação de culturas, que, além de reduzir as plantas daninhas, também pode melhorar a qualidade do solo, aumentando a sustentabilidade do sistema. Em um estudo recente, a rotação integrada de culturas mostrou-se eficaz no controle de plantas daninhas em arroz.

Há evidências de que os herbicidas usados na soja também têm atividade contra o arroz vermelho, uma das principais plantas daninhas nas lavouras de arroz. Esses autores concluíram que práticas de manejo integrado devem ser empregadas para retardar a evolução da resistência aos herbicidas glifosato e glufosinato em arroz-vermelho em rotações de arroz irrigado com soja (FRANCHINI et al., 2000).

2.5.1.3 Ganhos com Economia de escopo

Economias de escopo ou “economias integradas” são definidas como situações em que os custos de produção amortizáveis de duas ou mais linhas de produtos são inferiores ao custo total de produção de cada linha de produtos individualmente.

Portanto, a diversificação pode ser um mecanismo para reduzir o custo global dos insumos associados a diversos processos produtivos. Na agricultura, as economias de escopo existem quando a produção combinada de múltiplos produtos aumenta a produtividade e reduz os custos gerais de produção (Bottega et al., 2013).

A rotação de culturas entre arroz irrigado e soja traz o benefício de promover a integração de culturas de várzeas com a pecuária. Como a soja cresce em solos secos, ao contrário do arroz, que cresce sob enchentes, há benefícios potenciais (menores custos e maior produtividade) no estabelecimento de pastagens de inverno. Essas pastagens se beneficiam de nutrientes, como o nitrogênio que a soja deixa no solo, fornecendo ao gado mais ração, que é um catalisador para a ciclagem de nutrientes no solo (Arf, et al., 1999).

A Agricultura e Pecuária Integrada (ILP) é a prática de criação conjunta de animais na mesma área onde o grão é produzido. A integração não é apenas permitir que os animais se alimentem dos resíduos das colheitas, mas, mais importante, é um sistema no qual tanto a produção de alimentos quanto a pecuária se beneficiam das sinergias e características que a integração cria.

Vários estudos demonstram os benefícios emergentes do ILP. O sistema melhora as propriedades físicas, químicas e biológicas dos solos hidromórficos, característicos das áreas de produção de arroz irrigado. Além disso, para esses autores, a combinação de arroz com soja e posterior pastejo em pastagens plantadas favoreceu a riqueza e diversidade da fauna do solo ao longo do tempo (Wutke et al., 2000).

Em outro estudo, mostrou que o pastoreio de animais em áreas antes utilizadas para a produção de cereais significou mais um impulso econômico para a renda dos produtores rurais. Além da produção de carne, os rendimentos subsequentes de grãos de soja, leguminosas (feijão fase), arroz irrigado e milho aumentaram 3,4%, 4,7%, 10,4% e 10,8%, respectivamente, quando as plantas de cobertura foram pastoreadas (Genro Junior; Reinert; Reichert, 2004).

Diante dessa situação, pode-se concluir que a rotação de culturas entre soja e arroz, embora não seja LPIS, é benéfica para economias de escopo, pois reduz o

custo de implantação da pecuária neste sistema de produção e melhora as condições do solo para as culturas subsequentes.

2.5.1.4 Redução de custos com adubação

Uma das vantagens da rotação de leguminosas é a biofixação de nitrogênio no solo. A soja deixa uma "herança" de nitrogênio no solo, o que pode reduzir a quantidade de fertilizante de nitrogênio aplicado às lavouras de gramíneas após o plantio da soja (Miranda; Vilela; Miranda, 2005).

As recomendações de adubação para o arroz irrigado são baseadas em matéria orgânica (nitrogênio), P (fósforo) e K (potássio), culturas anteriores (leguminosas, gramíneas), incidência de doenças, especialmente brusone, alteração da dose indicada de nitrogênio cujo desenvolvimento é afetado pelo excesso de nitrogênio, desenvolvimento vegetativo da cultura e condições climáticas (temperatura e iluminação).

A rotação de leguminosas produziu maiores rendimentos de grãos e melhor eficiência no uso de nitrogênio do que as culturas de arroz cultivadas após o pousio. O estudo mostra que, ao contrário do nitrogênio aplicado, o nitrogênio produzido por todas as leguminosas está prontamente disponível e pode ser usado com eficiência pelas lavouras de arroz. Portanto, concluiu-se que a incorporação de resíduos de leguminosas pode ser uma fonte alternativa de fertilizante nitrogenado para a produção sustentável de arroz sem reduzir significativamente os níveis de produtividade (Garcia; Rosolem, 2010).

2.5.1.4 Ganhos na Estratégia de Comercialização

No caso especial da rotação de culturas entre soja e arroz irrigado, o sistema se consolidou na área de várzea do Rio Grande do Sul, onde, além dos benefícios citados, as vantagens associadas à comercialização do produto podem ser obtidas. A soja é uma commodity produzida no Brasil e até em várias partes do mundo, e seu maior mercado comprador é a China. O arroz irrigado cultivado no sul do Brasil é destinado principalmente ao mercado interno (Silveira; Stone, 2001).

