

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia



Tese

Indicadores bio-econômicos na transição da monocultura do arroz para um sistema de integração lavoura-pecuária: Um estudo de caso na região sul do Rio Grande do Sul

Eduardo Madeira Castilho

Pelotas, 2023

Eduardo Madeira Castilho

Indicadores bio-econômicos na transição da monocultura do arroz para um sistema de integração lavoura-pecuária: Um estudo de caso na região sul do Rio Grande do Sul

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal de Pelotas como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Ciências, Área de Concentração de Produção Animal.

Orientador: Pesquisador Dr. Jorge Schafhäuser Junior

Pelotas, 2023

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

C352i Castilho, Eduardo Madeira

Indicadores bio-econômicos na transição da monocultura do arroz para um sistema de integração lavoura-pecuária : um estudo de caso na região sul do Rio Grande do Sul / Eduardo Madeira Castilho ; Jorge Schaffhäuser Junior, orientador. — Pelotas, 2023.

72 f.

Tese (Doutorado) — Zootecnia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2023.

1. Integração lavoura-pecuária. 2. Análise bio-econômica. 3. Lucratividade. I. Schaffhäuser Junior, Jorge, orient. II. Título.

CDD : 630

Elaborada por Ubirajara Buddin Cruz CRB: 10/901

Eduardo Madeira Castilho

Indicadores bio-econômicos na transição da monocultura do arroz para um sistema de integração lavoura-pecuária: Um estudo de caso na região sul do Rio Grande do Sul

Tese aprovada, como requisito parcial, para obtenção do título em Doutor em Ciências, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa:

Banca Examinadora:

.....
Pesq. Dr. Jorge Schafhäuser Junior (Orientador) – Doutor em Zootecnia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

.....
Prof. Dr. Mario Duarte Canever – PhD Administração – Ênfase Agronegócios pela Wageningen University Holanda.

.....
Prof. Dr. Leonardo de Melo Menezes – Doutor em Zootecnia pela Universidade Federal de Pelotas.

.....
Prof. Dra. Fernanda Medeiros Gonçalves – Doutora em Zootecnia pela Universidade Federal de Pelotas.

.....
Prof. Dr. Rogério Folha Bermudes – Doutor em Zootecnia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Agradecimentos

Ao Grande Arquiteto do Universo por me regalar com a saúde e me proporcionar grandes experiências ao decorrer desta fantástica jornada que é a VIDA.

A meus pais, pelos ensinamentos, paciência, carinho e amor; obrigado por me tornarem o que sou hoje.

À minha esposa e grande companheira, Juliana Farias Castilho, pelo apoio, paciência, dedicação e amor durante todos estes anos de convívio, te amo e muito obrigado.

As minhas filhas, Maria Eduarda e Manu, que são os maiores presentes que já ganhei em minha vida, obrigado pelo apoio, auxílio na concentração durante a escrita e organização dos materiais.

Ao meu orientador D.Sc. Jorge Schafhäuser Junior, pelo apoio e orientação, não poupando esforço para realizar a difícil tarefa de ensinar, muito obrigado.

Sou grato a todos os colaboradores da Agropecuária Proteção, pelo auxílio no decorrer do projeto.

A todos as pessoas que de alguma forma me apoiaram e torceram pela conclusão desse projeto.

A todos o MEU MUITO OBRIGADO.

“Todos estamos matriculados na escola da vida onde o Mestre é o Tempo”.

(Cora Coralina)

Resumo

CASTILHO, Eduardo Madeira. **Análise dos indicadores bio-econômicos em um sistema de integração lavoura-pecuária na metade sul do Rio Grande do Sul.** 2023. n^o folhas (73 f.). Tese (Doutorado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. 2023.

A Integração Lavoura-Pecuária (ILP) tem ganhado espaço nos sistemas de produção mundiais trazendo como possibilidade uma agricultura mais sustentável, com capacidade de diversificação de atividades aliada ao menor risco financeiro. No entanto avaliações econômicas de sistemas em condições de ILPs não são comumente encontradas. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi realizar a análise de indicadores bio-econômicos em um sistema de integração lavoura-pecuária composto por arroz-soja-gado, na metade sul do Rio Grande do Sul. A pesquisa foi realizada em uma fazenda, localizada no município de Rio Grande (RS) e abrangeu os anos agrícolas de 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020, 2020/2021 e 2021/2022. Os dados referentes à utilização da área (hectares) por atividade, produtividade, giro de estoque, custos, receitas e lucratividade do sistema foram tabulados e sofreram uma análise descritiva. Os resultados demonstram o crescimento da produtividade das atividades em uma mesma área, nos diferentes anos agrícolas. Além disso as receitas também cresceram ao longo das safras e foram mais proeminentes em 2019/2020, 2020/2021 e 2021/2022. O rebanho bovino e cultura da soja se destacaram quanto a lucratividade, e os custos mais altos estimados foram aqueles da cultura do arroz. A ILP mostra-se rentável e produtiva e justifica a sua atividade. Entretanto, sistemas mais apropriados para a avaliação técnica e econômica do sistema como um todo devem ser aprimorados.

Palavras-chave: Integração lavoura-pecuária, Análise bio-econômica, lucratividade.

Abstract

CASTILHO, Eduardo Madeira. **Analysis of bio-economic indicators in an integrated crop and livestock system in the southern half of Rio Grande do Sul.** 2023. n^o folhas (73 f.). Tese (Doutorado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. 2023.

The Crop-Livestock Integration (ILP) has gained space in world production systems, bringing the possibility of a more sustainable agriculture, with the ability to diversify activities combined with lower financial risk. However, economic evaluations of systems under ILP conditions are not commonly found. Thus, the objective of this work was to carry out the analysis of bio-economic indicators in a crop-livestock integration system composed of rice-soybean-livestock, in the southern half of Rio Grande do Sul. The research was carried out at farm, located in the municipality of Rio Grande (RS) and covered the agricultural years of 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020, 2020/2021 and 2021/2022. The data referring to the use of the area (hectares) by activity, productivity, inventory turnover, costs, revenues and system profitability were tabulated and underwent a descriptive analysis. The results demonstrate the productivity growth of activities in the same area, in different agricultural years. In addition, revenues also grew throughout the harvests and were more prominent in 2019/2020, 2020/2021 and 2021/2022. The cattle herd and the soybean crop stood out in terms of profitability, and the highest estimated costs were those of the rice crop. The ILP is profitable and productive and justifies its activity. However, more appropriate systems for the technical and economic evaluation of the system as a whole must be improved.

Key Words: Crop-livestock integration, Bio-economic analysis, profitability.

Lista de Abreviaturas

ABA	Associação Brasileira de Angus
ABCCC	Associação Brasileira de Criadores de Cavalo Crioulo
CEPEA	Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada
cm	Centímetro
cmolc	Centimol de carga
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
CTC	Capacidade de troca de cátions
dm	Densímetro
ha	Hectare
IATF	Inseminação Artificial em Tempo Fixo
ILP	Integração Lavoura-pecuária
IRGA	Instituto Rio-Grandense do Arroz
K	Potássio
kg	Quilograma
mg	Miligrama
MO	Matéria orgânica
nº	Número
P	Fósforo
PIB	Produto Interno Bruto
pH	Potencial hidrogeniônico
R\$	Real, moeda corrente no Brasil
RS	Rio Grande do Sul
SIF	Serviço de Inspeção Federal
sc	Sacos
%	Porcentagem

Lista de Equações

Equação 1. Fórmula utilizada para calcular a produtividade em sacos por hectare (sc/ha) das culturas de arroz e soja na fazenda.....	42
Equação 2. Fórmula utilizada para definir o valor de y que é a diferença entre a produtividade do ano agrícola a ser avaliado e a produtividade da primeira safra (2017/2018)	42
Equação 3. Fórmula utilizada para calcular o percentual de evolução da produtividade das culturas de arroz e soja.....	42
Equação 4. Fórmula utilizada para calcular o percentual de giro de estoque do rebanho bovino.....	43
Equação 5. Fórmula utilizada para calcular a lucratividade do sistema.....	45
Equação 6. Fórmula utilizada para calcular a taxa de prenhez do rebanho bovino.....	45

Lista de Figuras

Figura 1. Localização (A) da fazenda no município de Rio Grande, Rio Grande do Sul, Brasil.....	39
Figura 2. Touro da raça Red Angus (A) e novilhos (B) da fazenda.....	41

Lista de Gráficos

Gráfico 1. Utilização das áreas agricultáveis (hectares) no período de verão, entre os anos agrícolas de 2017/2018 e 2021/2022.....	47
Gráfico 2. Utilização das áreas agricultáveis (hectares) no período de inverno na fazenda, entre os anos agrícolas de 2017/2018 e 2021/2022.....	48
Gráfico 3. Áreas de pastagem (hectares cultivados) <i>versus</i> animais abatidos (número de cabeças) na fazenda, entre os anos agrícolas de 2017/2018 e 2021/2022.....	49
Gráfico 4. Evolução do total de animais no rebanho (barra verde), total de animais abatidos (barra azul) e percentual de giro de estoque (linha horizontal lilás) entre os anos agrícolas de 2017/2018 a 2021/2022 na fazenda.....	50
Gráfico 5. Evolução da produtividade (sacos/hectare) das culturas de arroz e soja na fazenda nos anos agrícolas de 2017/2018 a 2021/2022.....	52
Gráfico 6. Percentual de evolução da produtividade e giro de estoque das culturas de arroz e soja na fazenda, entre os anos agrícolas de 2018/2019 e 2021/2022, quando em comparação com o ano agrícola 2017/2018.....	53
Gráfico 7. Custos de produção das culturas do arroz, da soja e da criação de bovinos entre os anos agrícolas de 2017/2018 a 2021/2022 na fazenda.....	55
Gráfico 8. Receita de produção das culturas do arroz, da soja e da criação de bovinos entre os anos agrícolas de 2017/2018 a 2021/2022 na fazenda.....	56

Lista de Quadros

Quadro 1. Rotação de atividades realizadas no período de um ano na fazenda.....	40
---	----

Lista de Tabelas

Tabela 1. Custo de produção médio ponderado das culturas do arroz e da soja entre os anos agrícolas de 2017/2018 a 2021/2022, utilizados para o cálculo do custo destas atividades na fazenda.....	43
Tabela 2. Variáveis utilizadas para calcular o custo de produção dos bovinos de corte nos anos agrícolas entre 2017/2018 e 2021/2022 na fazenda.....	44
Tabela 3. Valor do saco de arroz, do saco de soja e do quilograma do peso vivo bovino, utilizados para calcular as receitas entre os anos agrícolas de 2017/2018 a 2021/2022, na fazenda.....	45
Tabela 4. Evolução da taxa de prenhez e do peso ao desmame do rebanho bovino entre os anos agrícolas de 2017/2018 a 2021/2022.....	51
Tabela 5. Demonstrativo dos resultados de áreas destinadas para recria de terneiros e terminação de novilhos no ano de 2020/2021	51

Sumário

1. Introdução	15
2. Capítulo 1	17
CAP1. Revisão Bibliográfica – O surgimento e as bases da integração lavoura-pecuária (ILP)	17
3. Capítulo 2	34
CAP 2. Indicadores bio-econômicos na transição da monocultura do arroz para um sistema de integração lavoura-pecuária: Um estudo de caso na região sul do Rio Grande do Sul	34
Considerações Finais.....	66
Referências bibliográficas	67

1. Introdução

O agronegócio brasileiro representa atualmente mais de 24% do Produto Interno Bruto (PIB), destacando-se a produção agrícola, com a maior parte desse percentual, e seguida, pela produção pecuária (CEPEA-USP, 2023). O estado do Rio Grande do Sul (RS), por sua vez, apresenta como atividades mais participativas o cultivo de soja, do arroz e a criação de bovinos (IBGE, 2021).

O potencial dos estados mais produtivos do país, como é o caso do RS, deverá ser colocado à prova com o aumento da população mundial e conseqüentemente, com a crescente demanda por alimentos prevista até o ano de 2050 (CSR, 2022). No entanto, para que se possa ofertar o montante desejado, os sistemas de produção terão de ser adequados para transformar a agricultura convencional, em sustentável, de forma a conservar os ecossistemas existentes (ASAI et al., 2018).

Uma opção para esse tipo de produção seriam os sistemas de Integração lavoura-pecuária (ILP), que preconizam o estabelecimento de diferentes atividades em uma mesma área, durante o ano agrícola (MACEDO, 2009). Esses sistemas têm o potencial de melhorar as propriedades físicas, químicas e microbiológicas do solo (MARTINS et al., 2017), podendo aumentar a produtividade das culturas, além de possibilitar a recuperação de áreas degradadas (principalmente pastagens) e o aumento das receitas na unidade de produção, devido a diversificação das atividades (CARMONA et al., 2018).

Existem as mais variadas combinações de ILP, inclusive com uma grande diversidade de espécies envolvidas (CARLOS et al., 2020); mas no sul do RS, a integração comumente visualizada possui a cultura do arroz, as forrageiras pastejadas, normalmente pelo gado, e a cultura da soja (SILVA et al., 2020). Quanto às avaliações biológicas do sistema, vários autores já têm feito apontamentos importantes (CARLOS et al., 2020; DENARDIN et al., 2019; MARTINS et al., 2017), mas no que tange aos índices econômicos ainda não há uma concordância.

Buscando maiores informações acerca do tema proposto, esse trabalho tem por objetivo a realização da análise dos indicadores bio-

econômicos em um sistema de integração lavoura-pecuária composto por arroz-azevém pastejado-soja, na metade sul do Rio Grande do Sul. A pesquisa de campo e análise descritiva dos dados está apresentada no Capítulo 2 deste documento . Já no Capítulo 1 o leitor encontrará uma revisão bibliográfica sobre os Sistemas de Integração lavoura-pecuária, seu surgimento e evolução.

2. Capítulo 1

CAP1. Revisão Bibliográfica – O surgimento e as bases da integração lavoura-pecuária (ILP)

1. Introdução

O Brasil tem uma contribuição expressiva da agropecuária (24,8%) no seu Produto Interno Bruto (PIB), sendo a agricultura responsável por 72,7% desse total e a pecuária por 27,3% do montante (CEPEA, 2023). Com a previsão do aumento da população mundial em cerca de 1,8 bilhões de pessoas, até 2050 a demanda por alimentos também crescerá (CSR, 2022) e a agropecuária necessitará evoluir os seus processos produtivos para superar este desafio (FAO, 2012).

O primeiro grande passo dado pela agropecuária foi a “revolução verde” que introduziu a modernização dos sistemas agrícolas através da mecanização agrícola, utilização de agrotóxicos e, principalmente, o uso intensivo da terra em associação ao monocultivo (MATOS, 2010). A revolução verde permitiu a diminuição da fome no mundo (LIU et al., 2020) e também, a maximização do rendimento das culturas e especialização dos sistemas (CONWAY, 2003).

No entanto, o uso intensivo do solo perturba muitas de suas características e funções, provocando situações de degradação, erosão, susceptibilidade ao ataque de insetos-praga, doenças e propagação de ervas daninhas na cultura implantada (STEINER & AGUILERA, 2018). Dessa forma, sistemas de produção sustentáveis, que conservem o ecossistema presente na área estão sendo cada vez mais estudados pelos pesquisadores (ASAI et al., 2018).

Nesse sentido, apresentam-se os sistemas de integração de produção agropecuária (SIPAs), dentre os quais, o sistema de integração lavoura-pecuária (ILP), que preconiza a implantação de diferentes sistemas produtivos em uma mesma área, alternando o uso da terra entre a lavoura e a pecuária (MACEDO, 2009), e assim, estabelecendo melhorias nas propriedades do solo, recuperação de áreas degradadas e ainda possibilidade do aumento da lucratividade da propriedade (CARMONA et al., 2018).

A integração, que no sul do Brasil é geralmente realizada entre as culturas de arroz, soja, forrageiras como o azevém e utilizando o rebanho bovino como componente animal do sistema (SILVA et al., 2020) pode

auxiliar no desenvolvimento dos ciclos produtivos da pecuária extensiva, aumentando os rendimentos e lucros da atividade.

Esta revisão bibliográfica tem como objetivo dar ao leitor um panorama geral sobre a atividade agropecuária no Brasil, com foco específico em sistemas de integração lavoura-pecuária e ciclo de produção de bovinos de corte.

2. Metodologia

Para a condução do estudo fez-se uso dos bancos de dados “Google acadêmico”. As buscas foram realizadas com as seguintes palavras-chave: “produção agropecuária brasileira”, “revolução verde”, “monocultivo”, “pecuária extrativista” e “integração lavoura-pecuária”, “sistema de integração lavoura-pecuária”, “ILP terras baixas”, “rotação de culturas arroz e soja”, “índices produtivos em sistema de integração lavoura-pecuária” e “avaliação econômica sistemas integrados produção agropecuária”.