Ao dividir o preço da saca de arroz pelo preço da saca de soja (valor nominal), observa-se que o valor do arroz em relação à soja diminui no primeiro semestre de

cada ano e aumenta no segundo semestre do ano. De posse dessas informações, os produtores podem optar por vender arroz no segundo mandato se tiverem soja para vender no primeiro mandato. Em outras palavras, a diversificação de culturas em uma propriedade por meio da rotação soja-arroz pode melhorar a estratégia de comercialização da propriedade (Castro Filho; Muzilli; Podanoschi, 1998).

2.5.1.5 Redução de risco

O agronegócio é fortemente influenciado por uma série de fatores, incluindo mudanças na produtividade e sazonalidade nos preços de insumos e produtos. O risco de mercado afeta diretamente as decisões sobre a diversificação de culturas e, neste caso, a diversificação da produção é representativa porque reduz o risco ao aumentar a estabilidade da renda agrícola.

Os fatores de risco agrícolas podem ser divididos em risco de produção (clima, solo, tecnologia, pragas e doenças), risco operacional (plantio, adubação, irrigação, etc.), risco financeiro (cenários econômicos e políticos) e risco de mercado (volatilidade de preços). Nesse sentido, os sistemas de monocultivo de arroz irrigado apresentam riscos elevados, principalmente em termos de produção (por exemplo, infestação por plantas daninhas resistentes), operações (atraso de plantio devido a fatores climáticos) e preços reais no mercado. (Silveira; Stone, 2003).

No caso da soja de várzea, os maiores riscos identificados pelos especialistas são o estresse hídrico devido às condições climáticas (chuvas irregulares) e às propriedades do solo (baixa condutividade da água) que afetam diretamente a produtividade da lavoura;

A rotação de culturas é uma estratégia para diversificar a base produtiva de uma propriedade e reduzir a dependência de uma única fonte de renda. Propõe-se a teoria do portfólio, que busca maximizar os retornos esperados com base nos níveis de risco e na diversificação de ativos. No entanto, a recompensa máxima nem sempre significa risco reduzido. Por exemplo, no caso da rotação de culturas, se houver super safra de arroz, há uma tendência de queda do preço pago aos produtores, resultando em perdas (Almeida et al., 2008).

Os riscos também podem ser revertidos, por exemplo, quando a seca ocorre no verão. Nesse caso, os rendimentos da soja podem ser reduzidos enquanto as lavouras de arroz mantêm altos níveis de produtividade. Portanto, os reais benefícios

da rotação de culturas não são claros, pois os riscos de acidentes e as recompensas para ambas as culturas podem variar de ano para ano.

2.5.1.6 Ganhos de produtividade

Combinando todos os benefícios da sinergia acima (garantia de tempo de plantio, redução de plantas daninhas, melhores características no solo deixadas pelo gado, melhor disponibilidade de nutrientes, redução da incidência de pragas e doenças, melhor comercialização e redução do risco), os resultados esperados da rotação de culturas são A aplicação aumenta a produtividade das lavouras de arroz irrigado. O arroz irrigado é mais produtivo do que o arroz cultivado continuamente em sistemas de rotação de culturas e rotação de culturas (Trento; Helber; Reis, 2002).

2.6 CULTIVO DO ARROZ EM ROTAÇÃO COM SOJA

O arroz de terras altas deixou de ser cultivado apenas em áreas recentemente desmatadas, de baixa tecnologia e envolvido em sistemas de produção de alta tecnologia, como a rotação de culturas com a soja. Quando as condições climáticas são favoráveis, utilizam-se cultivares de alta produtividade e realiza-se o manejo adequado da tecnologia das plantas, seus rendimentos nesse sistema têm ultrapassado 4.000 kg ha⁻¹ (Castro; Calonego; Crusciol, 2011).

Nas áreas onde a soja costuma ser cultivada, o nível de adubação do arroz de terras altas dependerá do estágio de recuperação do solo. Em alguns casos, a fertilização formulada foi ineficaz. Por outro lado, em solos mais argilosos, lavar o solo com arado de aiveca ou escarificador a uma profundidade de cerca de 35 cm produziu rendimentos significativamente maiores do que os solos tratados com grades.

Nenhuma resposta à adubação ou preparo profundo do solo foi observada quando cultivada em solos que restauraram a fertilidade e não impediram o crescimento das raízes. Nessas condições, cerca de 4.000 kg ha⁻¹ podem ser produzidos com a variedade Primavera. No entanto, para esses casos, a adubação de manutenção é recomendada, visando apenas a reposição da produção de nutrientes por esta cultura. A adubação excessiva não é recomendada, pois aumenta

os custos de produção e deixa as plantas vulneráveis a doenças como explosões (Stone; Guimarães, 2005).