Como critérios de inclusão, definiu-se que os estudos ou livros deveriam encontrar-se nos idiomas português, inglês ou espanhol. Como critérios de exclusão, estabeleceu-se que os trabalhos sem a metodologia concreta seriam excluídos, assim como estudos sem acesso aberto. Não foi estabelecido um recorte temporal para a pesquisa. Ainda, de acordo com Mariano & Rocha (2017) esta revisão de literatura se caracteriza como integrativa, com análise narrativa.

3. Cenário da produção agropecuária

O Brasil é um dos maiores países em termos de população, área territorial e produção de alimentos, apresentando potencial de expansão de área para atender a demanda crescente da humanidade por alimento (FONTANELLI & PANISSON, 2022).

De acordo com dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) (2022) a estimativa para a produção agrícola (milho, soja e arroz) na safra de 2022/23 é de 312,2 milhões de toneladas, 15% ou 40,8 milhões de toneladas superior à obtida em 2021/22.

A população mundial deve atingir o patamar de 9,8 bilhões de pessoas até 2050. Assim, para atender esse aumento significativo na demanda global por alimentos, a produção agropecuária precisará crescer em 70% nesse período, onde haverá a necessidade de produzir em média um bilhão de toneladas de cereais e 200 milhões de toneladas de carne por ano (FAO, 2012).

Apesar da oportunidade de crescimento, essa situação pode ser considerada um grande desafio para a agropecuária brasileira. Deste modo, a adoção de estratégias que otimizem os sistemas de produção deverá ser essencial para que essas metas sejam atingidas, aumentando a produtividade por área, levando em consideração as exigências de preservação ambiental e produção sustentável.

4. A revolução verde e a prática do monocultivo

Algumas das questões fundamentais da agricultura iniciaram quando o homem passou a substituir ecossistemas nativos, com uma diversidade dinâmica de espécies, por elementos simplificados, que exigiam frequentes intervenções nos recursos naturais compreendidos (CREWS et al., 2016).

A intensificação do uso da terra ocorreu, especialmente, no período pós-guerra, com a introdução do conceito da “Revolução Verde” no cenário mundial (JOHN & BABU, 2021), que se caracterizou como o pontapé inicial para a modernização dos sistemas de produção agrícola, com a incorporação de pacotes tecnológicos que pretendiam maximizar a produtividade das culturas em diversas situações ecológicas (MATOS, 2010).

O uso intensivo da mecanização, agrotóxicos e fertilizantes, atrelado ao melhoramento genético das sementes e a especialização da produção através do cultivo massivo de uma só espécie em determinada área de terra, foram alguns dos princípios empregados pela revolução verde, um amplo programa para elevar a produção agrícola mundial (BARROS, 2010).

A revolução verde possibilitou não somente a maximização do rendimento das culturas e o suprimento do mercado externo através da exportação de alimentos (LIU et al., 2020), mas foi, ainda mais, um marco na

história agrícola que oportunizou a redução do mapa da fome em um mundo que sofria com a escassez de suprimentos alimentícios (CONWAY, 2003).

Entretanto, esse processo foi alvo de diversas críticas. De acordo com Moreira (2000), as práticas deveriam considerar o meio ambiente e os recursos naturais, trazendo um novo contexto a natureza, de ser humano e de trabalho produtivo, levando em consideração a poluição, o envenenamento, a perda da biodiversidade, a contaminação alimentícia e todos os princípios que se contrapõe à preservação herdada de ancestrais (SEKARAN et al., 2021).

Para Matos (2010), processos baseados apenas nos conceitos de revolução verde estão esgotados, como é o caso do monocultivo, que entre os sistemas agrícolas, é o que apresenta a menor diversificação (LIMA et al., 2020), e é caracterizado também, pelo preparo convencional do solo e cultivo de uma única espécie, seguida de pousio, ao longo do ano agrícola (SOUSA et al., 2021). Consequências desse modelo de cultivo foram inevitáveis para os ecossistemas com o passar dos anos (ZHENG et al., 2017).

Entre as problemáticas do monocultivo, estão a alta degradação do solo, aumento da erosão, maior susceptibilidade da cultura plantada ao ataque de pragas e doenças, alta propagação de ervas daninhas, além de possíveis perdas econômicas devido à má utilização da terra (GONÇALVES & FRANCHINI, 2007; MACEDO, 2009; ZUFFO, STEINER & AGUILERA, 2018).

5. Pousio e plano de lavoura

Os dez mil anos que marcam a história da agricultura podem ser compreendidos como a incansável busca por novas práticas de intensificação do uso dos solos, a fim de acompanhar o aumento demográfico e a crescente demanda alimentar da população (BOSERUP, 1987).

O Pousio foi a estratégia adotada por milênios de anos, que visa promover a recomposição da fertilidade do solo e dos agroecossistemas envolvidos. Na agricultura europeia o fim dos pousios foi definido pela introdução de novas espécies forrageiras e adubação verde nas rotações de culturas, o que possibilitou o aumento da carga animal e o uso mais intensivo da adubação orgânica (ALVARENGA, et al., 2008).

Se, até recentemente, era possível produzir com apenas uma cultura e após a colheita manter o solo em pousio até o ano seguinte, ou em algumas situações submetê-lo a duas safras, atualmente, ao almejar o aumento da produtividade e rentabilidade, faz-se cada vez mais necessário a intensificação no uso da terra para compensar a margem de lucro (ALVARENGA, et al., 2008).

Desta forma, é inteligente pensar de maneira estratégica em políticas de planejamento de plantio, a fim de otimizar tempo de uso de terras, bem como, analisar previamente o custo de insumos, estoque de produtos utilizados em safras anteriores, mão de obra especializada, manejo do solo e janelas ideais de plantio. Essas atitudes planejadas antecipadamente fazem a diferença no sucesso da produção (COVAS, 2004).

Além disso, como uma alternativa ao sistema de produção monocultural e pousio, novos modelos biotecnológicos de produção estão ganhando espaço no setor agrícola. No geral, os processos visam a sustentabilidade e preservação de recursos naturais, aliada a viabilidade econômica, e devem se enquadrar às diferentes categorias de produtores (MATOS, 2010; ASAI et al., 2018).

6. Integração lavoura-pecuária (ILP)

A Integração lavoura-pecuária (ILP) é caracterizada pela possibilidade de implantação de diferentes sistemas produtivos (carne, fibra, grãos, leite, agroenergia) na mesma área, em plantio sequencial, consorciado ou rotacionado, alternando o uso da terra entre a lavoura e a pecuária (MACEDO, 2009).

O interesse nestes sistemas, baseia-se nos benefícios proporcionados pelo sinergismo entre as pastagens e culturas anuais, e mais ainda na variável do animal inserido no pastoreio (CARLOS et al., 2020). Dentre os benefícios, estão: a melhoria nas propriedades física, químicas e biológicas do solo, redução de insetos e pragas, quebra no ciclo de doenças, redução nos custos para recuperação das pastagens, bem como, diminuição dos riscos econômicos, pela diversificação das atividades exploradas (VILELA et al., 2011; CARMONA et al., 2018).

De acordo com Carvalho et al. (2005) a ILP se divide em duas realidades: 1) áreas tipicamente agrícolas, onde a pecuária, e as forragens para a alimentação do rebanho entram no sistema como forma de diversificação; ou 2) áreas tipicamente pecuaristas onde a agricultura auxilia na recuperação da capacidade produtiva das áreas de pastagens.

De qualquer modo, os sistemas de integração de produção agropecuária (SIPAs) que integram lavoura-pecuária (ILP) consistem em criar um ciclo fechado de produção. A pastagem fornece a cobertura para o solo e os resíduos culturais para o plantio; ao mesmo tempo, a atividade biológica e a ciclagem de nutrientes são incentivadas pela produção de excreções dos animais; e por fim, o uso de fertilizantes na produção de grãos beneficia o vigor das forrageiras (SILVA et al., 2014; FRANZLUEBBERS et al., 2014; SCHNEIDER, 2016).

A ILP não é uma tecnologia nova, essa prática é tão antiga quanto a domesticação dos animais. Vários países fazem o uso dessa técnica (KASSAM, FRIEDRICH & DERPSCH, 2019), sendo que a combinação das atividades pode variar de acordo com a diversidade dos sistemas de produção. No Brasil a ILP é comumente aplicada para a abertura de fronteiras agrícolas, sendo um sistema utilizado em todos os estados do país (CARVALHO et al., 2005).

De modo geral, o melhor sistema de integração é aquele que se adapte a realidade da propriedade e as condições de investimento do proprietário. Por vezes, a implantação de sistemas simples, proporcionam melhores resultados ao produtor e as questões sociais e ambientais, pela facilidade de manejo que apresenta (WRUCK & BENDAHAN et al., 2018).

6.1. Integração lavoura-pecuária no sul do Brasil

Nos estados pertencentes à região sul do Brasil, o período de entressafra de verão se torna uma oportunidade para a utilização do sistema de ILP, uma vez que poucas áreas se transformam em cultivos de inverno, acarretando terras ociosas nesse período. Isso promove a diminuição dos riscos de lavoura e auxilia na melhoria das propriedades do solo (POSSELT et al., 2020).

De acordo com a Rede ILPF (2021), as áreas de integração no Rio Grande do Sul, Paraná e Santa Catarina ultrapassam, juntas, os 3.880.000 hectares (ha). O Rio Grande do Sul se destaca entre as demais localidades, com 31% das áreas agricultáveis utilizando estes sistemas. O estado também é o 3º no ranking com as maiores áreas em integração, a nível de Brasil, ficando atrás, apenas, do Mato Grosso do Sul e Mato Grosso.

Uma particularidade que caracteriza o potencial de aplicação do sistema no Rio Grande do Sul é a matriz da pecuária de cria praticada, que se baseia na utilização extensiva de campos nativos. Isso favoreceria a pecuária gaúcha pelo uso de terras como fonte de pastagem no outono/inverno no período de maior déficit forrageiro (PARIZ et al., 2017).

Uma diversidade de estudos é realizado acerca de quais espécies são adequadas para a participação nesses sistemas de integração, especialmente no que diz respeito a diversidade das plantas versus a qualidade físico-química do solo e o componente animal (MARTINS et al., 2017; DENARDIN et al., 2020).

Silveira et al. (2020) expõe o trigo (*Triticum aestivum L.*) como a principal cultura hiberna utilizada no sul do Brasil, em rotação com culturas como a soja (*Glycine max*) ou o milho (*Zea mays*). No entanto, comenta que o mix de culturas também pode ser utilizado, além de plantas de cobertura, que servem como alimento para o rebanho, como o azevém (*Lolium multiflorum Lam.*) e o trevo branco (*Trifolium repens L.*), utilizados, por exemplo, como pastagens em sistemas de integração com arroz-soja-animal.

A diversificação das criações agrícola-pecuárias numa unidade de produção é essencial para assegurar uma atividade eficiente, produtiva e financeiramente estável. É acerca deste contexto que se baseiam os fundamentos da integração lavoura-pecuária, onde se entende que se ambas as atividades foram praticadas de maneira isolada, não se perpetuarão por longos tempos. Porém migrar de um sistema que tem a monocultura como base de produção para um sistema integrado não é tão simples como parece. Necessita qualificação/mudança de cultura da equipe, investimento em insumos/infraestrutura, planejamento detalhado de toda a operação por

parte dos gestores devido ao final de uma cultura anteceder a cultura subsequente, além de fatores econômicos, climáticos e mercadológicos. A existência de ganhos sinérgicos das atividades da ILP é real, porém o impasse na transição de um sistema de monocultura se dá pela instabilidade do cenário agropecuário atual que em determinados momentos privilegia os agricultores ou os pecuaristas de forma individual (CARVALHO et al., 2005).

6.2. Integração pastagem com arroz irrigado no Rio Grande do Sul

De acordo com o Instituto Rio-grandense do Arroz – IRGA (2022), no ano agrícola de 2021/2022, 957.185 hectares foram cultivados com arroz no estado do Rio Grande do Sul. No entanto, o aumento no custo de produção e a degradação do solo inviabiliza que este seja cultivado em sistemas de arroz-pousio, trazendo a ILP como uma alternativa (VALENÇA et al., 2020).

Nesse sentido, a inserção de pastagens em integração com o arroz tem como principal função a cobertura permanente do solo no período em que este estaria em repouso e desnudo, a partir da inserção de plantas forrageiras com componente animal (SEKARAN et al., 2021). De acordo com Carlos et al. (2020) a presença do animal é um fator determinante para o sucesso do sistema produtivo, contribuindo para ciclagem de nutrientes, pois diferentemente das culturas de grãos sua taxa de exportação de macronutrientes como o fósforo e o potássio é muito menor. Além disso, o processo mecânico do pastejo promove um maior enraizamento das plantas em profundidade no solo, contribuindo para diminuição da compactação e movimento dos nutrientes e água em profundidade (CARVALHO et al., 2018; SZYMCZAK et al., 2020).

Associado às melhorias trazidas pela inserção do componente animal no sistema, a presença constante de resíduos vegetais promove o aumento dos estoques de carbono, acréscimos nos teores de matéria orgânica e consequentemente melhoria da qualidade química do solo a partir da construção da fertilidade do solo, além de auxiliar na alimentação do rebanho (WEINERT et al., 2023).

Martins et al. (2017) observou aumento da qualidade do solo, convertido em teor de matéria orgânica (MO) quando o arroz está em sistemas de

integração com maior diversidade de culturas hibernais, aliada a prática correta do pastoreio animal.

Valença et al. (2020) avaliaram a produtividade de matéria seca (MS) em sistemas de cultivo tradicional, com a cultura do arroz e campo de sucessão e em sistema diversificado. A produção total de MS foi de 3.297,24 kg/ha no azevém após arroz, 5.107,11 kg/ha no azevém após pastagem e 7.372,93 após soja; caracterizando a integração como vantajosa.

7. Pecuária extrativista e a integração lavoura-pecuária

A bovinocultura é uma atividade pecuária explorada em todos os estados brasileiros e em diferentes tipos de sistemas de criação, no entanto em 80% das propriedades o predomínio é do sistema extensivo, que em sua grande maioria contam com pastagens degradadas e poucos nutritivas (SVERSUTTI et al., 2018). O desafio da integração lavoura-pecuária nesse caso, é transformar áreas degradadas pela pecuária extrativista, em essas áreas de pastagens de boa qualidade nutricional para o rebanho (HERNANDEZ, 2019).

O ponto nevrálgico da pecuária extrativista é a variação no desempenho dos animais, que nesses sistemas, podem ser criados em distintas categorias, desde a cria até a engorda. Essa variação é decorrente de interações entre diferentes fatores, desde as características do solo, clima, genótipo animal, sanidade e manejo, até a intensidade da utilização das pastagens (SVERSUTTI et al., 2018).

O manejo correto das pastagens, que no caso da integração lavoura-pecuária ainda servirão como cobertura do solo, e a taxa de pastoreio, podem auxiliar no aumento do desempenho zootécnico dos animais, mesmo na pecuária extensiva e mesmo com a utilização de pastagens nativas, ainda, que na maioria das vezes a alimentação necessite de suplementação (ARRUDA et al., 2008).

Como já citado anteriormente, pastagens de azevém em integração lavoura-pecuária com arroz e soja, auxiliaram no GPD médio de animais no sistema (VALENÇA et al., 2020).

Para a viabilidade da pecuária extensiva, estratégias como a adubação do solo e o planejamento/conhecimento prévio da cultura hiberna a ser implantada, bem como a sua adaptação às condições de criação, e o manejo correto do pastoreio, são fundamentais (SAADI, 2007).

8. Ciclo produtivo de bovinos de corte

As fases de produção da bovinocultura de corte são divididas em: cria, recria e terminação ou engorda. Quando todas essas categorias são realizadas dentro de uma propriedade, a denominamos de ciclo completo (MALAFAIA et al., 2019).

Cada uma dessas fases é caracterizada pelo desenvolvimento do animal, sendo elas bezerro, boi magro e boi gordo, respectivamente. O processo intensificado na produção desse animal, pode ocorrer de forma isolada em cada categoria, melhorando os índices de desempenho e acelerando a idade ao abate (SILVA; SAVI 2022).

Para mensurar a eficiência do rebanho, os profissionais do ramo pecuário, baseiam-se na taxa de desfrute, que é um indicativo de quanto foi produzido em comparação com o rebanho anterior, ou seja, a produção do rebanho (cabeça ou arroba) em um determinado tempo, em relação ao rebanho inicial (KICHEL, MIRANDA, 2006). Fatores como raça idade e peso ao abate, idade de primeiro serviço das novilhas, taxa de crescimento e mortalidade podem interferir nesse resultado (BERETTA et al., 2001).

Esse parâmetro difere entre as fases de produção, sendo que para a fase de cria a fase de desfrute considerada ideal é acima de 35%, enquanto para as categorias de recria e engorda espera-se que o rebanho supere 55%, ainda, a taxa de desfrute esperada para o ciclo completo é acima de 45% (BARUSELLI et al., 2006). Entretanto, esse indicador não deve ser considerado o único preditor de desempenho do rebanho.

Dentro da fase de cria, que compreende desde a reprodução da matriz (vaca) com o intuito de gerar bezerros para a reposição do plantel e para o mercado, é alguns pontos são inerentes de atenção, como mão-de-obra especializada para o manejo reprodutivo, correção da carga animal, bem

como, o descarte de vacas que não produziram bezerros para que não comprometa os resultados futuros da propriedade (BEREITA et al., 2001).

A recria desses animais é iniciada subsequente a desmama, quando os bezerros atingem entre 6 e 8 arrobas, comumente aos 8 meses de idade, onde os bezerros já cresceram em tamanho, mas ainda não estão prontos para o abate. Entre os fatores de maior relevância nessa fase destacam-se o ágio do bezerro, que de forma objetiva, é a diferença entre o valor recebido pela arroba do animal comercializado e o valor pago pela arroba do animal adquirido (EUCLIDES FILHO, 2002). Além disso, deve-se atentar-se para taxa de lotação, preço de reposição, maior liquidez e maior produção de arroba por hectare (VINET et al., 2018).

Por fim, a última etapa do ciclo produtivo, intitulada por terminação ou engorda, é iniciada pela chegada do boi magro, com pesando em média 14 arrobas, nessa fase, os animais advindos da recria, passarão por um processo de aumento de peso, principalmente pela deposição de gordura (PORTO, 2009). Dentre as etapas de criação, nesta há maior dependência de pastagens de qualidade superior, bem como, necessidade de suplementação. Além dos fatores nutricionais, atenção também deve ser destinada a redução do tempo de abate, promovendo maior giro de capital (COBUCI et al., 2006).

Os produtores têm a liberdade de escolher exercer uma fase de produção de forma isolada ou executarem dentro de suas propriedades o ciclo completo. Essa decisão é baseada em fatores como disponibilidade de área, pastagens, mão-de-obra, capital de investimento, entre outros (PORTO, 2009).

Outros indicadores de desempenho como idade ao acasalamento, taxa de prenhes, taxa de natalidade, peso ao desmame, ganho médio diário e produtividade efetiva do rebanho devem ser levados em consideração. Essas medidas devem ser observadas para otimizar resultados futuros, procurando definir objetivos que acompanhem as metas da propriedade (CALLADO et al. 2007).

9. Conclusão

É nítido que o futuro agropecuário brasileiro é promissor, devido principalmente, a extensão territorial e a autonomia de adequar-se a sistemas que acelerem e expandam a escala de produção de alimentos.

O sistema de integração lavoura-pecuária pode ser utilizado como ferramenta auxiliadora nesse processo, visto que, apresenta vantagens convenientes tanto à produção agrícola, quanto pecuária, bem como, características de solo desejáveis e produção sustentável.

Imprescindível à adoção de sistemas que facilitem o processo produtivo, são o planejamento administrativo e a análise de viabilidade econômica da propriedade, sendo que através destes é possível prever situações problemáticas futuras, além de compreender os dados financeiros da atividade.

Foi possível observar no presente estudo, os inúmeros benefícios do sistema de ILP em Terras Baixas na metade sul do Rio Grande do Sul, porem características de solo, clima, latitude e topográfica tornam o sistema de produção complexo e demandante de estudos aprofundados em níveis de adubação, cultivares, processos de preparo de solo/plantio/colheita, modos de rotação com a pecuária entre outros fatores que possibilitem maior assertividade e sustentabilidade da atividade no médio e longo prazo na região em questão.

Referências bibliográficas

- ALVAGENGA, R. C.; NETO, M. M. G. **Integração lavoura-pecuária-floresta em spdp na condição de clima tropical**. 11º Encontro Nacional de Plantio Direto na Palha. Sete Lagoas, MG. 2008.
- ARAÚJO, H. S. et al. Aspectos econômicos da produção de bovinos de corte. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, 42(1), 82–89. 2012.
- ARRUDA, N. V. M. et al. Produção de matéria seca de capim-braquiarião (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu) em lotação rotacionada nos períodos de seca e águas. **Biodiversidade**. v.7 n.12008
- ASAI, M. et al. Critical factors for crop-livestock integration beyond the farm level: A cross-analysis of worldwide case studies. **Land use policy**, v. 73, p. 184-194, 2018.
- BARROS, B. **Há 40 anos, DDT precipitou restrições**. Valor Econômico, São Paulo, 22 nov. 2010. Agronegócios, p. B12.
- BERETTA, V.; LOBATO, J. F. P; MIELITZ, C. G. A. **Produtividade e eficiência biológica de sistemas pecuários de cria diferindo na idade das novilhas ao primeiro parto e na taxa de natalidade do rebanho no rio grande de sul**. Revista Brasileira de Zootecnia, v.30, p.1278-1286. 2001.
- BOSERUP, E. **Evolução agrária e pressão demográfica**. São Paulo: Hucitec, 1987. 141p.
- BREITENBACH, R. **Gestão Rural no Contexto do Agronegócio: Desafios e Limitações**. Desafio Online, Campo Grande, v. 2, n. 2, 2014.
- CALLADO, A. A. C.; CALLADO, A. L. C.; MACHADO, M. A. V. **Indicadores de desempenho operacional e econômico: um estudo exploratório no contexto do agronegócio**. Revista de Negócios, v. 12, n. 1, p. 3-15, 2007.
- CARLOS, F. S. et al. Integrated crop–livestock systems in lowlands increase the availability of nutrients to irrigated rice. **Land Degradation & Development**, v. 31, n. 18, p. 2962-2972, 2020.
- CARMONA, F. de C. et al. **Sistemas integrados de produção agropecuária em terras baixas: a integração lavoura-pecuária como o caminho da intensificação sustentável da lavoura arrozeira**. Porto Alegre: edição dos autores, 2018. 160 p.
- CARVALHO, F. M; RAMOS, E. O; LOPES, M. A. **Análise comparativa dos custos de produção de duas propriedades leiteiras, no município de Unaí-MG, no período de 2003 e 2004**. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 33. n. esp., 2009.
- CARVALHO, P. C. F. **Definições e terminologias para Sistema Integrado de Produção Agropecuária**. Revista Ciência Agronômica, Fortaleza, v. 45, n. 5 (Especial), p. 1040-1046, 2014.

CARVALHO, P. C. de F. et al. Animal production and soil characteristics from integrated crop-livestock systems: toward sustainable intensification. **Journal of animal science**, v. 96, n. 8, p. 3513-3525, 2018.

CENTRO DE SENSORIAMENTO REMOTO (CSR). **Cenários para o Brasil**. 2020. Disponível em: <<https://csr.ufmg.br/pecuaria/portfolio-item/cenarios-para-o-brasil/>>. Acesso em 29 de abril 2023.

COBUCI, J.A.; ABREU, U.G.P.; TORRES, R.A. **Formação de grupos contemporâneos em bovinos de corte**. Publicado em: 2006. Disponível em: <http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/online/DOC87.pdf>. Acesso em: 26 de mai. 2023.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Produção nacional de grãos é estimada em 312,2 milhões de toneladas na safra 2022/23**. Publicado em dezembro de 2022. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/4847-producao-nacional-de-graos-e-estimada-em-312-2-milhoes-de-toneladas-na-safra-2022-23#:~:text=Conab%20%2D%20Produ%C3%A7%C3%A3o%20nacional%20de%20gr%C3%A3os,toneladas%20na%20safra%202022%2F23>> Acesso em: 29 de abril 2023.

CONWAY, G. **Êxitos anteriores**. In: **Produção de alimentos no século XXI: biotecnologia e meio ambiente**. São Paulo: Estação Liberdade, 2003. cap.4, p.69-74.

COVAS, A. **Política agrícola e desenvolvimento rural: Temas e problemas**. Edições Colibri, Lisboa, Maio de 2004.

CREWS, T.E. et al. Going where no grains have gone before: From early to mid-succession. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 223, p. 223-238, 2016.

CREWS, T. E.; CARTON, W.; OLSSON, L. Is the future of agriculture perennial? Imperatives and opportunities to reinvent agriculture by shifting from annual monocultures to perennial polycultures. **Global Sustainability**, v. 1, p. e11, 2018.

FRANZLUEBBERS, A. J. et al. Toward agricultural sustainability through integrated crop–livestock systems. III. Social aspects. **Renewable agriculture and food systems**, v. 29, n. 3, p. 192-194, 2014.

FREITAS, L. C.; SILVA, M. L.; MACHADO, C. C. Influência do cálculo de depreciação no imposto de renda e no fluxo de caixa de uma atividade de transporte florestal. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 257-264, 2007.

HERNANDEZ, F.B.T. A agricultura irrigada em solos arenosos. **Simpósio Brasileiro de Solos Arenosos**, 2019, Campo Grande - MS.

- IRGA – Instituto Rio-Grandense do Arroz. Boletim de resultados da safra 2021/22 em terras baixas: arroz e soja. Porto Alegre: IRGA, 2022.
- JOHN, D.A.; BABU, G.R. Lessons from the aftermaths of green revolution on food system and health. **Frontiers in sustainable food systems**, v. 5, p. 644559, 2021.
- KASSAM, A.; FRIEDRICH, T.; DERPSCHE, R. Global spread of conservation agriculture. **International Journal of Environmental Studies**, v. 76, n. 1, p. 29-51, 2019.
- LIU, S. et al. Toward a “green revolution” for soybean. **Molecular plant**, v. 13, n. 5, p. 688-697, 2020.
- MARTINS, A. P. et al. Short-term impacts on soil-quality assessment in alternative land uses of traditional paddy fields in southern Brazil. **Land degradation & development**, v. 28, n. 2, p. 534-542, 2017.
- MATOS, A. K. V. **Revolução verde, biotecnologia e tecnologias alternativas**. v. 10 n. 12. 2011.
- MORAES, A.; PELISSARI, A.; ALVES, S.J. **Integração Lavoura-Pecuária no Sul do Brasil**. In: MELLO, N.A., ASSMANN, T.S. (Eds.). I Encontro de integração lavoura-pecuária no sul do Brasil. p.3-42. 2002.
- MOREIRA, R, J. **Críticas ambientalistas à Revolução Verde**, Revista Estudos Sociedade e Agricultura. p.39-52. 2000.
- OLIVEIRA, G, G. **Produção de carne bovina: estratégias para mitigar o metano entérico produzido**. 2021. 28 f., il. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) — Universidade de Brasília, Brasília, 2021.
- SAADI, R. A. **Agropecuária: a grande virada: três ações para revolucionar seu empreendimento: fertilização, manejo e uso de forrageiras adequadas**. Porto Alegre, RS, 2007.
- SEKARAN, U. et al. Role of integrated crop-livestock systems in improving agriculture production and addressing food security—A review. **Journal of Agriculture and Food Research**, v. 5, p. 100190, 2021.
- SILVA, H. A. da et al. Chemical and physical soil attributes in integrated crop-livestock system under no-tillage. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, p. 946-955, 2014.
- SILVEIRA, D. C. et al. Plantas de cobertura de solo de inverno em Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária. **Plantio Direto**, p.18-23, 2020.
- SOUSA, R. O. de et al. No-tillage for flooded rice in Brazilian subtropical paddy fields: history, challenges, advances and perspectives. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 45, 2021.

SVERSUTTI, P. E.; YADA, M. M. CRIAÇÃO EXTENSIVA DE BOVINOS DE CORTE. **SIMTEC - Simpósio de Tecnologia da Fatec Taquaritinga**, v. 5, n. 1, p. 382-391, 22 dez. 2019.

SZYMCZAK, L. S. et al. System diversification and grazing management as resilience-enhancing agricultural practices: The case of crop-livestock integration. **Agricultural Systems**, v. 184, p. 102904, 2020.

VALANI, G. P. et al. Atributos físicos do solo em áreas de seringueira e pastagem em monocultivo contrastado ao sistema silvipastoril. **Revista Univap**, v. 22, n. 40, Edição Especial 2016.

VALENÇA, G. M. et al. Desempenho forrageiro e animal em sistemas de integração lavoura pecuária em solos de terras baixas. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 12, n. 2, 2020.

VILELA, L. Sistemas de integração lavoura-pecuária na região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. 1127–1138, out. 2011.

WEINERT, C. et al. Legume winter cover crop (*Persian clover*) reduces nitrogen requirement and increases grain yield in specialized irrigated hybrid rice system. **European Journal of Agronomy**, v. 142, p. 126645, 2023.

YORONORI, J.T.; CHARCHAR, M.J.D.; NASSER, L.C.B. et al. **Doenças da soja e seu controle**. In: Cultura da soja nos Cerrados. Piracicaba: POTAFOS, 1993. p.333-390.

ZHENG, H. et al. Traditional symbiotic farming technology in China promotes the sustainability of a flooded rice production system. **Sustainability Science**, v. 12, p. 155-161, 2017.

ZUFFO, A.M.; STEINER, F.; AGUILERA, J.G. **Impactos das tecnologias nas ciências agrárias e multidisciplinar**. Ponta Grossa: Atena Editora, 2018.

3. Capítulo 2

CAP 2. Indicadores bio-econômicos na transição da monocultura do arroz para um sistema de integração lavoura-pecuária: Um estudo de caso na região sul do Rio Grande do Sul

1. Introdução

De acordo com o Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA-USP) (2023), o agronegócio brasileiro representa, atualmente, 24,8% do Produto Interno Bruto (PIB) do país, sendo a agricultura responsável pela maior parte desse percentual (72,7%) e a pecuária por 27,3% do montante.

O estado do Rio Grande do Sul, por sua vez, destaca-se, historicamente, pela sua produção agropecuária, contribuindo através dessa com o PIB nacional (RIO GRANDE DO SUL, 2022). Dentre as atividades mais significativas para essa contribuição estão o cultivo de grãos e cereais, como a soja e o arroz, e a criação de galináceos e rebanhos bovinos com aptidão para corte e leite (IBGE, 2021).

Nesse sentido, uma diversidade de sistemas de produção pode ser adotada para os cultivos e criações, dentre eles, a integração lavoura-pecuária (ILP), que preconiza a utilização de uma mesma área para múltiplas atividades durante um ano agrícola (CARMONA et al., 2018). O emprego desse tipo de sistema integrado de produção agropecuária (SIPA) vem aumentando ao longo dos anos, especialmente pela sua sustentabilidade e possibilidade de diversificação da produção, o que geraria um maior retorno econômico à propriedade (SILVA et al., 2014; KASSAM, FRIEDRICH & DERPSCH, 2019).

Os benefícios ecológicos da integração lavoura-pecuária nas terras baixas da metade sul do Rio Grande do Sul, estão sendo esclarecidos ao longo de avaliações anuais, especialmente no que tange a qualidade do solo (MARTINS et al., 2017; CARLOS et al., 2020; DENARDIN et al., 2020). Os SIPAs podem influenciar a biologia do solo através da quantidade, qualidade e diversidade dos resíduos inseridos, modificações na direção, magnitude e composição do fluxo de nutrientes e alterações benéficas nos atributos físicos e microbiológicos do solo (ANGHINONI, CARVALHO & COSTA, 2013). Além disso, também proporcionam a diminuição da dependência de insumos externos e o melhor aproveitamento da área na entressafra (CARMONA et al., 2018).

Dentre as principais vantagens diretamente relacionada a produção animal nos sistemas de ILP esta a padronização dos índices de produção pecuária e a melhora do desempenho animal do rebanho envolvido no sistema (VALENÇA et al., 2020).

No entanto, mesmo com a forte importância de índices econômicos para a tomada de decisão nas propriedades rurais, análises econômicas e dos índices de produção agropecuários acerca das ILPs não são comumente encontrados, especialmente quando a busca é refinada pela região e integração específica. Nesse sentido, objetivou-se analisar os indicadores bio-econômicos na transição de uma monocultura para um sistema de ILP em uma propriedade rural.