Ao adotar o sistema de plantio direto-SPD, mais atenção deve ser dada à adubação nitrogenada. Observou-se que a adubação nitrogenada tem menor efeito no DPS do arroz cultivado após a soja em comparação com outros sistemas de produção. Além disso, nenhum efeito do manejo de nitrogênio (aplicação completa de nitrogênio na semeadura ou aplicação separada de nitrogênio entre semeadura e cobertura morta) na produtividade foi observado (Stone; Silveira, 2001).

Por outro lado, a aplicação de fertilizantes com alto teor de nitrogênio antes da semeadura e da fase de panícula aumentou a suscetibilidade das folhas e panículas à brusone do arroz, e também promoveu a lixiviação do nitrogênio, principalmente em solos arenosos e áreas com alta pluviosidade. Um sistema de manejo de nitrogênio aplicado integralmente na semeadura é utilizado para monitorar os custos operacionais de produção, pois produz produtividade semelhante a outros sistemas de manejo e requer menos operações.

O solo é um recurso importante que precisa ser protegido ou mesmo melhorado. Portanto, grande atenção deve ser dada à preparação para seu uso agrícola. Quando esta preparação vai bem, podem ser observadas melhorias em sua estrutura física, porosidade e rugosidade superficial. Todas essas características ajudam a água a penetrar no solo e a reduzir o potencial de erosão, reduzindo assim a perda de matéria orgânica e outros componentes da fertilidade (Franchini et al., 2011).

O sistema radicular do arroz é muito sensível à compactação do solo, que é causada pelo tráfego excessivo de máquinas em sua superfície, como pode ocorrer no SPD. Nessas condições, o sistema radicular estava subdesenvolvido. No entanto, quando as condições físicas do solo são favoráveis, o sistema radicular atinge maiores profundidades. Um sistema radicular subdesenvolvido não causa grandes problemas para as plantas quando há água suficiente no solo, no entanto, pode agravar os efeitos dos períodos secos devido à menor capacidade da planta de absorver água.

As raízes superficiais, por outro lado, não absorvem nutrientes que se deslocam para as camadas mais baixas do solo. Isso é especialmente importante em áreas com alta pluviosidade e em solos arenosos antes da Amazônia. A semeadora SPD, equipada com rompedor de solo mais profundo, apresentou resultados positivos na

indução do aprofundamento radicular em arroz de terras altas (Reis; Casa; Bianchin, 2011).

Um desses dispositivos é um escarificador preso à plantadeira, localizado atrás do disco de corte, rompendo o solo mais profundamente e aplicando 50% de adubo em cerca de 20-22 cm e o restante em 5-8 cm, aumenta o sistema de raízes e proporciona melhor absorção de água e nutrientes, especialmente aqueles que são mais lixiviantes. Esse truque resultou em um aumento de 100% na produtividade quando os períodos de seca expuseram as plantas ao estresse hídrico. No entanto, este efeito não foi observado quando a disponibilidade hídrica é suficiente e a fertilidade do solo é satisfatória (Pöttker; Bem, 1998).

O controle de plantas daninhas no arroz de terras altas é mais complexo do que em outras culturas cultivadas nas mesmas condições do arroz, como soja e milho. Isso não só porque não há herbicida eficiente para o cultivo do arroz, mas também por sua baixa competitividade contra plantas daninhas. Portanto, herbicidas e medidas agronômicas são recomendados para o controle integrado de plantas daninhas na cultura do arroz.

Destes, a rotação de culturas ajuda a manter baixas as populações de plantas daninhas porque introduz culturas mais competitivas no sistema e também porque permite a rotação de herbicidas. Outro aspecto muito importante é adotar o espaçamento correto para cada tipo de estrutura da planta. Plantas de arroz com folhas mais eretas e mais curtas foram menos competitivas com as plantas daninhas, porém, sua competitividade aumentou quando semeadas em fileiras mais próximas devido ao aumento da sombra (Gonçalves et al., 2007).

A rotação soja-arroz é uma importante opção para o agronegócio sustentável por sua produtividade e reduzido consumo de insumos. O arroz nesse sistema pode produzir mais de 4.000 kg ha⁻¹ quando as condições climáticas são favoráveis e são utilizadas cultivares de alta produtividade, juntamente com o manejo fitotécnico adequado.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 SISTEMA DE MANEJO USADO NA PROPRIEDADE

O experimento foi instalado na Fazenda Amboni localizado no município de Içara – SC, situado sob as coordenadas 28°48'54.2"S 49°20'14.6"W, com área de 900 hectares. Então foi separado 21 hectares como a Figura 1 apresenta a área aonde se instalou o atual estudo de rotação da cultura do arroz para a soja.

Figura 1. Croqui da área experimental de rotação no cultivo de arroz para soja na região de Içara, SC. Içara, 2022.