2. Material e Métodos

2.1. Descrição e histórico da área e das atividades realizadas

A pesquisa foi realizada durante os anos agrícolas de 2017-2018, 2018-2019, 2019-2020, 2020-2021 e 2021-2022, em uma fazenda, localizada no município de Rio Grande/ RS – Brasil (Figura 1A). O solo é classificado como Planossolo Háplico, com relevo plano a suavemente ondulado (STRECK et al., 2018). Em relação aos atributos químicos do solo, no ano de 2022 obtiveram-se nas análises os seguintes resultados: 1,75% de matéria orgânica (MO) (digestão úmida), 12,68 mg dm⁻³ de fósforo (P) (Mehlich 1), 0,185 cmolc dm⁻³ de potássio (K) (Mehlich 1), capacidade de troca de cátions (CTC) pH 7,0 de 9,39 e 29,7% de argila na camada de 0-20 cm (método do densímetro). Quanto aos aspectos físicos e relevo da região, pode-se ressaltar a presença de Gleissolos Melânicos, apresentando cores pretas na superfície (teores médios ou elevados de matéria orgânica) e gleizados nas partes mais profundas.

As atividades no ano de 1973. A partir da renda obtida por outras atividades comerciais desenvolvidas pelos proprietários, ocorreu a aquisição de áreas vizinhas, passando a propriedade, a contar atualmente, com 3.512 ha para as suas atividades.



Figura 1. Localização (A)
Fonte: Google Earth.

No ano de 1995 uma área com infraestrutura de irrigação, canais, levantes elétricos e demais benfeitorias, foi adquirida, dando início ao arrendamento de áreas para a orizicultura e a venda de água para os arrendatários. Em 2006, deu-se início ao plantio de arroz na propriedade e, com isso, redução gradativa das áreas arrendadas. Quatro anos depois, em 2010, 100% da área já era cultivada exclusivamente pela propriedade. No ano de 2013 foi então instalada a unidade de secagem e armazenagem de arroz. Até o ano agrícola 2016/2017 a fazenda tinha como única atividade agrícola a orizicultura, que ocupava anualmente ao redor de 580 hectares com produtividade média de 142 sacos/há.

Em 2017 se deu início ao cultivo de soja na propriedade. Esta cultura teve como principais objetivos: a) combater bancos de sementes de invasoras como arroz vermelho e arroz preto, auxiliando na limpeza das áreas; b) auxiliar na otimização dos preparos das terras para o plantio de arroz, visto que após a colheita da soja (que ocorre entre os meses de abril/maio) as áreas já podem ser niveladas e entaipadas, estando prontas para o plantio de arroz do próximo ano (o qual ocorre entre setembro/outubro) sendo necessário apenas a dessecação pré-plantio.

Nas áreas em que a soja é plantada, quando esta se encontra em estágio R7 (marca o início da maturação fisiológica dos grãos, quando cessa o acúmulo de matéria seca e a vagem atinge a cor marrom ou palha) (BARIANI et al., 2015) é realizada a semeadura aérea do azevém (início de março). Estas áreas, por sua vez,

são pastoreadas por bovinos logo após a nivelção (maio), sendo os animais retirados no início de setembro.

O sistema utilizado pela propriedade é comumente conhecido como “Ping-Pong”, devido a alternância da cultura de verão, onde em um ano é implantada a cultura do arroz e no ano subsequente a cultura da soja. Nas fases hibernais do sistema, o azevém é cultivado nas áreas que antecederam o arroz (FONTOURA JÚNIOR et al., 2020).

No período de entressafra das áreas cultivadas com arroz, a palhada da cultura é utilizada como fonte alimentar para o rebanho bovino, os quais pastoreiam a área por cerca de 30 a 45 dias. Na sequência o local passa por manejos de revolvimento, gradagem e terraplanagem, com a finalidade de preparar o solo para o plantio da soja. Na entressafra das áreas cultivadas com soja, ocorre a constituição de pastagens hibernais de azevém anual. Em torno de 45 dias após a semeadura do azevém, os animais iniciam o pastoreio da área (início de maio), e permanecem em torno de 120 dias (até início de setembro).

O manejo de adubação com ureia está diretamente relacionado com a oferta e demanda forrageira do ano em questão e custo benefício do insumo, sendo aplicado de 70 a 100 kg ha⁻¹. O uso da pastagem de azevém auxilia na melhora dos índices zootécnicos da produção pecuária, além de aumentar a renda por área, em sistemas integrados. Concomitantemente com a utilização das pastagens são constituídas as curvas de níveis que serão responsáveis pela irrigação do arroz na próxima cultura, porém os animais permanecem nas áreas. No início do mês de setembro os animais são retirados e as áreas são dessecadas para se dar início ao plantio do arroz. No Quadro 1 estão demonstradas a rotação das culturas soja/pastagem/arroz ao longo de 24 meses após o início gradativo da integração das culturas.

	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
A1	Soja						Pecuária						Arroz		
A2	Arroz					Pecuária		Preparo do solo			Soja				

Quadro 1. Rotação de atividades realizadas no período de 2 anos. A1: ano 1; A2: ano 2.

O plantio de milho teve início na fazenda na safra 2020/2021 com 17 hectares, tendo como objetivo a produção de silagem de planta inteira, a qual seria destinada a suplementação dos bovinos. No ano agrícola 2021/2022 foram plantados 40 hectares de milho para confecção de silagem de grão úmido, o qual foi utilizado como concentrado para suplementação nas pastagens de azevem nos animais de recria e engorda. A tendência é de aumento gradativo da área plantada de milho, o qual será usado parte pelo setor de pecuária da fazenda e parte comercializado. A grande vantagem da utilização do grão úmido de milho no sistema de recria e engorda da fazenda é o aumento da eficiência de ganho de peso diária, promovendo a redução da idade de abate e acasalamento dos bovinos.

Na composição da área total da fazenda, além da fração agricultável, há aproximadamente 1.900 hectares de banhado e áreas alagadiças, as quais somente podem ser exploradas com pecuária devido aos constantes alagamentos, os quais normalmente ocorrem em períodos de inverno, porém em anos de *el nino*, podendo ocorrer na primavera e verão. Tornando assim, difícil sua exploração, planejamento e ajustes de carga nestas áreas nos diferentes períodos do ano.

O sistema de criação pecuário da fazenda é caracterizado como ciclo completo, tendo cerca de 1.500 bovinos na propriedade, predominantemente da raça Angus, dentre estes animais alguns fazem parte do núcleo de produção de genética da fazenda, sendo estes registrados na Associação Brasileira de Angus (ABA).

A temporada de acasalamento ocorre entre os meses de outubro a fevereiro, sendo ao redor de 600 fêmeas submetidas a protocolos de IATF e posteriormente repassadas com touros. As fêmeas adultas são mantidas os 12 meses do ano nas áreas de banhado, já os bezerros nascem e são mantidos no banhado até a desmama.

O diagnóstico de gestação ocorre nos meses de maio, onde as fêmeas vazias são destinadas a engorda e as gestantes permanecem no sistema de produção.

Neste mesmo mês é realizado o desmame dos bezerros, os quais são devidamente identificados com brincos e chips, dosificados, vacinados,

suplementados durante o período de adaptação e posteriormente encaminhados para as pastagens de azevem, onde é realizado o processo de recria desta categoria.

No mês de setembro, após o fim do período de pastagens, os animais recriados são destinados para as áreas de campos não agricultáveis onde passam de outubro a maio do próximo ano.

As fêmeas são acasaladas as 24 meses de idade com aproximadamente 320 kg de peso médio. Sendo a pastagem de inverno, pós desmama, de suma importância para o desempenho reprodutivo destas matrizes ao longo de toda sua vida produtiva.

Os machos eram abatidos ao redor dos 36 meses de idade, com o aumento das áreas de pastagens e uso de suplementação foi possível reduzir esta idade para 18-24 meses.

As vacas e os novilhos de engorda, em maio são colocados nas pastagens de azevem e suplementados com grão úmido de milho no último mês que antecede o abate para garantir bom engorduramento de carcaça e obter melhores remunerações.

2.2. Análise de dados

O presente trabalho coletou dados das produções desde o ano de 2017 até o ano de 2022, contemplando as safras de 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020, 2020/2021 e 2021/2022.

Avaliações acerca de: a) utilização das áreas agricultáveis nos períodos de verão e de inverno; b) análise da área (ha) de cultivo de pastagem de inverno *versus* o número (nº) de bovinos abatidos; c) evolução da produtividade de grãos (em

sacos/hectare e em percentual) entre as safras; d) evolução de bovinos abatidos entre as safras; e) percentual de giro de estoque das culturas e do rebanho bovino entre as safras, foram construídas. Ainda foi realizada a extração dos custos de produção, das receitas, da lucratividade e das variáveis com relação ao desempenho zootécnico do rebanho bovino.

2.2.1. Cálculo da produtividade de grãos

Para demonstrar a evolução da produtividade de grãos entre os anos agrícolas, calculou-se a produtividade das culturas em sacos/hectare (sc/ha) e em percentual. Para o cálculo da produtividade a Equação 1 foi utilizada:

$$(Total\ de\ kg\ produzidos\ /\ Hectares\ cultivados) / Quantidade\ de\ kg\ por\ saco$$

Equação 1. Fórmula utilizada para calcular a produtividade em sacos por hectare (sc/ha) das culturas de arroz e soja.

O percentual de evolução da produtividade dos anos agrícolas 2018/2019, 2019/2020, 2020/2021 e 2021/2022 foi calculado em comparação com a produtividade do primeiro ano agrícola avaliado (2017/2018), utilizando as Equações 2 e 3, apresentadas abaixo:

Produtividade (sacos/hectare) – Produtividade (sacos/hectare) na primeira safra avaliada = Valor de Y

Equação 2. Fórmula utilizada para definir o valor de y que é a diferença entre a produtividade do ano agrícola a ser avaliado e a produtividade da primeira safra (2017/2018).

$$Produtividade\ (sacos/hectare)\ na\ primeira\ safra\ avaliada\ ----- 100\%$$

$$Valor\ de\ Y\ ----- X$$

$$X = (100\% \cdot Valor\ de\ Y) / Produtividade\ (sacos/hectare)\ na\ primeira\ safra\ avaliada$$

$$X = Percentual\ de\ evolução\ da\ produtividade\ em\ relação\ à\ primeira\ safra\ avaliada$$

Equação 3. Fórmula utilizada para calcular o percentual de evolução da produtividade das culturas de arroz e soja.

2.2.2. Cálculo do percentual de giro de estoque do rebanho bovino

O percentual de giro de estoque representa a produção vendida, em cabeças de gado, quando em comparação ao efetivo total do rebanho, em um determinado espaço de tempo (GOTTSCHELL, 2007). Para o cálculo do giro de estoque do rebanho bovino, a Equação 4, apresentada abaixo, foi utilizada.

$$\text{Rebanho bovino final} - \text{Rebanho bovino inicial} = \text{Produção do rebanho}$$

$$(\text{Produção do rebanho} / \text{Rebanho bovino Inicial}) \cdot 100 = \% \text{ de giro de estoque}$$

Equação 4. Fórmula utilizada para calcular o percentual de giro de estoque do rebanho bovino.

2.2.3. Custos

Os custos de produção da fazenda foram calculados levando em consideração o custo de produção médio ponderado de cada atividade no ano agrícola em questão.

Para o cálculo do custo de produção de arroz irrigado, utilizou-se o custo de produção médio ponderado (custo/saco em R\$) disponibilizado pelo Instituto Rio-Grandense do Arroz (IRGA) nos anos agrícolas de 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020, 2020/2021 e 2021/2022. Já os custos de produção médios ponderados da cultura da soja (custo/saco em R\$), utilizados para calcular o seu custo de produção, na propriedade, foi disponibilizado pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), nos anos agrícolas em questão. Os dados utilizados para a análise de custo da produção das culturas do arroz e da soja estão demonstrados na Tabela 1.

Tabela 1. Custo de produção médio ponderado das culturas do arroz e da soja entre os anos agrícolas de 2017/2018 a 2021/2022, utilizados para o cálculo do custo destas atividades.

Ano Agrícola	Custo do saco de arroz (R\$)	Custo do saco de soja (R\$)
2017/2018	45,21	58,28
2018/2019	58,54	56,55
2019/2020	64,7	59,98
2020/2021	72,73	64,22
2021/2022	90,74	70,72

R\$: real, moeda corrente no Brasil.

No que diz respeito ao custo de produção dos bovinos de corte, dados de Mecca, Vergani & Eckert (2022) foram utilizados para o cálculo de custo da produção de bovinos do ano agrícola de 2017/2018. Devido a indisponibilidade de dados dos anos subsequentes, o Índice Geral de Preços do Mercado (IGP-M), acumulado, dos anos de 2019, 2020, 2021 e 2022 foi empregado sob o custo médio de 2018, para a estimativa de custo de produção do rebanho bovino nestes anos agrícolas. O custo de produção inicial (2017/2018), os IGP-M's anuais acumulados e

os custos de produção dos demais anos agrícolas considerados, estão demonstrados na Tabela 2.

Tabela 2. Variáveis utilizadas para calcular o custo de produção dos bovinos de corte entre os anos agrícolas de 2017/2018 e 2021/2022.

Ano Agrícola	IGP-M anual acumulado (%)	Custo de produção (R\$/cabeça comercializada)
2017/2018	-	1.941,69
2018/2019	7,30	2.083,43
2019/2020	23,14	2.565,53
2020/2021	17,78	3.021,68
2021/2022	5,45	3.186,36

IGP-M: índice Geral de Preços do Mercado; %: percentual; R\$: real, moeda corrente no Brasil.

2.2.4. Receitas

As receitas foram calculadas levando em consideração todo o aporte de caixa da propriedade, e referiu-se especialmente à venda dos insumos produzidos, isto é: arroz, soja e rebanho bovino.

O valor de venda dos insumos, nos anos agrícolas avaliados, foi obtido de órgãos oficiais ou de fomento. Para a cultura do arroz os dados (valor/saco em R\$) foram obtidos nos relatórios do Instituto Rio-Grandense do Arroz (IRGA); para a cultura da soja, o valor/saco em R\$, foi disponibilizado pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). O Núcleo de Estudos em Sistema de Produção de Bovinos de Corte e Cadeia Produtiva (NESPro – UFRGS) foi utilizado como referência para os dados do valor do quilograma (kg) do peso vivo (PV) dos bovinos nos anos agrícolas avaliados. Para esta variável foi considerado que 55% dos animais vendidos eram machos e 45% fêmeas. A Tabela 3 apresenta os valores utilizados para os cálculos das receitas.

Tabela 3. Valor do saco de arroz, do saco de soja e do quilograma do peso vivo bovino, utilizados para calcular as receitas entre os anos agrícolas de 2017/2018 a 2021/2022.

Ano Agrícola	Valor do saco de	Valor do saco de	Valor do kg do PV bovino (R\$)	
	arroz (R\$)	soja (R\$)	Macho	Fêmea
2017/2018	36,28	81,30	4,90	4,21
2018/2019	39,32	72,75	5,50	4,79
2019/2020	59,66	100,72	7,24	6,26
2020/2021	83,82	175,46	10,25	9,19
2021/2022	69,04	199,25	10,54	9,42

R\$: real, moeda corrente no Brasil; kg: quilograma; PV: peso vivo.

2.2.5. Lucratividade

A lucratividade de um sistema é um dos indicadores mais importantes da sua eficiência operacional, apontando o ganho que a propriedade é capaz de gerar sobre o trabalho que desenvolve (ALVES et al., 2012). A Equação 5, utilizada para calcular a lucratividade do sistema, está demonstrada abaixo.

$$\text{Lucratividade} = (\text{Lucro líquido} / \text{Receita total}) \cdot 100$$

Equação 5. Fórmula utilizada para calcular a lucratividade do sistema.

2.2.6. Desempenho zootécnico do rebanho bovino

O controle de índices zootécnicos é fundamental para todas as propriedades que desempenham atividades pecuárias, mesmo que de forma extensiva. Dentre as principais avaliações dos índices zootécnicos realizadas neste trabalho, estão a taxa de prenhez e o peso ao desmame dos animais entre os anos agrícolas de 2017/2018 a 2021/2022. Para o cálculo da taxa de prenhez a Equação 6, demonstrada abaixo, foi utilizada.

$$\text{Taxa de prenhez (\%)} = \text{Taxa de concepção} \cdot \text{Taxa de serviço}$$

Equação 6. Fórmula utilizada para calcular a taxa de prenhez do rebanho bovino.

Ainda, no ano agrícola de 2020/2021, avaliações acerca da recria dos terneiros e terminação dos novilhos, com suplementação, foram realizadas. O peso (kg) médio de entrada dos animais na área, peso (kg) médio de saída e ganho de peso (kg) médio diário foi analisado. Ainda, a carga média (kg e cabeças de gado) e

o resultado da área em kg de peso vivo, em sacos de arroz e sacos de soja foi explorada.

Todos os dados avaliados no decorrer deste trabalho foram tabulados no software Microsoft® Excel® e plotados em gráficos ou tabelas para posteriormente sofrerem análise descritiva. A partir disso foi possível a geração dos resultados bioeconomicos de um sistema integração lavoura-pecuária (arroz-soja-bovinos de corte), desenvolvido em terras baixas.

3. Resultados

Ate à safra 2016/2017 a fazenda tinha como atividade agrícola somente a orizicultura, plantando ao redor de 580 hectares anuais de sua área total. Entre os anos agrícolas de 2017/2018 a 2020/2021 a área agricultável total da fazenda foi de 1.363 hectares (ha), e no ano de 2021/2022 passou para 1.548 ha. A utilização da área no período de verão pode ser observada no Gráfico 1. Os cultivos pertinentes para esta época do ano foram o arroz e a soja, ou a adoção do pousio de verão.

No ano agrícola de 2017/2018, 578 hectares foram cultivados com arroz, 142 com a soja, e 643 hectares foram mantidos em pousio. No ano subsequente cerca de 634 hectares foram cultivados com o arroz, 300 hectares com a soja e 409 hectares foram mantidos em pousio. Em 2019/2020, a área total plantada foi de 867 hectares (632 e 235 hectares cultivados de arroz e soja, respectivamente), e 496 hectares de pousio.

A partir do ano agrícola de 2020/2021 houve um aumento considerável no cultivo de arroz (722 e 835 hectares em 2020/2021 e 2021/2022, respectivamente) e de soja (558 e 503 hectares, entre os anos, respectivamente) na propriedade, além da diminuição predominante das áreas de pousio (49 e 134 hectares, respectivamente), que anteriormente, no primeiro ano agrícola avaliado, superavam até mesmo as áreas culturais.

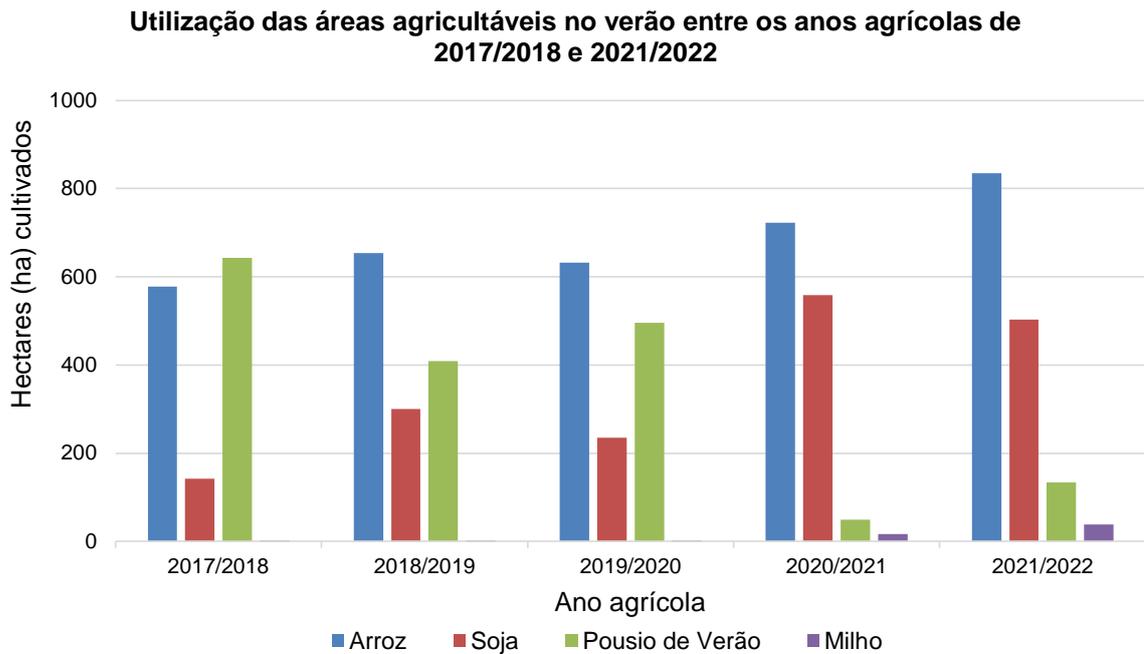


Gráfico 1. Utilização das áreas agricultáveis (hectares) no período de verão na fazenda, entre os anos agrícolas de 2017/2018 e 2021/2022. As barras azul, vermelho e lilás demonstram a área cultivada com arroz, soja e milho, respectivamente. A barra verde refere-se à área destinada ao pousio de verão.

No período de inverno as áreas agricultáveis foram empregadas para fins de pousio ou pastagens. A sua utilização pode ser observada, mais detalhadamente, através do Gráfico 2.

Assim como para o período de verão, nota-se uma constância na manutenção das áreas de pousio até o ano agrícola de 2019/2020 (643, 409 e 496 hectares, entre os anos, respectivamente). No entanto, a partir de 2020/2021, as áreas de pastagem apresentam um acréscimo de cerca de 50% quando comparadas aos anos anteriores, passando de 142 hectares no primeiro ano avaliado (2017/2018), 300 hectares em 2018/2019 e 235 hectares em 2019/2020, para 558 e 503 hectares nos anos agrícolas de 2020/2021 e 2021/2022, respectivamente.

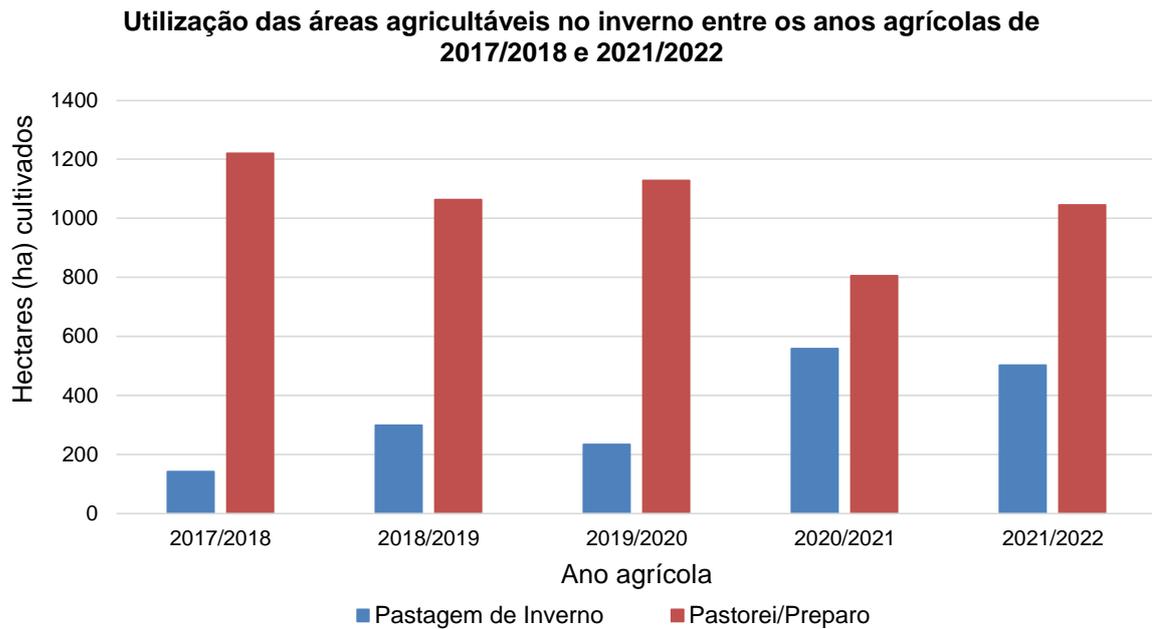


Gráfico 2. Utilização das áreas agricultáveis (hectares) no período de inverno na fazenda, entre os anos agrícolas de 2017/2018 e 2021/2022. A barra azul demonstra a área cultivada com pastagem; a barra vermelha refere-se a área destinada ao pastoreio e preparo de inverno.

O aumento das áreas de pastagens na propriedade apresentou uma correlação positiva com o número de bovinos terminados, podendo-se visualizar esta, no Gráfico 3. Isto é, a implantação de mais hectares de pastagens possibilitou a terminação de mais animais durante um mesmo período, nos diferentes anos agrícolas avaliados. No primeiro ano agrícola, 142 hectares de azevém foram cultivados e 145 bovinos foram terminados. No segundo e terceiro anos, 300 e 235 hectares de pastagem foram mantidos e 197 e 278 animais foram terminados, respectivamente.

Do mesmo modo, o crescimento foi exponencial nos anos agrícolas subsequentes. Em 2020/2021, 558 hectares de pastagem foram cultivados e cerca de 447 bovinos foram terminados; já no ano de 2021/2022 503 hectares foram mantidos de pastagem, e o número de animais terminados foi 451.

O peso médio ao abate dos animais variou entre 518 quilogramas (kg) no ano de 2017/2018, para 501 kg em 2018/2019, 478 kg em 2019/2020, 466 kg em 2020/2021 e 458 kg em 2021/2022.

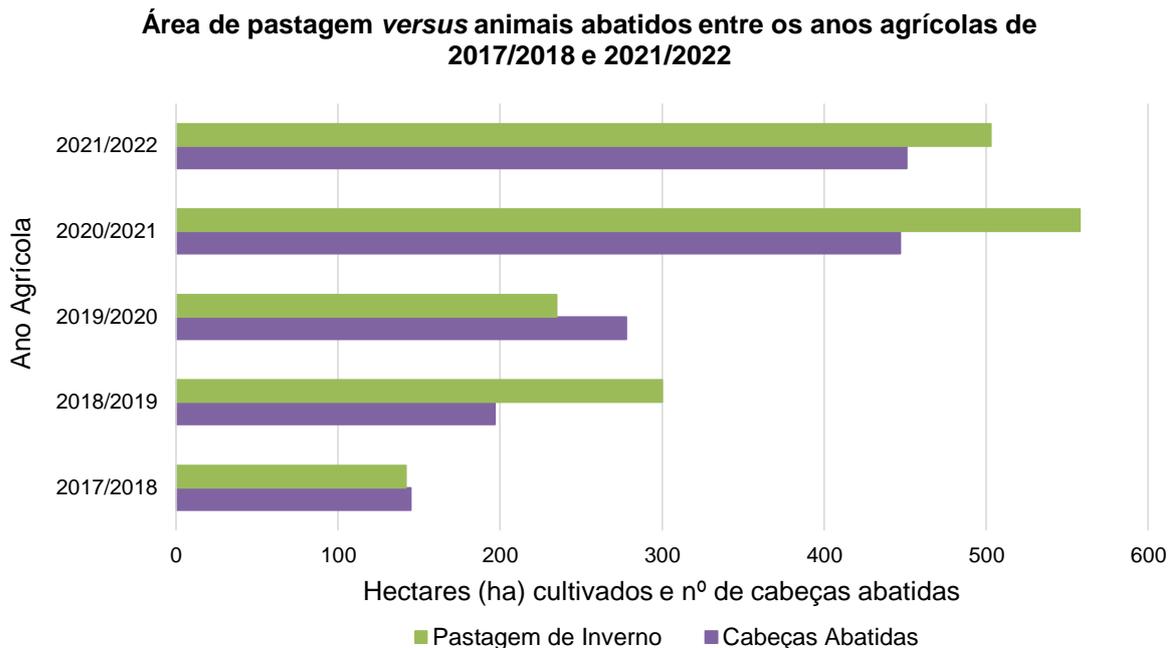


Gráfico 3. Áreas de pastagem (hectares cultivados) *versus* animais abatidos (número de cabeças) na fazenda, entre os anos agrícolas de 2017/2018 e 2021/2022. A barra verde demonstra a área, em hectare, cultivada com pastagem de inverno; a barra lilás refere-se ao número de cabeças bovinas abatidas.

Para um comparativo adicional, o Gráfico 4 apresenta a evolução do número total de animais do rebanho, do número de animais abatidos, e ainda, a evolução do percentual de giro de estoque por ano agrícola avaliado.

No ano de 2017/2018, o rebanho bovino possuía 1.148 animais e o giro de estoque foi de 13% (145 animais abatidos). Em 2018/2019 e 2019/2020 um montante de 1.169 e 1.236 cabeças bovinas compunham o rebanho que demonstraram 17% (197 animais abatidos) e 22% (278 animais abatidos) de giro de estoque, respectivamente, entre os anos agrícolas. Subsequentemente, o rebanho diminuiu na propriedade, estabelecendo-se com 1.014 animais em 2020/2021, mas com um giro de estoque duas vezes maior (44%) (447 animais abatidos) que no ano anterior. Por fim, em 2021/2022, o rebanho da propriedade era de 1.155 animais, apresentando um giro de estoque de 39% (451 animais abatidos).

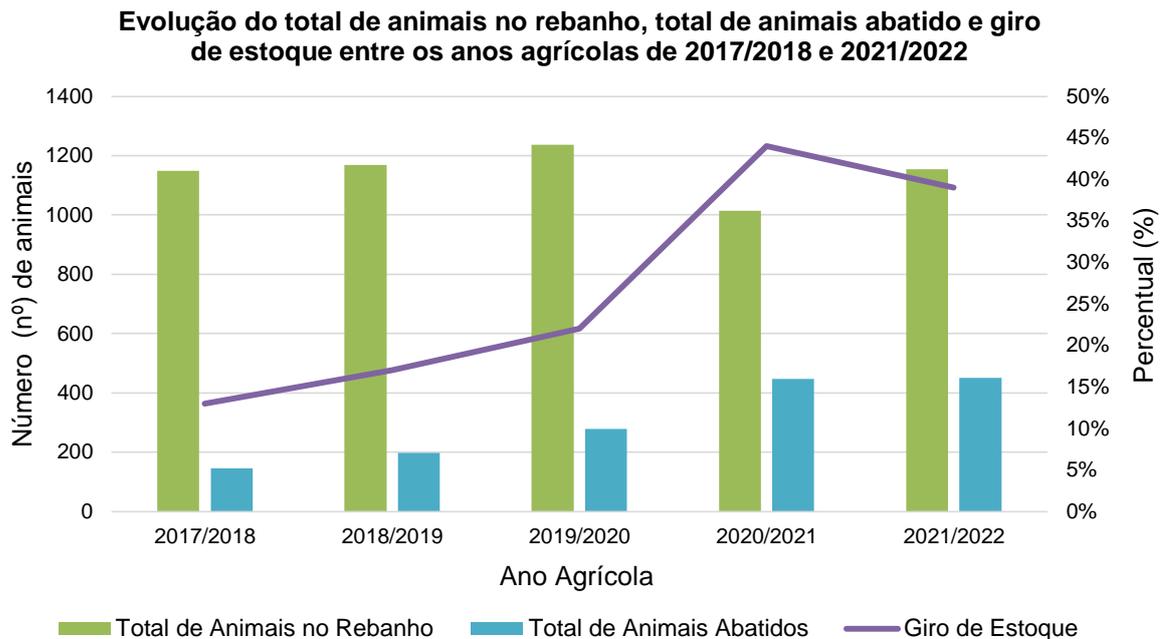


Gráfico 4. Evolução do total de animais no rebanho (barra verde), total de animais abatidos (barra azul) e percentual de giro de estoque (linha horizontal lilás) entre os anos agrícolas de 2017/2018 a 2021/2022 na fazenda.

Com o aprimoramento das áreas de pastagem de inverno pode-se notar também um acréscimo na taxa de prenhez e no peso ao desmame dos animais, demonstrados através da Tabela 4.

No ano de 2017/2018 a taxa de prenhez observada era de 52,3% e apresentou um acréscimo de 34% nesse valor em 2021/2022, chegando a uma taxa de 70,5% nesse ano. Esse índice sofreu aumento para 63,2% em 2018/2019 e 68,4% em 2019/2020. Na safra de 2020/2021 a integração apresentou a maior taxa de prenhez, 74,1%, entre os anos agrícolas analisados, caindo para 70,5% em 2021/2022.

Para o peso ao desmame observa-se o aumento gradativo desta variável, com ganho médio de 10,75 kg entre o ano agrícola em questão e o ano subsequente. Em 2017/2018 os animais eram desmamados com peso médio de 154 kg, e em 2021/2022 com 197 kg, peso carca de 27% maior. na comparação com o primeiro ano de estudo.

Nos anos agrícolas de 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 os pesos ao desmame foram de 165 kg, 173 kg e 182 kg, respectivamente, aumentando para 197 kg na última avaliação (2021/2022).