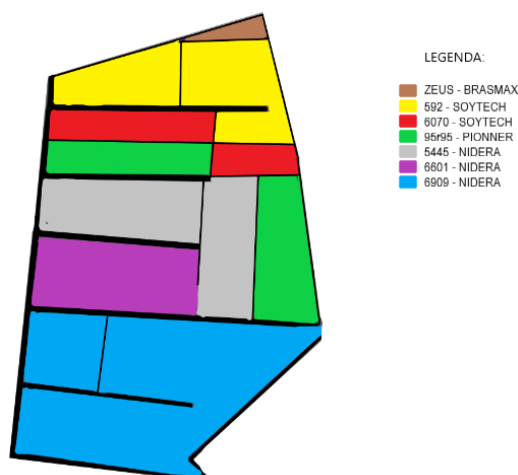


Fonte: autor

Após separar a área onde foi estabelecido o experimento foi selecionado as cultivares que foi implantada com o auxílio do Eng. Agrônomo que presta acessória a propriedade aonde trabalhamos com 7 cultivares sendo:

- 6909 Nidera: 7,5 hectares
- 6601 Nidera: 2,5 hectares
- 5445 Nidera: 3,5 hectares
- 95r95 Pionner: 2,5 hectares
- 6070 Soytech: 1,8 hectares
- 592 Soytech: 3,2 hectares
- Zeus Brasmax: 0,2 hectares

Como mostra na figura 2 o aonde foi implantado cada cultivar:



Fonte: autor

Ao término do ciclo do arroz na safra 2020/2021, iniciou-se o preparo do solo se manejando os restos culturais do arroz, com o rolo faca, o objetivo desse implemento é realizar o amassamento uniforme dos restos culturais ou palhadas, protegendo a superfície do solo e facilitando o apodrecimento da palhada, como mostrado na **Figura 3**, esse tratamento visa melhorar as características físicas, químicas e biológicas dos solos.

Figura 3. Características físicas e transformadas da superfície do solo, após o manejo com o Rolo Faca (Rolo Destorroador agrimec, modelo RF 3500, largura 5,0 metros). Içara, 2022.



Fonte: Elaborado pelo autor 2021

Após a passagem do rolo faca (Rolo Destorroador agrimec, modelo RF 3500, largura 5,0 metros), o solo foi drenado, isso segundo Costa (2008) solos encharcados transformam os parâmetros físicos como textura, estrutura, condutividade hidráulica e temperatura, parâmetros que interferem diretamente sobre as condições nutricionais e disponibilidade para as plantas. A formatação dos drenos foi realizada com o auxílio de uma Retro escavadeira marca Case modelo 580 N, abrindo os valos com 1,0 metro de profundidade e 0,8 metros de largura.

Para o preparo do solo foi passado por três vezes uma grade niveladora de 52 discos recortado com discos de 22" com profundidade de 12 cm trabalhado com o Valtra modelo BM 125i (135 cv) com intuito de deixar o solo homogêneo e linear, para passagem da lamina a laser (Plaina Niveladora Laser NLA 5000), visando planificação em cota zero, facilitando a drenagem como apresentado na Figura 4.

Figura 4. Preparo do solo utilizando uma grade niveladora de 52 discos recortado com discos de 22" tracionado por um Trator Valtra BM 125i. Içara, 2022.



Fonte: Elaborado pelo autor 2021

O solo deve estar bem homogêneo e descompactado, apto para nivelar deixando o mais próximo de cota zero, o trator utilizado para o trabalho foi um Valtra modelo BM 125i (135 cv) esse trabalho é realizado para facilitar o escoamento da água após o plantio como demonstrado na Figura 5.

Figura 5. Uso de Plaina Niveladora Laser NLA 5000 para obtenção de cota zero em preparo de solo. Içara, 2022.



Fonte: Elaborado pelo autor 2021

Para correção do solo e adubação de base visando a melhoria das propriedades físicas e químicas do solo foi realizado uma coleta de solo, com amostra e sub amostras, após encaminhado para o Laboratório a fim de se obter o resultado químico nutricional dessas áreas.

Instalação do Experimento

Após o preparo sistemático do terreno, conforme descrito anteriormente, a semeadura foi realizada no dia 15 de novembro de 2021. O experimento foi realizado com a utilização de sete conforme mostrado na Tabela 1.

Tabela 1 – Teste de adaptabilidade de variedades de soja (*Glycine max*) para a condições de Içara (SC). Içara, 2022.

Tratamento	Variedade
T1	6601 Nidera
T2	6909 nidera
T3	5445 nidera
T4	95r95 pionner
T5	Zeus brasmax
T6	6070 soytech
T7	592 soytech

Fonte: o autor.

Para a semeadura das sementes de soja, foi usado um trator John Deere modelo 6110j (110 cv) e uma semeadora John Deere modelo 1111 de 9 linhas com espaçamento de 50 centímetros entre filas e 8 centímetros entre plantas. A semeadura teve profundidade de 4 cm como apresentado na Figura 6 e descrito por Favaretto (2020).

Figura 6. Plantio de sementes de soja com auxílio de trator John Deere modelo 6110j (110 cv) e uma semeadora John Deere modelo 1111 de 9 linhas, espaçamento 0,5 metros x 8 cm entre plantas.