Tabela 4. Evolução da taxa de prenhez e do peso ao desmame do rebanho bovino entre os anos agrícolas de 2017/2018 a 2021/2022

Ano Agrícola	Taxa de prenhez (%)	Peso ao desmame (kg)
2017/2018	52,3	154
2018/2019	63,2	165
2019/2020	68,4	173
2020/2021	74,1	182
2021/2022	70,5	197

%; porcentagem; kg: quilograma.

A Tabela 5 apresenta um demonstrativo dos resultados das áreas destinadas para a recria de terneiros e terminação dos novilhos no ano de 2020/2021.

Para a recria de terneiros a área utilizada foi de 87 hectares, em um período de 80 dias, com uma carga média de 347,79 kg. Esse mesmo espaço foi capaz de produzir 47,86 kg de peso vivo, 8,28 sacos de arroz e 2,88 sacos de soja, apresentando um resultado de R\$ 574,29 por hectare.

Para a terminação de novilhos os resultados foram muito similares. A utilização dos 98 hectares se deu por 80 dias e observou-se uma carga média 271,89 kg. Nesta área houve a produção de 53,46 kg de peso vivo, 8,12 sacos de arroz, 2,83 sacos de soja e um resultado de R\$ 563,43 por hectare.

Esse demonstrativo, sinaliza de forma clara como o aproveitamento das áreas por diferentes atividades pode ser rentável para a unidade de produção.

Tabela 5. Demonstrativo dos resultados de áreas destinadas para recria de terneiros e terminação de novilhos no ano de 2020/2021

Variável	Recria de terneiros	Terminação de novilhos
Número de cabeças bovinas	141	71
Área (hectares)	87	98
Período de tempo (dias)	80	133
Peso (kg) médio de entrada	190,39	310,43
Peso (kg) médio de saída	238,8	440,14
Ganho de peso (kg) médio diário	0,605	0,975
Carga média (kg) da área	347,79	271,89
Carga média (cabeças) da área	1,62	0,72
Resultado em kg de peso vivo	47,86	53,46
Resultado em sacos (sc) de arroz	8,28	8,12
Resultado em sacos (sc) de soja	2,88	2,83
Resultado (R\$) por hectare	574,29	563,43

kg:quilograma; sc: saco; R\$: real, moeda corrente no Brasil.

A produtividade (sacos/hectare) das culturas do arroz e da soja também sofreu evolução ao longo dos anos agrícolas, e esta pode ser visualizada através do Gráfico 5. A menor produtividade cultural foi visualizada no ano de 2017/2018, com 136 sacos/hectare (sc/ha) de arroz e 38,7 sc/ha de soja. Em 2018/2019 e 2019/2020 o arroz contou com produtividade de 144 e 174 sc/ha e a soja com 36,4 e 39 sc/ha, respectivamente.

Concomitantemente com o aumento das áreas de pastagem de inverno da propriedade e do número de animais terminados nesta área, está o crescimento na produtividade, especialmente em relação à cultura da soja, que passou da casa dos 39 sc/ha no ano de 2019/2020, para os 45 sc/ha em 2020/2021 e depois para os 64 sc/ha no ano agrícola de 2021/2022. Além disso, a cultura do arroz também se beneficiou do fator animal e da inclusão da soja no sistema de produção, passando para produtividades de 176 e 190 sc/ha nos anos agrícolas de 2020/2021 e 2021/2022, respectivamente.

Evolução da produtividade (sc/ha) de arroz e soja entre os anos agrícolas de 2017/2018 e 2021/2022

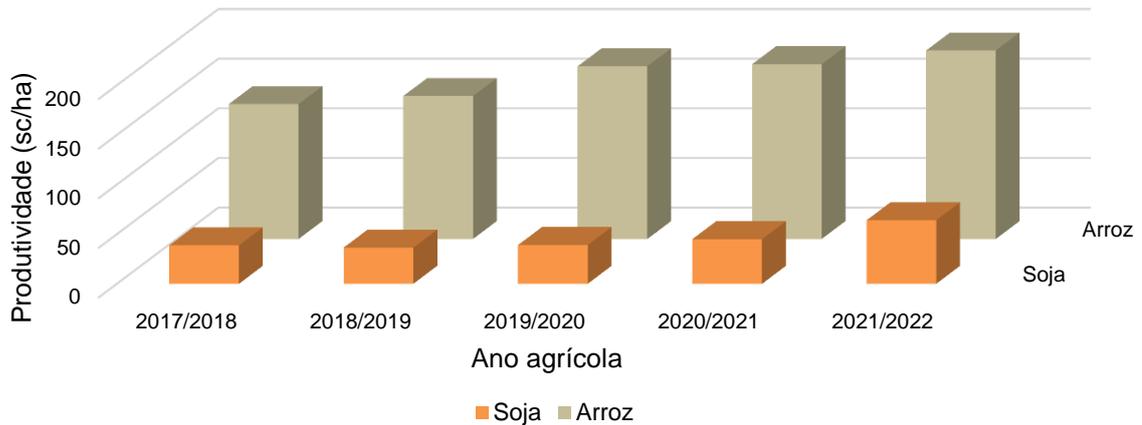


Gráfico 5. Evolução da produtividade (sacos/hectare) das culturas de arroz e soja na fazenda nos anos agrícolas de 2017/2018 a 2021/2022. A barra laranja demonstra a evolução da produtividade da soja; a barra cinza refere-se à evolução da produtividade do arroz.

Em uma análise percentual da evolução da produção (Gráfico 6), comparando-se os demais anos agrícolas com o primeiro ano avaliado, nota-se nitidamente esse aumento de produtividade, especialmente da cultura da soja, que no ano agrícola de 2020/2021 teve crescimento de 16,3% com relação à primeira safra e, mais ainda, em 2021/2020 quadruplicou esse crescimento, estando na casa dos 65,4%.

A cultura do arroz também se manteve na crescente, mas apresentando valores mais lineares nas safras de 2020/2021 e 2021/2022, com 29,4% e 39,7% de crescimento entre os anos, respectivamente, com relação ao ano agrícola de 2017/2018.

Os giros de estoque da pecuária nos anos agrícolas de 2018/2019, 2019/2020, 2020/2021 e 2021/2022 foram de 33,4%, 78,1%, 249% e 209,1%, respectivamente.

Evolução da produtividade (%) e giro de estoque (%) do arroz e da soja entre os anos agrícolas de 2018/2019 e 2021/2022

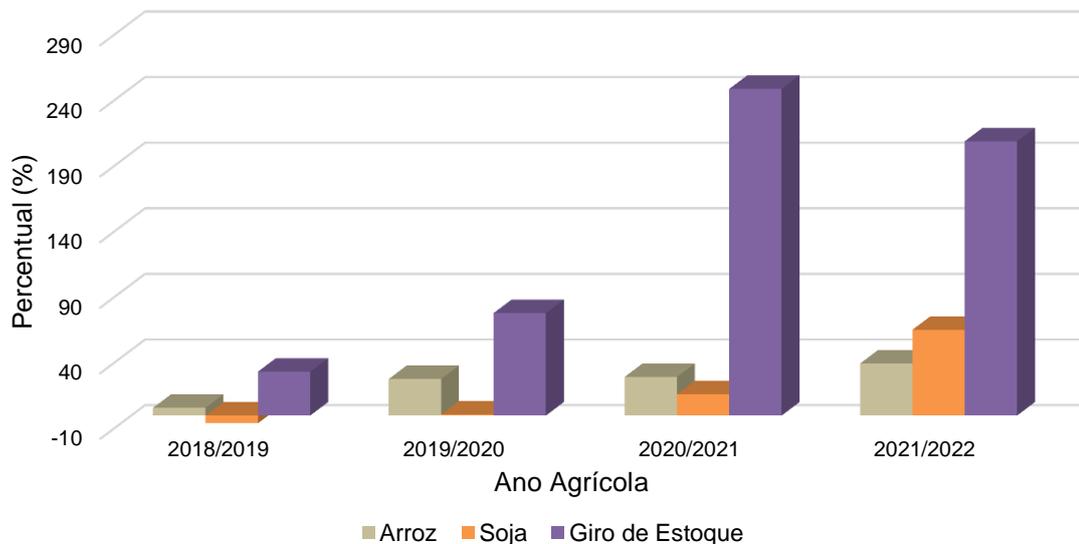


Gráfico 6. Percentual de evolução da produtividade de arroz / soja e giro de estoque da pecuária na fazenda, entre os anos agrícolas de 2018/2019 e 2021/2022, quando em comparação com o ano agrícola 2017/2018. A barra laranja demonstra a evolução da produtividade, em percentual, da soja; a barra cinza refere-se à evolução da produtividade do arroz; a barra lilás apresenta o percentual de giro de estoque.

Os custos referentes ao sistema de integração lavoura-pecuária da Agropecuária Proteção estão demonstrados no Gráfico 7.

Dentre as atividades da ILP, a cultura do arroz foi a que apresentou a maior expressividade em custos de produção em todos os anos agrícolas avaliados, saindo de R\$ 3.553.867,68 no ano de 2017/2018 (578 hectares cultivados) para cerca de R\$ 14.395.901,00 na safra de 2021/2022 (835 hectares cultivados). No entanto, dois pontos principais são passíveis de apontamento: o arroz é a cultura mais significativa da propriedade, em termos de área plantada e produtividade; e principalmente, os custos de produção ponderados (custo/saco em R\$), utilizados para o cálculo desta variável neste trabalho, levam em consideração o arrendamento da terra, a compra de água, a secagem e a armazenagem do cereal, que no caso da Agropecuária Proteção, são pagos para a própria fazenda, uma vez que a esta utiliza terra e água próprias, e possui engenho para as operações de secagem e armazenamento do arroz, reduzindo desta forma, o custo real de produção.

A cultura da soja, por sua vez também é considerada o custo de arrendamento da terra, mesmo sendo em área própria, apresentou custos de

produção de R\$ 320.248,60 (142 hectares cultivados) no primeiro ano agrícola avaliado, com acréscimos durante os anos agrícolas de 2018/2019 (R\$ 617.526,00), 2019/2020 (R\$ 549.716,70), 2020/2021 (R\$ 1.612.564,20) e 2021/2022 (R\$ 2.276.618,24). Para a atividade de criação de bovinos, os custos foram de R\$ 281.545,05 no ano agrícola de 2017/2018 para R\$ 1.437.048,36 em 2021/2022.

É importante, ainda, salientar o custo de oportunidade envolvido na unidade de produção, que para a cultura da soja e para o rebanho bovino são o arrendamento da terra, e para a cultura do arroz são as operações de beneficiamento que podem ser realizadas na própria unidade de produção, como a secagem e o armazenamento do cereal, e ainda o uso da água e da terra.

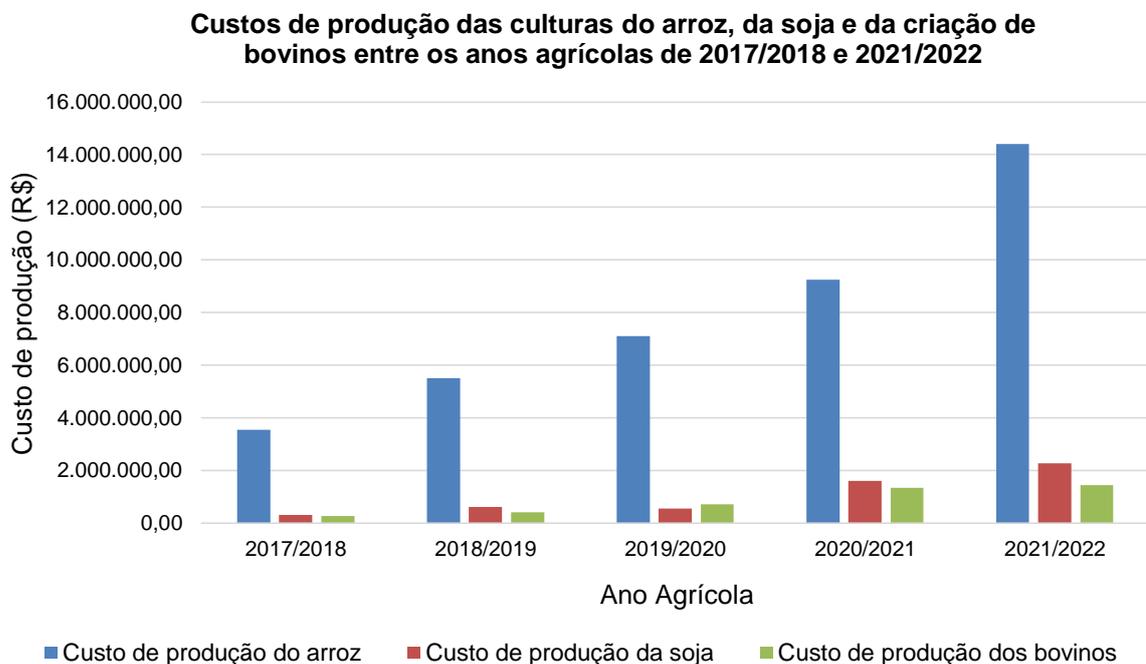


Gráfico 7. Custos de produção das culturas do arroz, da soja e da criação de bovinos entre os anos agrícolas de 2017/2018 a 2021/2022 na fazenda. A barra azul demonstra o custo de produção, em reais, da cultura do arroz; a barra vermelha demonstra o custo de produção da cultura da soja, e a barra verde apresenta o custo de produção do rebanho bovino.

As receitas referentes as atividades da integração lavoura-pecuária na Agropecuária Proteção estão demonstradas no Gráfico 8.

Assim como os maiores custos de produção, o arroz também foi a atividade capaz de gerar as maiores receitas na propriedade, variando de R\$ 2.851.898,24 no ano agrícola de 2017/2018 até R\$ 10.953.196,00 em 2021/2022. A soja por sua vez teve rendimentos de R\$ 446.743,50 em 2017/2018 e 6.414.256,00 na safra de

2021/2022. Para o rebanho bovino, as receitas foram de R\$ 344.717,35 no primeiro ano avaliado, até R\$ 2.073.016,08 no último ano.

Através do comparativo entre os anos agrícolas pode-se notar, nitidamente, o aumento da contribuição da cultura da soja no sistema, nos anos de 2020/2021 e 2021/2022. Além disso, o arroz também aumentou sua receita em cerca de R\$ 4.000.000,00 do ano de 2019/2020 para 2020/2021.

Entretanto, a comparação das receitas geradas na ILP não pode ser feita de maneira isolada entre as atividades, dada a complexidade dos sistemas integrados de produção agropecuária. Desta maneira, o que se destaca na integração realizada pela fazenda é a receita gerada nos diferentes anos agrícolas, na mesma área produtiva, mas com aproveitamentos distintos. A diferença da safra de 2017/2018 para 2021/2022 é de mais de cinco vezes o valor, saindo de R\$ 3.643.359,09 em 2017/2018, para R\$ 19.440.468,08 em 2021/2022.

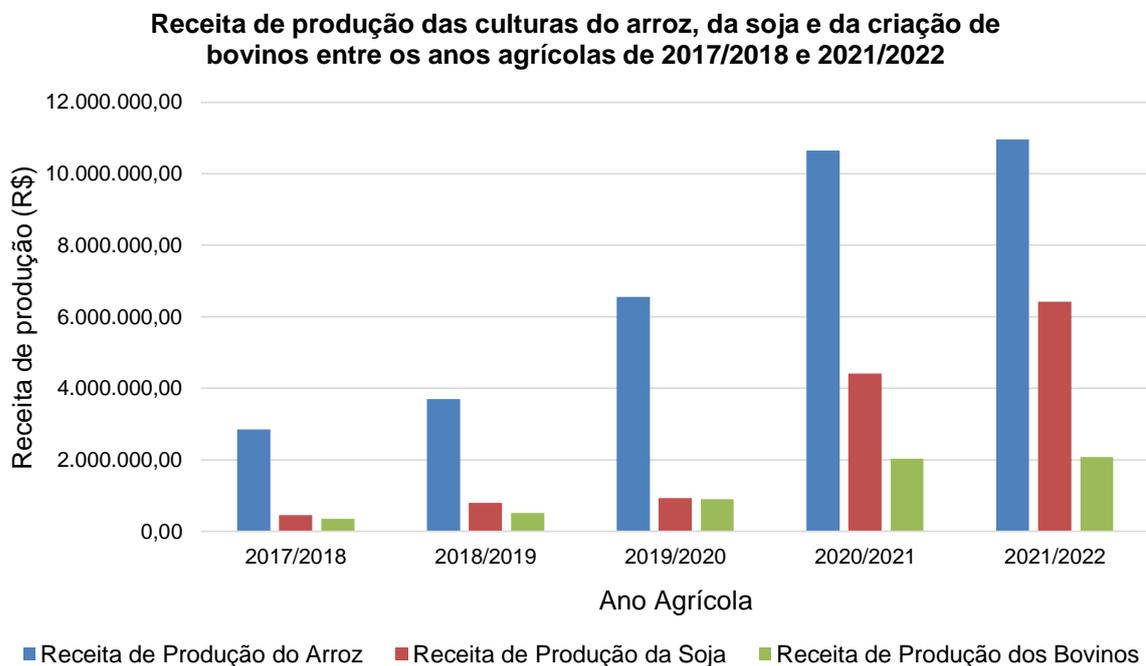


Gráfico 8. Receita de produção das culturas do arroz, da soja e da criação de bovinos entre os anos agrícolas de 2017/2018 a 2021/2022 na fazenda. A barra azul demonstra o custo de produção, em reais, da cultura do arroz; a barra vermelha demonstra o custo de produção da cultura da soja, e a barra verde apresenta o custo de produção do rebanho bovino.