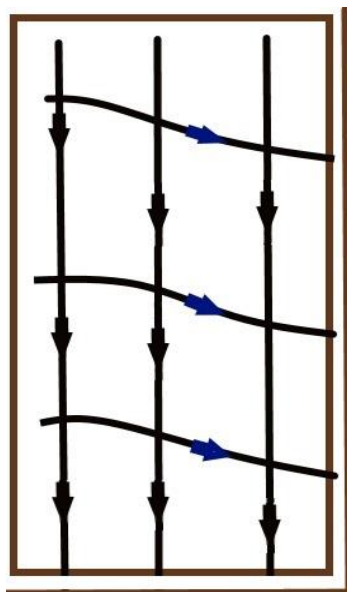


Fonte: Elaborado pelo autor 2021

A adubação foi realizada no sulco de plantio com o auxílio da plantadeira que deposita o adubo abaixo da semente, a formulação química usada em nosso estudo foi o N-P-K 05-20-20, que possui respectivamente, 5% de N, 20% de P_2O_5 e 20% de KCl e o tratamento de semente realizado foi o Standak top.

Como o manejo das áreas para as diferentes variedades foi padrão, como avaliação para se testar a adaptabilidade das cultivares, foi calculado a produtividade de cada variedade pela área.

Logo após o plantio foi utilizado a Valetadeira Boelder VB 1700 para fazer as microdrenagem para auxiliar na drenagem da área. Foi realizado as valetas com profundidade de 20cm na longitudinal e também foi realizado microvaletas com 10cm de profundidades na transversal que auxiliaram no escoamento mais rápido. Lembrando que todas valetas feitas foram ligadas no valo de esgoto do quadro de arroz como mostra na figura 7.



Fonte: Elaborado pelo autor

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1- Interpretação e análise de Solo

Com a análise química em mãos, foi realizado a análise e interpretação dos valores contidos na Figura 6, mostrando um solo bastante argiloso com 39% e 43%, respectivamente, resultando em uma boa capacidade de troca de cátions. Com o auxílio do manual de adubação e calagem (2018), usando a tabela com o índice SMP, calculamos a necessidade média de adição de calcário para 10 toneladas por hectare, aplicando 5 toneladas de calcário calcítico e 5 toneladas de calcário dolomítico, respectivamente. Com essa quantidade aplicada, o objetivo é que após as devidas reações no solo, o pH suba para 6,5 e como consequência o alumínio fique com índice zerado e a acidez total reduza consideravelmente, resultando numa melhor disponibilidade nutricional de macro e micronutrientes.

Figura 8. Resultado de análise química de solo, realizado por sub-amostras na Fazenda Amboni, Município de Içara (SC).

RELATÓRIO DE ENSAIO DE SOLO - ANÁLISE QUÍMICA

Página 01 de 02

NOME: Rodrigo Salvador Amboni
 Código do Produtor:
 Endereço: Rio dos Porcos - Içara - SC
 Data de Recebimento: 05/08/2021
 Data de Emissão: 12/08/2021

CPF:

Amostra	Argila %	Classe	pH H ₂ O	Índice SMP	P mg.dm ⁻³	K mg.dm ⁻³	M.O. %	Al cmol _c .dm ⁻³	Ca cmol _c .dm ⁻³	Mg cmol _c .dm ⁻³
186546/21	39	Classe 3	5,2	5,0	8,7	234	9,7	1,0	9,7	5,1
186548/21	43	Classe 2	5,6	5,9	1,1	145	6,0	0,0	17,7	2,8

Amostra	H + Al cmol _c .dm ⁻³	CTC (cmol _c .dm ⁻³)		% Saturação CTC			Relação Ca/Mg	Relação Ca/K	Relação Mg/K	Relação (Ca+Mg)/K	Soma de Bases (cmol _c .dm ⁻³)
		Efetiva	pH 7,0	Al	Bases	K					
186546/21	13,3	16,4	28,7	6,0	53,7	2,1	1,9	16,1	8,6	24,7	15,4
186548/21	5,1	21,0	26,1	0,0	80,4	1,4	6,2	47,7	7,7	55,4	21,0

Amostra	S mg.dm ⁻³	Zn mg.dm ⁻³	Cu mg.dm ⁻³	B mg.dm ⁻³	Mn mg.dm ⁻³	Fe %	Cl mg.dm ⁻³	Na mg.dm ⁻³
186546/21	66,1	13,8	7,4	0,80	61	--	--	--
186548/21	87,0	9,1	1,7	0,71	8	--	--	--

Esse corretivo foi aplicado em duas vezes de 5 toneladas, a Figura 7 apresenta a distribuição do calcário calcítico através da espalhadeira jumil e um Valmet modelo 985 (110 cv).

Figura 9. Modelo de distribuição de calcário calcítico usando espalhadeira jumil e um Valmet modelo 985 (110 cv), num sistema a lanço. Içara, 2022.



Fonte: Elaborado pelo autor 2021

Depois de ter feito a correção de solo foi passado uma vez a grade niveladora de 48 discos de 18" com profundidade de 12 cm trabalhado com o Valtra modelo BM 125i (135 cv) para incorporação do calcário no solo.

Para a soja o Manual calagem e adubação (2018) recomenda a aplicação de 21 kg por tonelada de N, 14 kg de P₂O₅ por tonelada e 20 kg de K₂O por tonelada de produção. Com os índices médio de argila em 40 e as necessidades mostradas nas análises, em especial o fósforo que deve ser incorporado abaixo da raiz, foi aplicado uma dose de 350 kg do fertilizante N-P-K 5-20-20 por hectare.

Valetas e Sucos de Drenagem

Quatro dias após a semeadura, respectivamente no dia 19 de novembro, choveu 50 mm e a Figura 8 apresenta as valetas drenando a água, mostrando a necessidade de um bom sistema de drenagem e um preparo antecipado do solo, não necessitando auxílio de uma bomba para retirada da água.

Figura 10. Sistema de Drenagem efetivo com valetas e escoamento em superfície, evitando acúmulo de água e problemas com excesso. Içara, 2022.



Fonte: Elaborado pelo autor 2021

Controle de Ervas Daninhas

A aplicação de herbicidas de contato ou sistêmico é uma prática comum na agricultura, com o objetivo de diminuir ou eliminar ervas daninhas que vão competir por espaço físico ou por gama de nutrientes. As aplicações realizadas nesse estudo, foram seguidas pela recomendação da empresa que presta assessoria, na fazenda Amboni. A primeira aplicação de herbicida recomendado foi no estágio v2 da soja, com glifosato na dose de 2,0 litros por hectare. A Figura 9 mostra a contaminação do capim arroz e arroz vermelho competindo com as plantas de soja, mostrando o banco de sementes invasoras dessa área e corroborando com um dos objetivos que é a diminuição desse banco de ervas não desejáveis nessa área.

Figura 11. Banco de ervas daninhas não desejáveis (capim arroz e arroz vermelho) na cultura da soja, necessitando da aplicação de glifosato na dose de 2,0 litros por hectare. Içara, 2022.



Fonte: Elaborado pelo autor 2021

Por se tratar de uma área de arroz, com residual de herbicidas mais tóxicos a cultura da soja, a nodulação foi bastante prejudicada resultando em baixa fixação de nitrogênio, resultando em menor stand de plantas, prejudicando significativamente a produtividade final. Mesmo com a recomendação de aplicações aéreas de Cobalto e Molibdênio que auxiliam na fixação de nódulos, essa simbiose ficou bastante prejudicada.

Produtividade das Diferentes cultivares testadas

Na instalação do experimento de campo como o objetivo específico era testar a adaptabilidade das variedades em estudo, o stand das plantas não foi levado em consideração, assim o tamanho das plantas é determinante no adensamento e população final por hectare, sendo fundamental para a obtenção de produtividades mais elevadas.

Diante do atual estudo e das dificuldades climáticas encontradas nesse ciclo, a cultivar 592 soytech mostrou superioridade em relação a produção em sacas por hectare, sendo de 54. As cultivares que ainda merecem uma atenção especial, foram a Zeus brasmex e 6070 soytech com 35 sacas de produção por hectare, dados apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Produtividade final das variedades de soja cultivadas.

Variedade	Produtividade (sc ha⁻¹)
6601 Nidera	10 sacas
6909 nidera	15 sacas
5445 nidera	25 sacas
95r95 pionner	30 sacas
Zeus brasmex	35 sacas
6070 soytech	35 sacas
592 soytech	54 sacas

As variedade Nidera são muito suscetíveis a solos encharcados, comprometendo seu desenvolvimento devido ao excesso de chuva ocorrido dentro do primeiro mês de desenvolvimento. Os resultados apresentaram menor produtividade média, pode estar relacionada ao stande final das plantas de soja, resumindo, plantas menores em sua morfologia.

Além disso, no que diz respeito à redução da produtividade de diferentes variedades, podemos destacar que outras relíquias culturais que permanecem muito tempo após a colheita podem causar algum dano físico ao desenvolvimento inicial das lavouras de soja. Machado (1987) destacou perdas significativas de produtividade, causadas por agentes externos, interferindo no desenvolvimento vegetativo das culturas, culminando, numa diminuição na produtividade final e na qualidade do produto.

Características Climáticas

O Clima é fator determinante para o sucesso produtivo da lavoura e durante o mês de janeiro, quando a soja estava em um estágio reprodutivo, altas temperaturas ocorreram chegando a 42°C, resultando em abortamento de flores e vagens e comprometendo significativamente o resultado de produtividade nessas condições. As referências colocam a planta de soja vulnerável a temperaturas acima de 35 graus, causando em estresse muito forte com comprometimento fisiológico e reprodutivo nessa espécie. A Figura 10 apresenta esse abortamento com a morte do sistema floral, comprometendo significativamente a produtividade das variedades em estudo.