Os resultados financeiros da ILP foram positivos a partir do ano agrícola de 2019/2020, assim como a lucratividade da cultura do arroz. Acredita-se que o custo ponderado de produção do arroz possa ter afetado esse resultado (especialmente a lucratividade e o resultado anual), uma vez que as operações realizadas pela própria

fazenda também são contabilizadas como custo produtivo, como já descrito anteriormente. No entanto, a lucratividade da soja e do rebanho bovino foi positiva durante todos os anos produtivos.

Para o ano de 2017/2018, o resultado do sistema foi negativo, com -R\$ 512.302,24, devendo-se este, especialmente à lucratividade da cultura do arroz, que esteve em - 24,3%. A soja e o rebanho bovino apresentaram lucratividade de 28,3% e 18,3%, respectivamente. No ano de 2018/2019 o resultado foi de -R\$ 1.535.647,63, com lucratividade de - 48,9%, 22,3% e 19,2% para o arroz, soja e rebanho bovino, na sequência.

A partir do ano agrícola de 2019/2020 o resultado da ILP passou a ser positivo (R\$9.404,34) mesmo com a lucratividade da cultura do arroz estando, ainda, negativa (-8,4%) a lucratividade da cultura da soja (40,4%) começou a se sobressair e o sistema passou a se justificar. A lucratividade do rebanho bovino foi de 21,1% neste período.

O ano de 2020/2021 foi onde o sistema conquistou os melhores resultados, com R\$ 4.887.509,36, e lucratividade de 13,2%, 63,4% e 33,7% para as culturas do arroz e da soja e para o rebanho bovino, respectivamente. Na última safra avaliada (2021/2022) o resultado foi de R\$ 1.330.900,48, com lucratividade de - 31,4% para o arroz, 64,5% para a soja e 30,7% para o rebanho bovino.

4. Discussão

Mediante os resultados apresentados, é possível compreender a nítida influência que a integração lavoura-pecuária expressa quanto aos retornos produtivos e econômicos da propriedade em questão. Essa preponderância em relação aos sistemas não integrados, se dá de forma geral e isolada considerando cada atividade explorada pela unidade de produção.

Para Costa et al., (2012), esse reflexo positivo é favorecido pela gama de possibilidades ligadas aos fatores de produção, que cooperam para a redução dos riscos, onde caso acometidos negativamente, esse fator terá menor impacto sobre a lucratividade da propriedade, em virtude de o capital não estar investido em uma única atividade, bem como, os lucros de uma categoria de produção, podem ser capazes de cobrir os prejuízos de outras.

Esse cenário pôde ser visualizado com os levantamentos trazidos anteriormente, através de duas situações: a ampliação da área de pasto que possibilitou a terminação de mais animais e a intensificação na produção de bovinos de corte, e a adição de áreas para o cultivo da soja, que se demonstrou uma das principais fontes de receita na fazenda.

Fontanelli (2000), ao analisar quatro sistemas de produção de grãos na cidade de Passo Fundo (RS), consorciados com pastagens durante o período de inverno, durante 6 anos, observou que o cultivo de pastagens e criação de bovinos, expressaram maior receita líquida em relação a produção de grãos, o que indicou a viabilidade econômica da integração lavoura-pecuária no cultivo do pasto para engorda do gado de corte.

Ainda, a recuperação de pastagens pela ILP, aliada a intensificação na produção, também possibilitam a melhoria de índices zootécnicos dentro da propriedade (COSTA JÚNIOR et al., 2019). No caso da fazenda o aumento ocorreu especialmente com relação a taxa de prenhez e do peso ao desmame dos animais entre os anos agrícolas avaliados. Esses dados são corroborados por Tanure, Potter & Lobato (2011) que concluíram que animais provenientes de pastagens de boa qualidade possuem melhores condições corporais do que aqueles inseridos em pastagens degradadas, possibilitando maior taxa de prenhez e melhor suprimento à cria.

De acordo com Veiga et al. (2011) as vantagens econômicas da ILP são mais expressivas quando há implementação da produção animal na propriedade, que dependem da oferta de pastagem de qualidade, sem prejudicar a produtividade da cultura semeada posteriormente. Essa integração lavoura-pasto instigou muitos estudos, os quais apresentam inúmeros benefícios às características do solo, promovidos pela sinergia de culturas (ALVARENGA, 2010; ALMEIDA et al., 2019).

Juntamente com os benefícios ao solo, a inserção do componente animal, por consequência, beneficia as culturas semeadas após o pastejo, dentre elas, a soja. De acordo com Laroca et al. (2018) os animais inseridos em pastejo em áreas onde posteriormente será implantada a cultura da soja, poderiam proporcionar aumento nos estoques de carbono (C) e nitrogênio (N) totais e na biomassa microbiana, favorecendo o desenvolvimento das plantas. Corroborando com essa ideia, Lunardi

et al. (2008) constatou que a soja, quando implanta após pastagem de inverno pastejada teve maior rendimento do que a soja cultivada após cobertura de solo sem pastejo, indicando também, que a carga animal e intensidade de pastejo podem ser fatores importantes para o aumento da produtividade do grão (SZYMCZAK et al., 2020).

Ainda, e mais importante: a inserção da soja no sistema torna a integração lavoura-pecuária mais robusta, e diminui o risco do negócio, uma vez que a cultura possui um custo de produção médio menor e um valor de venda maior, quando em comparação com a cultura do arroz, que ainda possui preços de venda muito instáveis, e por muitos anos agrícolas menores que os próprios custos de produção (IRGA 2017; CONAB 2022). Esse perfil também pode ser visualizado na análise, através da produtividade e consequente receita gerada pela soja, especialmente nos anos agrícolas de 2020/2021 e 2021/2022.

Outro fator imprescindível a ser mencionado, foi o melhor aproveitamento da área total e diversificação das atividades agropecuárias exercidas, que ao decorrer dos anos agrícolas analisados, foram apresentando resultados cada vez mais favoráveis e satisfatórios na propriedade. A justificativa plausível para essa questão, se deu por efeito da melhor divisão das categorias produtivas exploradas e a intensificação no uso da terra, que por sua vez melhoraram a eficiência produtiva da propriedade (MACEDO, 2001).

Segundo Pereira (2017), o sistema de integração lavoura-pecuária aumenta a produtividade por área, por permitir que numa mesma densidade de espaço, o produtor fature através do rendimento de mais de uma atividade, podendo extrair receita da exploração de grãos, forragens, carne e subprodutos, ao mesmo tempo, num ciclo contínuo e integrado. Ainda, ressalta que o sistema permite uma maior produtividade forrageira, que consequentemente, possibilita maior produtividade animal por área.

Essas melhorias na produtividade podem ser visualizadas com a análise do giro de estoque da propriedade, que ao passar dos anos agrícolas foi superior para todas as atividades exercidas. Exemplificando, conforme a produtividade de cada categoria foi aumentada, o giro de estoque acompanhou esse crescimento, podendo ser um indicativo de que os produtos apresentaram uma constância de

comercialização, podendo-se entender que as oscilações do mercado externo não tenham impactado contrariamente à comercialização e economia da propriedade (MARTHA JUNIOR et al., 2011).

Obviamente, com a intensificação das atividades, o custo de produção também foi aumentado. Esse encarecimento foi mais expressivo na produção de arroz, que mediante aos dados ilustrados nos Gráficos 7 e 8, referentes aos custos de produção e receitas, respectivamente, poderiam dar indícios de inviabilidade da sua produção. Entretanto, visto que os custos de produção do arroz foram calculados com base nos custos ponderados de produção disponibilizados pelo IRGA (2022) que levam em conta o custo do arrendamento da terra, da água e do beneficiamento, e que a propriedade em estudo conta com estrutura de engenho, o qual foi responsável pela secagem e armazenagem do arroz, bem como, com insumos essenciais como terra e água próprias, grande parte do investimento dessa categoria foi pago a própria unidade produtiva, tornando o cereal rentável para a ILP.

A lucratividade da propriedade provém desde sempre, majoritariamente, do cultivo do arroz. Todavia, com o avanço dos anos agrícolas, o cultivo da soja e exploração de animais terminados passou a contribuir significativamente mais com a lucratividade do sistema. Por esse motivo, torna-se interessante procurar avaliar a viabilidade do sistema como um todo, e não de forma isolada.

Por meio dessas informações, mais uma vez, o sistema integrado de produção mostra-se uma alternativa viável, dado que se uma das atividades em questão apresentassem prejuízos econômicos, esses danos poderiam ser amortecidos pela lucratividade de outras.

Além disso, vale lembrar que ainda há uma dificuldade em calcular, de forma padronizada, os custos de produção de diferentes unidades agropecuárias, especialmente devido ao rateio de custos entre as atividades desenvolvidas na propriedade (RAINERI, ROJAS & GAMEIRO, 2015), e mais ainda quando esta faz uso do sistema integrado de produção. Ainda, sob a perspectiva de Alves (2008), determinar os custos não deve limitar-se somente a determinação da rentabilidade do sistema, mas também, ser utilizado como medida paramétrica na tomada de decisão e capitalização da empresa rural.

Assim, compreende-se que a ILP de fato auxilia na redução dos riscos, expressando ganhos potenciais nos aspectos produtivos e econômicos. Contudo, ainda carece de medidas experimentais mais robustas que aprofundem-se nos riscos de fato, de forma mais detalhada sobre a interação desse sistema de alta complexidade.

5. Conclusão

A intensificação do sistema de produção, no presente estudo, foi essencial para a viabilidade da unidade de produção. Sendo a maior eficiência do uso da terra e a diversificação das atividades exercidas, os principais responsáveis por tornarem os parâmetros produtivos mais atrativas ao produtor.

Com a expansão das áreas de pastagens, em consequência a diminuição das áreas de pousio, tornou-se possível aprimorar os índices zootécnicos, bem como, medidas de desempenho animal, como taxa de prenhez e peso ao desmame. Além de permitir o fortalecimento da produção animal, com a maior contribuição de animais produzidos e terminados.

A inserção da cultura da soja no sistema de integração foi primordial para a manutenção de sua viabilidade econômica, uma vez que o grão tem baixos custos de produção quando comparados a outras culturas e alto valor de venda.

Desta forma, o sistema misto de produção, tal como, o uso racional dos recursos disponíveis, possibilitaram resultados favoráveis. Entretanto, faz-se necessário o planejamento, estudo e conhecimento na compreensão dos possíveis riscos envolvidos no processo de produção, que mediante a sua complexidade e diversidade, necessita ser analisado de forma única com cada realidade produtiva.

Referências bibliográficas

- ALMEIDA, R. G. de et al. Forrageiras em sistemas de produção de bovinos em integração. **Embrapa**, p. 379-388, Brasília-DF, 2019.
- ALVARENGA, R.C et al. Sistema integração Lavoura-Pecuária-Floresta: Condicionamento do solo e intensificação da produção de lavouras. **Informe Agropecuário**, v.31, n.257, p.59-67, 2010.
- ALVES, E. Teoria da produção: métodos não paramétricos. Brasília: **Embrapa Informação Tecnológica**, 2008. 87p.
- ALVES, E. et al. Lucratividade da agricultura. **Revista de Política Agrícola**, v. 21, n. 2, p. 45-63, 2012.
- ANGHINONI, I.; CARVALHO, P. C. de F.; COSTA, S. de A. Abordagem sistêmica do solo em sistemas integrados de produção agrícola e pecuária no subtropical brasileiro. **Tópicos em ciência do solo**, v. 8, n. 2, p. 325-380, 2013.
- BARIANI, C. J. M. V. et al. Monitoramento da fenologia da soja irrigada usando perfis de série temporal de NDVI. In: **Inovagri International Meeting**. 2015. p. 1610-1618.
- CARLOS, F. S. *et al.* Integrated crop–livestock systems in lowlands increase the availability of nutrients to irrigated rice. **Land Degradation & Development**, v. 31, n. 18, p. 2962-2972, 2020.
- CARMONA, F. de C. et al. **Sistemas integrados de produção agropecuária em terras baixas: a integração lavoura-pecuária como o caminho da intensificação sustentável da lavoura arrozeira**. Porto Alegre: edição dos autores, 2018. 160 p.
- CEPEA-USP. **PIB do Agronegócio Brasileiro**. 2023. Disponível em <<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro>>. Acesso em: 29 de abril de 2023.
- CONAB. **Série histórica – Custos – Soja – 1997 a 2022**. 2022. Disponível em <<https://www.conab.gov.br/info-agro/custos-de-producao/planilhas-de-custo-de-producao/itemlist/category/824-soja>>. Acesso em: 31 de maio de 2023.
- COSTA, F. P. et al. **Custo-benefício dos sistemas de produção em integração**. In: BUNGENSTAB, D. J. (Ed.). **Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta: a produção sustentável**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2012. p. 209-215. Capítulo 15.
- DENARDIN, L. G. de O. *et al.* Soybean yield does not rely on mineral fertilizer in rotation with flooded rice under a no-till integrated crop-livestock system. **Agronomy**, v. 10, n. 9, p. 1371, 2020.

FONTANELI, R.S. et al. Análise econômica de sistemas de produção de grãos com pastagens anuais de inverno, em sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, p.2129-2137, 2000.

FONTOURA JÚNIOR, J. A. S. et al. Simulação de diferentes arranjos de sistemas integrados em áreas de várzea. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 8, p. 63059-63077, 2020.

GOTTSCHALL, C. S. **Produção e manejo de ruminantes: Bovinos de corte**. Ed. ULBRA: Canoas/RS, 2007.

IBGE. **Produção Agropecuária**. 2021. Disponível em <<https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/rs>>. Acesso em: 29 de abril de 2022.

IRGA. **Custo de produção médio ponderado do arroz irrigado do Rio Grande do Sul safra 2017/2018**. 2018. Disponível em <<https://irga.rs.gov.br/upload/arquivos/201805/18160831-custo-1-20180115091236custo-2017-18.pdf>>. Acesso em: 05 de junho de 2023.

IRGA. **Custo de produção médio ponderado do arroz irrigado do Rio Grande do Sul safra 2018/2019**. 2019. Disponível em <<https://irga.rs.gov.br/upload/arquivos/201905/24135707-custo-revisado-safra-2018-19.pdf>>. Acesso em: 05 de junho de 2023.

IRGA. **Custo de produção médio ponderado do arroz irrigado do Rio Grande do Sul safra 2019/2020**. 2020. Disponível em <<https://irga.rs.gov.br/upload/arquivos/202005/25095949-custos-maio-2020-final.pdf>>. Acesso em: 05 de junho de 2023.

IRGA. **Custo de produção médio ponderado do arroz irrigado do Rio Grande do Sul safra 2020/2021**. 2021. Disponível em <<https://admin.irga.rs.gov.br/upload/arquivos/202106/10125554-custos-de-producao-2020-2021.pdf>>. Acesso em: 05 de junho de 2023.

IRGA. **Custo de produção médio ponderado do arroz irrigado do Rio Grande do Sul safra 2021/2022**. 2022. Disponível em <<https://admin.irga.rs.gov.br/upload/arquivos/202207/19145145-custo-de-producao-2021-22.pdf>>. Acesso em: 05 de junho de 2023.

KASSAM, A.; FRIEDRICH, T.; DERPSCHE, R. Global spread of conservation agriculture. **International Journal of Environmental Studies**, v. 76, n. 1, p. 29-51, 2019.

LAROCCA, J. V. dos S. et al. Soil quality and soybean productivity in crop-livestock integrated system in no-tillage. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 53, p. 1248-1258, 2018.

LUNARDI, R. et al. Rendimento de soja em sistema de integração lavoura-pecuária: efeito de métodos e intensidades de pastejo. **Ciência Rural**, v. 38, p. 795-801, 2008.

MACEDO, M. C. M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. spe, p. 133–146, jul. 2009.

MARTHA JÚNIOR, G. B.; ALVES, E.; CONTINI, E Dimensão econômica de sistemas de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. 1117–1126, out. 2011.

MARTINS, A. P. et al. Short-term impacts on soil-quality assessment in alternative land uses of traditional paddy fields in southern Brazil. **Land degradation & development**, v. 28, n. 2, p. 534-542, 2017.

MECCA, M. S.; VERGANI, D. C. B.; ECKERT, A. Custos de produção pecuária: análise da lucratividade na criação de gado extensivo e em confinamento de uma empresa produtora rural. **Revista Valore**, v. 7, p. 7039, 2022.

PEREIRA, M. **Produtividade forrageira, degradabilidade ruminal do capim-piatã (*Brachiaria brizantha* cv. BRS Piatã) e desempenho de bovinos de corte em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta**. 2017. 68 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2017.

RAINERI, C.; ROJAS, O. A. O.; GAMEIRO, A. H. Custos de produção na agropecuária: da teoria econômica à aplicação no campo. **Empreendedorismo, Gestão e Negócios**, v. 4, n. 4, p. 194-211, 2015

RIO GRANDE DO SUL. **Atlas socioeconômico do Rio Grande do Sul**. 2022. Disponível em <<https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/edicao>>. Acesso em: 29 de abril de 2023.

SILVA, H. A. da et al. Chemical and physical soil attributes in integrated crop-livestock system under no-tillage. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, p. 946-955, 2014.

STRECK, E. V. et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. 3ed. Porto Alegre: Emater/RS-Ascar, 2018. 252 p.

SZYMCZAK, L. S. et al. System diversification and grazing management as resilience-enhancing agricultural practices: The case of crop-livestock integration. **Agricultural Systems**, v. 184, p. 102904, 2020.

TANURE, S.; PÖTTER, B. A. A.; LOBATO, J. F. P. Natural and improved natural pastures on the reproductive performance of first-calf beef cows. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 690-699, 2011.

VEIGA, M. da; BALBINOT JÚNIOR, A.A.; PANDOLFO, C.M. Solos manejados em sistema de integração lavoura-pecuária: aspectos econômicos e ecológicos, com ênfase para compactação do solo. In: Tópicos em ciência do solo. Viçosa, MG: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 7: 279-306, 2011.

Considerações Finais

A utilização dos sistemas integrados pode ser fundamental para a geração de uma agricultura mais sustentável, e além disso, pode auxiliar na expansão da produção de alimentos a nível mundial, através de benefícios como a possibilidade de diversificação das atividades e do menor risco econômico para o produtor.

Neste trabalho pode-se constatar que a intensificação e diversificação, foram essenciais para a geração de receitas e para a viabilidade da unidade de produção da fazenda, e que tal fato sucedeu-se, especialmente, através da utilização da terra por diferentes atividades (arroz, soja e gado) ao longo dos anos agrícolas.

Do mesmo modo, ainda é necessário o aprimoramento de metodologias que possam avaliar de forma mais concreta e individual cada variação dos sistemas de produção em terras baixas, tratando este como um todo, e como o verdadeiro sistema complexo que é.

Referências bibliográficas

ALMEIDA, R. G. de et al. Forrageiras em sistemas de produção de bovinos em integração. **Embrapa**, p. 379-388, Brasília-DF, 2019.

ALVARENGA, R. C.; NETO, M. M. G. **Integração lavoura-pecuária-floresta em spdp na condição de clima tropical**. 11º Encontro Nacional de Plantio Direto na Palha. Sete Lagoas, MG. 2008.

ALVARENGA, R.C et al. Sistema integração Lavoura-Pecuária-Floresta: Condicionamento do solo e intensificação da produção de lavouras. **Informe Agropecuário**, v.31, n.257, p.59-67, 2010.

ALVES, E. Teoria da produção: métodos não paramétricos. Brasília: **Embrapa Informação Tecnológica**, 2008. 87p.

ALVES, E. et al. Lucratividade da agricultura. **Revista de Política Agrícola**, v. 21, n. 2, p. 45-63, 2012.

ANGHINONI, I.; CARVALHO, P. C. de F.; COSTA, S. de A. Abordagem sistêmica do solo em sistemas integrados de produção agrícola e pecuária no subtropico brasileiro. **Tópicos em ciência do solo**, v. 8, n. 2, p. 325-380, 2013.

ARAÚJO, H. S. et al. Aspectos econômicos da produção de bovinos de corte. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, 42(1), 82–89. 2012.

ARRUDA, N. V. M. et al. Produção de matéria seca de capim-braquiarião (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu) em lotação rotacionada nos períodos de seca e águas. **Biodiversidade**. v.7 n.12008

ASAI, M. et al. Critical factors for crop-livestock integration beyond the farm level: A cross-analysis of worldwide case studies. **Land use policy**, v. 73, p. 184-194, 2018.

BARIANI, C. J. M. V. et al. Monitoramento da fenologia da soja irrigada usando perfis de série temporal de NDVI. In: **Inovagri International Meeting**. 2015. p. 1610-1618.

BARROS, B. **Há 40 anos, DDT precipitou restrições**. Valor Econômico, São Paulo, 22 nov. 2010. Agronegócios, p. B12.

BERETTA, V.; LOBATO, J. F. P; MIELITZ, C. G. A. **Produtividade e eficiência biológica de sistemas pecuários de cria diferindo na idade das novilhas ao primeiro parto e na taxa de natalidade do rebanho no rio grande de sul**. Revista Brasileira de Zootecnia, v.30, p.1278-1286. 2001.

BOSERUP, E. **Evolução agrária e pressão demográfica**. São Paulo: Hucitec, 1987. 141p.

BREITENBACH, R. **Gestão Rural no Contexto do Agronegócio: Desafios e Limitações**. Desafio Online, Campo Grande, v. 2, n. 2, 2014.

CALLADO, A. A. C.; CALLADO, A. L. C.; MACHADO, M. A. V. **Indicadores de desempenho operacional e econômico: um estudo exploratório no contexto do agronegócio**. Revista de Negócios, v. 12, n. 1, p. 3-15, 2007.

CARLOS, F. S. et al. Integrated crop–livestock systems in lowlands increase the availability of nutrients to irrigated rice. **Land Degradation & Development**, v. 31, n. 18, p. 2962-2972, 2020.

CARMONA, F. de C. et al. **Sistemas integrados de produção agropecuária em terras baixas: a integração lavoura-pecuária como o caminho da intensificação sustentável da lavoura arrozeira**. Porto Alegre: edição dos autores, 2018. 160 p.

CARVALHO, F. M.; RAMOS, E. O.; LOPES, M. A. **Análise comparativa dos custos de produção de duas propriedades leiteiras, no município de Unaí-MG, no período de 2003 e 2004**. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 33. n. esp., 2009.

CARVALHO, P. C. F. **Definições e terminologias para Sistema Integrado de Produção Agropecuária**. Revista Ciência Agronômica, Fortaleza, v. 45, n. 5 (Especial), p. 1040-1046, 2014.

CARVALHO, P. C. de F. et al. Animal production and soil characteristics from integrated crop-livestock systems: toward sustainable intensification. **Journal of animal science**, v. 96, n. 8, p. 3513-3525, 2018.

CENTRO DE SENSORIAMENTO REMOTO (CSR). **Cenários para o Brasil**. 2020. Disponível em: <<https://csr.ufmg.br/pecuaria/portfolio-item/cenarios-para-o-brasil/>>. Acesso em 29 de abril 2023.

CEPEA-USP. **PIB do Agronegócio Brasileiro**. 2023. Disponível em <<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro>>. Acesso em: 29 de abril de 2023.

COBUCI, J.A.; ABREU, U.G.P.; TORRES, R.A. **Formação de grupos contemporâneos em bovinos de corte**. Publicado em: 2006. Disponível em: <http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/online/DOC87.pdf>. Acesso em: 26 de mai. 2023.

CONAB. **Série histórica – Custos – Soja – 1997 a 2022**. 2022. Disponível em <<https://www.conab.gov.br/info-agro/custos-de-producao/planilhas-de-custo-de-producao/itemlist/category/824-soja>>. Acesso em: 31 de maio de 2023.

CONAB. **Produção nacional de grãos é estimada em 312,2 milhões de toneladas na safra 2022/23**. Publicado em dezembro de 2022. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/4847-producao-nacional-de-graos-e-estimada-em-312-2-milhoes-de-toneladas-na-safra-2022>>

IBGE. **Produção Agropecuária.** 2021. Disponível em <<https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/rs>>. Acesso em: 29 de abril de 2022.

IRGA. **Custo de produção médio ponderado do arroz irrigado do Rio Grande do Sul safra 2017/2018.** 2018. Disponível em <<https://irga.rs.gov.br/upload/arquivos/201805/18160831-custo-1-20180115091236custo-2017-18.pdf>>. Acesso em: 05 de junho de 2023.

IRGA. **Custo de produção médio ponderado do arroz irrigado do Rio Grande do Sul safra 2018/2019.** 2019. Disponível em <<https://irga.rs.gov.br/upload/arquivos/201905/24135707-custo-revisado-safra-2018-19.pdf>>. Acesso em: 05 de junho de 2023.

IRGA. **Custo de produção médio ponderado do arroz irrigado do Rio Grande do Sul safra 2019/2020.** 2020. Disponível em <<https://irga.rs.gov.br/upload/arquivos/202005/25095949-custos-maio-2020-final.pdf>>. Acesso em: 05 de junho de 2023.

IRGA. **Custo de produção médio ponderado do arroz irrigado do Rio Grande do Sul safra 2020/2021.** 2021. Disponível em <<https://admin.irga.rs.gov.br/upload/arquivos/202106/10125554-custos-de-producao-2020-2021.pdf>>. Acesso em: 05 de junho de 2023.

IRGA. **Custo de produção médio ponderado do arroz irrigado do Rio Grande do Sul safra 2021/2022.** 2022. Disponível em <<https://admin.irga.rs.gov.br/upload/arquivos/202207/19145145-custo-de-producao-2021-22.pdf>>. Acesso em: 05 de junho de 2023.

IRGA – Instituto Rio-Grandense do Arroz. Boletim de resultados da safra 2021/22 em terras baixas: arroz e soja. Porto Alegre: IRGA, 2022.

JOHN, D.A.; BABU, G.R. Lessons from the aftermaths of green revolution on food system and health. **Frontiers in sustainable food systems**, v. 5, p. 644559, 2021.

KASSAM, A.; FRIEDRICH, T.; DERPSCH, R. Global spread of conservation agriculture. **International Journal of Environmental Studies**, v. 76, n. 1, p. 29-51, 2019.

LAROCA, J. V. dos S. et al. Soil quality and soybean productivity in crop-livestock integrated system in no-tillage. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 53, p. 1248-1258, 2018.

LIU, S. et al. Toward a “green revolution” for soybean. **Molecular plant**, v. 13, n. 5, p. 688-697, 2020.

LUNARDI, R. et al. Rendimento de soja em sistema de integração lavoura-pecuária: efeito de métodos e intensidades de pastejo. **Ciência Rural**, v. 38, p. 795-801, 2008.

MACEDO, M. C. M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. spe, p. 133–146, jul. 2009.

MARIANO, A. M.; ROCHA, M. S. Revisão da literatura: apresentação de uma abordagem integradora. In: **AEDEM International Conference**. 2017. p. 427-442.

MARTHA JÚNIOR, G. B.; ALVES, E.; CONTINI, E Dimensão econômica de sistemas de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. 1117–1126, out. 2011.

MARTINS, A. P. et al. Short-term impacts on soil-quality assessment in alternative land uses of traditional paddy fields in southern Brazil. **Land degradation & development**, v. 28, n. 2, p. 534-542, 2017.

MATOS, A. K. V. **Revolução verde, biotecnologia e tecnologias alternativas**. v. 10 n. 12. 2011.

MECCA, M. S.; VERGANI, D. C. B.; ECKERT, A. Custos de produção pecuária: análise da lucratividade na criação de gado extensivo e em confinamento de uma empresa produtora rural. **Revista Valore**, v. 7, p. 7039, 2022.

MORAES, A.; PELISSARI, A.; ALVES, S.J. **Integração Lavoura-Pecuária no Sul do Brasil**. In: MELLO, N.A., ASSMANN, T.S. (Eds.). I Encontro de integração lavoura-pecuária no sul do Brasil. p.3-42. 2002.

MOREIRA, R, J. **Críticas ambientalistas à Revolução Verde**, Revista Estudos Sociedade e Agricultura. p.39-52. 2000.

OLIVEIRA, G, G. **Produção de carne bovina: estratégias para mitigar o metano entérico produzido**. 2021. 28 f., il. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) — Universidade de Brasília, Brasília, 2021.

PEREIRA, M. **Produtividade forrageira, degradabilidade ruminal do capim-piatã (*Brachiaria brizantha* cv. BRS Piatã) e desempenho de bovinos de corte em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta**. 2017. 68 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2017.

RIO GRANDE DO SUL. **Atlas socioeconômico do Rio Grande do Sul**. 2022. Disponível em <<https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/edicao>>. Acesso em: 29 de abril de 2023.

SAADI, R. A. **Agropecuária: a grande virada: três ações para revolucionar seu empreendimento: fertilização, manejo e uso de forrageiras adequadas**. Porto Alegre, RS, 2007.

SEKARAN, U. et al. Role of integrated crop-livestock systems in improving agriculture production and addressing food security—A review. **Journal of Agriculture and Food Research**, v. 5, p. 100190, 2021.

SILVA, H. A. da et al. Chemical and physical soil attributes in integrated crop-livestock system under no-tillage. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, p. 946-955, 2014.

SILVEIRA, D. C. et al. Plantas de cobertura de solo de inverno em Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária. **Plantio Direto**, p.18-23, 2020.

SOUSA, R. O. de et al. No-tillage for flooded rice in Brazilian subtropical paddy fields: history, challenges, advances and perspectives. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 45, 2021.

STRECK, E. V. et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. 3ed. Porto Alegre: Emater/RS-Ascar, 2018. 252 p.

SVERSUTTI, P. E.; YADA, M. M. CRIAÇÃO EXTENSIVA DE BOVINOS DE CORTE. **SIMTEC - Simpósio de Tecnologia da Fatec Taquaritinga**, v. 5, n. 1, p. 382-391, 22 dez. 2019.

SZYMCZAK, L. S. et al. System diversification and grazing management as resilience-enhancing agricultural practices: The case of crop-livestock integration. **Agricultural Systems**, v. 184, p. 102904, 2020.

TANURE, S.; PÖTTER, B. A. A.; LOBATO, J. F. P. Natural and improved natural pastures on the reproductive performance of first-calf beef cows. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 690-699, 2011.

VALANI, G. P. et al. Atributos físicos do solo em áreas de seringueira e pastagem em monocultivo contrastado ao sistema silvipastoril. **Revista Univap**. v. 22, n. 40, Edição Especial 2016.

VALENÇA, G. M. et al. Desempenho forrageiro e animal em sistemas de integração lavoura pecuária em solos de terras baixas. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 12, n. 2, 2020.

VEIGA, M. da; BALBINOT JÚNIOR, A.A.; PANDOLFO, C.M. Solos manejados em sistema de integração lavoura-pecuária: aspectos econômicos e ecológicos, com ênfase para compactação do solo. In: Tópicos em ciência do solo. Viçosa, MG: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 7: 279-306, 2011.

VILELA, L. Sistemas de integração lavoura-pecuária na região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. 1127–1138, out. 2011.

WEINERT, C. et al. Legume winter cover crop (*Persian clover*) reduces nitrogen requirement and increases grain yield in specialized irrigated hybrid rice system. **European Journal of Agronomy**, v. 142, p. 126645, 2023.

YORONORI, J.T.; CHARCHAR, M.J.D.; NASSER, L.C.B. et al. **Doenças da soja e seu controle**. In: Cultura da soja nos Cerrados. Piracicaba: POTAFOS, 1993. p.333-390.

ZHENG, H. et al. Traditional symbiotic farming technology in China promotes the sustainability of a flooded rice production system. **Sustainability Science**, v. 12, p. 155-161, 2017.

ZUFFO, A.M.; STEINER, F.; AGUILERA, J.G. **Impactos das tecnologias nas ciências agrárias e multidisciplinar**. Ponta Grossa: Atena Editora, 2018.