Figura 12. Efeito negativo de temperaturas acima de 35°C na cultura da soja, comprometendo o sistema reprodutivo. Içara, 2022.



Fonte: Elaborado pelo autor 2022

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

É um estudo pioneiro na região de Içara e por se tratar de um trabalho descritivo podemos concluir:

- É viável produzir soja em área alagadas de arroz, mas para isso, o planejamento deve ser bastante criterioso e antecipado, visando baixar o lençol freático, deixando o solo apto ao cultivo da soja;
- Foi um primeiro trabalho que teve como objetivo principal testar as sete variedades de soja para essa região, assim, o sistema de plantio deve ser um próximo estudo, adequando a densidade de plantio por hectare, conforme a necessidade de cada variedade;
- A densidade de plantio por hectare alterou a produção final de forma negativa;
- As variedades de soja 592 soytech, zeus brasmex e 6070 soytech são indicadas a novos estudos e mais específicos a cada uma delas;
- O manejo cada vez mais adequado as condições de produção da soja devem ser aprimorados e descritos para a região de Içara;
- Ao final do ciclo foi verificado uma diminuição significativa na população de capim arroz e arroz vermelho;
- Novos estudos devem ser realizados para cultura da soja e rotação de cultura para a região de Içara (SC) nos próximos ciclos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, J. A. et al. PETRERE, C.; FRONTINELLI, F. Rotação de culturas e sistemas de manejo do solo: Efeito sobre a forma de estrutura do solo ao final de sete anos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 1, 2009.
- ALMEIDA, Vicente Pereira de et al. Rotação de culturas e propriedades físicas e químicas em Latossolo Vermelho de Cerrado sob preparo convencional e semeadura direta em adoção. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 1227-1237, 2008.
- ALVES, Viviane Moreira; JULIATTI, Fernando Cezar. Fungicidas no manejo da ferrugem da soja, processos fisiológicos e produtividade da cultura. **SummaPhytopathologica**, v. 44, p. 245-251, 2018.
- ANDRADE, Fabrício Ribeiro et al. Estimulante de micorrização em soja associado à adubação fosfatada em latossolos. **Revista Caatinga**, v. 31, n. 4, p. 823-831, 2018.
- ARF, Orivaldo et al. Efeito da rotação de culturas, adubação verde e nitrogenada sobre o rendimento do feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 11, p. 2029-2036, 1999.
- ARTUZO, Felipe Dalzotto et al. Gestão de custos na produção de milho e soja. **Revista Brasileira de Gestão de Negócios**, v. 20, n. 2, p. 273-294, 2018.
- BOTTEGA, Eduardo Leonel et al. Variabilidade espacial de atributos do solo em sistema de semeadura direta com rotação de culturas no cerrado brasileiro. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, p. 1-9, 2013.
- CASTRO FILHO, C. de; MUZILLI, Osmar; PODANOSCHI, A. L. Estabilidade dos agregados e sua relação com o teor de carbono orgânico num Latossolo Roxo distrófico, em função de sistemas de plantio, rotações de culturas e métodos de preparo das amostras. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 22, n. 3, p. 527-538, 1998.
- CASTRO, Gustavo Spadotti Amaral; CALONEGO, Juliano Carlos; CRUSCIOL, Carlos Alexandre Costa. Propriedades físicas do solo em sistemas de rotação de culturas conforme o uso de corretivos da acidez. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 46, p. 1690-1698, 2011.
- COSTA, R.N.T. **Drenagem Agrícola**. Departamento de Engenharia Agrícola, UFC. 2008.
- COSTA, Flávio de Kassius Domingos et al. Desempenho agrônomo da soja convencional cultivada com fertilizantes organomineral e mineral. **Nucleus**, v. 15, n. 2, p. 301-309, 2018.
- DE ANDRADE, Christiano Lima Lobo et al. Bioestimulantes derivados de *Ascochyllum nodosum* associados ao glyphosate nas características agrônômicas da soja RR. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 17, n. 3, p. 592-1-10), 2018.

DO CARMO, Eduardo Lima et al. Desempenho agronômico da soja cultivada em diferentes épocas e distribuição de plantas. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 17, n. 1, p. 61-69, 2018.

FEDERIZZI, Luiz Carlos. A soja como fator de competitividade no Mercosul: histórico, produção e perspectivas futuras. **III Encontro CEPAN: Vantagens Competitivas dos Agronegócios no Mercosul, Porto Alegre, CD dos Anais, Centro de Estudos e Pesquisas em Agronegocios–CEPAN/UFRGS**, 2005.

FERREIRA, Evane et al. O percevejo-do-colmo na cultura do arroz. **Embrapa Arroz e Feijão-Documentos (INFOTECA-E)**, 1997.

FRANCHINI, J. C. et al. Alterações na fertilidade do solo em sistemas de rotação de culturas em semeadura direta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, n. 2, p. 459-467, 2000.

FRANCHINI, Julio Cezar et al. Importância da rotação de culturas para a produção agrícola sustentável no Paraná. **Embrapa Soja-Documentos (INFOTECA-E)**, 2011.

GARCIA, Rodrigo Arroyo; ROSOLEM, Ciro Antonio. Agregados em um Latossolo sob sistema plantio direto e rotação de culturas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, p. 1489-1498, 2010.

GAZZONI, Decio Luiz. A soja no Brasil é movida por inovações tecnológicas. **Ciência e Cultura**, v. 70, n. 3, p. 16-18, 2018.

GENRO JUNIOR, S. A.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M. Variabilidade temporal da resistência à penetração de um Latossolo argiloso sob semeadura direta com rotação de culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, n. 3, p. 477-484, 2004.

GONÇALVES, Sergio Luiz et al. Rotação de culturas. **Embrapa Soja-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2007.

GRAFF, L. **Os agrotóxicos e o meio ambiente: uma abordagem a partir do direito humano à alimentação adequada**. 2014.

KLANOVICZ, Jo. Apontamentos para uma história ambiental de monoculturas modernas no sul do Brasil. **HIB: revista de historiaiberoamericana**, v. 7, n. 2, p. 6, 2014.

KORBER, Angelo Henrique Canan et al. Adubação nitrogenada e potássica em soja sob sistemas de semeadura. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 4, n. 4, p. 38-45, 2017.

MARTINI, Luiz Fernando Dias et al. Risco de contaminação das águas de superfície e subterrâneas por agrotóxicos recomendados para a cultura do arroz irrigado. **Ciência Rural**, v. 42, p. 1715-1721, 2012.

MIRANDA, Jeanne Christine Claessen de; VILELA, Lourival; MIRANDA, Leo Nobre de. Dinâmica e contribuição da micorriza arbuscular em sistemas de produção com rotação de culturas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, p. 1005-1014, 2005.

MÜLLER, L. Taxionomia e morfologia. **A soja no Brasil. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos**, p. 65-104, 1981.

PÖTTKER, D.; BEN, J. R. Calagem para uma rotação de culturas no sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 22, n. 4, p. 675-684, 1998.

REIS, Erlei Melo; CASA, Ricardo Trezzi; BIANCHIN, Vânia. Controle de doenças de plantas pela rotação de culturas. **SummaPhytopathologica**, v. 37, n. 3, p. 85-91, 2011.

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

SHINKAI, André Luiz Ferracini et al. Características produtivas da soja sobre sistemas integrados de produção do consorcio de gramíneas e leguminosas em modo de colheita do milho. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 6, p. 37700-37705, 2020.

SILVEIRA, Pedro M. da; STONE, Luís F. Sistemas de preparo do solo e rotação de culturas na produtividade de milho, soja e trigo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 7, p. 240-244, 2003.

SILVEIRA, PM da; STONE, L. F. Teores de nutrientes e de matéria orgânica afetados pela rotação de culturas e sistema de preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, p. 387-394, 2001.

Sociedade Brasileira de Ciências do Solo – Nucleo Regional Sul. **Manual de Calagem e Adubação, RS e SC**. 2016.

STEINMETZ, S. Impacto das mudanças climáticas globais sobre arroz irrigado no Sul do Brasil. In: **Embrapa Clima Temperado-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 5.; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 27., 2007, Pelotas. Anais... Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2007., 2007.

STONE, L. F.; SILVEIRA, PM da. Efeitos do sistema de preparo e da rotação de culturas na porosidade e densidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, n. 2, p. 395-401, 2001.

STONE, Luís Fernando; GUIMARÃES, Cleber Moraes. Influência de sistemas de rotação de culturas nos atributos físicos do solo. **Embrapa Arroz e Feijão-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E)**, 2005.

TOLOI, Marley Nunes Vituri et al. Análise das Emissões de CO₂ dos insumos da cultura da Soja nos âmbitos upstream e direto em diferentes macrorregiões do Estado de Mato Grosso-Brasil. **Revista Cubana de Ingeniería**, v. 12, n. 3, p. e293-e293, 2021.

TRENTINO, Simone M.; Irgang, HELBER H.; REIS, Erlei M. Efeito da rotação de culturas, da monocultura e da densidade de plantas na incidência de grãos ardidos em milho. **Fitopatologia Brasileira**, v. 27, p. 609-613, 2002.

VERNETTI JUNIOR, Francisco de Jesus; GOMES, Algenor da Silva; SCHUCH, Luis Osmar Braga. Sustentabilidade de sistemas de rotação e sucessão de culturas em solos de várzea no Sul do Brasil. **Ciência Rural**, v. 39, n. 6, p. 1708-1714, 2009.

VERNETTI, F. J. **Genética da soja: caracteres qualitativos e diversidade genética**. Embrapa Informação Tecnológica; Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009.

WUTKE, E. B. et al. Propriedades do solo e sistema radicular do feijoeiro irrigado em rotação de culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, n. 3, p. 621-633, 2000.