

CIRCULAR TÉCNICA

171

Londrina, PR
junho, 2021

Análise de viabilidade econômico-financeira da rotação arroz-soja, com o sistema sulco-camalhão, em terras baixas do Rio Grande do Sul

Marcelo Hiroshi Hirakuri
André Mateus Prando
Arnold Barbosa de Oliveira
Germani Concenço



Análise de viabilidade econômico-financeira da rotação arroz-soja, com o sistema sulco-camalhão, em terras baixas do Rio Grande do Sul¹

Arroz no mundo, no Brasil e no Rio Grande do Sul

O arroz faz parte da dieta de diversas populações, destacando os países do continente asiático. O produto apresenta demanda global expressiva e crescente (Figura 1), de modo que sua produção é vital para a segurança alimentar mundial. Entre os países não pertencentes à Ásia, aquele com maior consumo de arroz é justamente o Brasil, indicando que o produto também é importante para a segurança alimentar nacional, embora com leve redução da demanda interna, no período recente. Conforme o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA) (Estados Unidos, 2021), o consumo de arroz processado no Brasil reduziu de 7,9 milhões de toneladas (Mt) no ano agrícola 2015/2016 para 7,3 Mt no ano agrícola 2019/2020. Referente ao produto não processado, a Companhia Nacional de Abastecimento (Conab, 2021a) indica pequena redução no período, de 11,1 Mt para 11,0 Mt, com estimativa inicial de 10,8 Mt para o ano agrícola 2020/2021.

Entre os principais produtores mundiais de arroz, destacam-se China, Índia, Indonésia, Bangladesh, Vietnã e Tailândia, responsáveis por mais de 76% da produção global do produto não processado, que foi de 742,9 Mt na safra 2019/2020 (Estados Unidos, 2021). Concernente ao Brasil, considerando um período de 10 safras, observa-se uma significativa redução de área do arroz, que passou de 2,4 milhões de hectares (Mha) na safra 2011/2012 para menos de 1,7 Mha na safra 2020/2021 (Figura 2). Em parte, essa redução de área foi compensada pelo aumento de produtividade, que passou de 4.780 kg ha⁻¹ na safra 2011/2012 para 6.713 kg ha⁻¹ na safra 2019/2020. Em relação à safra 2020/2021, a estimativa de abril da Conab (2021b) é de um rendimento de 6.572 kg ha⁻¹. Nesse contexto de diminuição de área e aumento da produtividade, a produção de arroz não processado do Brasil apresentou leve redução, de 11,6 Mt na safra 2011/2012, para 11,2 Mt na safra 2019/2020, com estimativa de 11,1 Mt para a safra 2020/2021.

Estima-se que o arroz de sequeiro representará 23% da área da *commodity* no Brasil, na safra 2020/2021 (Figura 2), sendo mais cultivado nas regiões Nordeste (149,2 mil ha), Centro-Oeste (120,0 mil ha) e Norte (108,3 mil ha), destacando os estados do Mato Grosso (114,0 mil ha) e Bahia (92,6 mil ha) (Conab, 2021b). A maior parte do cultivo de arroz no Brasil, contudo, se dará por meio de sistemas irrigados, que podem representar 77% da área da *commodity* na 2020/2021, com amplo domínio do Rio Grande do Sul, onde 100% da área (946,7 mil ha) é irrigada. Outros estados com área significativa de arroz irrigado são Santa Catarina (149,6 mil ha) e Tocantins (111,2 mil ha).

Conforme o levantamento da Conab (2021b), o Rio Grande do Sul comportará 56% da área brasileira de arroz na safra 2020/2021 e, em decorrência de produtividade superior à média nacional, será responsável por quase 70% da produção nacional. Como destacado, todo o arroz cultivado no estado é irrigado, com domínio da irrigação por inundação contínua, ficando uma área reduzida para os sistemas de irrigação por aspersão (Scivittaro; Parfitt, 2017). Cultivos sob irrigação por aspersão são mais comuns em regiões onde a restrição hídrica é mais severa, uma vez que a demanda de água para o arroz sob aspersão é 40-50% menor, em relação a lavouras inundadas (Tortelli et al., 2019).

A incorporação do desenvolvimento tecnológico pelo orizicultor permitiu a significativa evolução da produtividade do arroz no Rio Grande do Sul, a qual tem sido fundamental para a manutenção da viabilidade econômico-financeira da cultura, especialmente para os produtores de base familiar que, em decorrência da baixa escala produtiva, necessitam de margens elevadas para sua sobrevivência. Porém, alguns aspectos constituem importantes riscos à continuidade da viabilidade econômico-financeira do cultivo de arroz no estado, com destaque para:

- Risco mercadológico: a baixa adoção de cultivos comerciais na segunda safra (Hirakuri et al., 2019), torna o orizicultor vulnerável às oscilações de preço do arroz.
- Risco agroambiental: o binômio contínuo arroz-pecuária resultou na seleção de espécies daninhas resistentes a herbicidas utilizados no arroz, podendo causar grandes prejuízos e aumento significativo nos custos de controle químico da *commodity* (Concenço et al., 2020).

¹ **Marcelo Hiroshi Hirakuri**, cientista da computação e administrador, mestre em Ciência da Computação, analista da Embrapa Soja, Londrina, PR; **André Mateus Prando**, engenheiro-agrônomo, doutor, pesquisador da Embrapa Soja, Londrina, PR; **Arnold Barbosa de Oliveira**, engenheiro-agrônomo, mestre, analista da Embrapa Soja, Londrina, PR; **Germani Concenço**, engenheiro-agrônomo, doutor, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

A rotação de culturas alternando espécies vegetais no decorrer do tempo, na mesma área agrícola em sequência planejada, surge como a solução mais viável para o manejo dessas plantas daninhas (Concenço et al., 2020). Em decorrência da capacidade de

remuneração, a principal alternativa vislumbrada pelos produtores foi a soja, que já tem feito parte do cenário orizícola do Rio Grande do Sul (Hirakuri et al., 2019), sendo a principal cultura adotada em rotação com o arroz no estado.

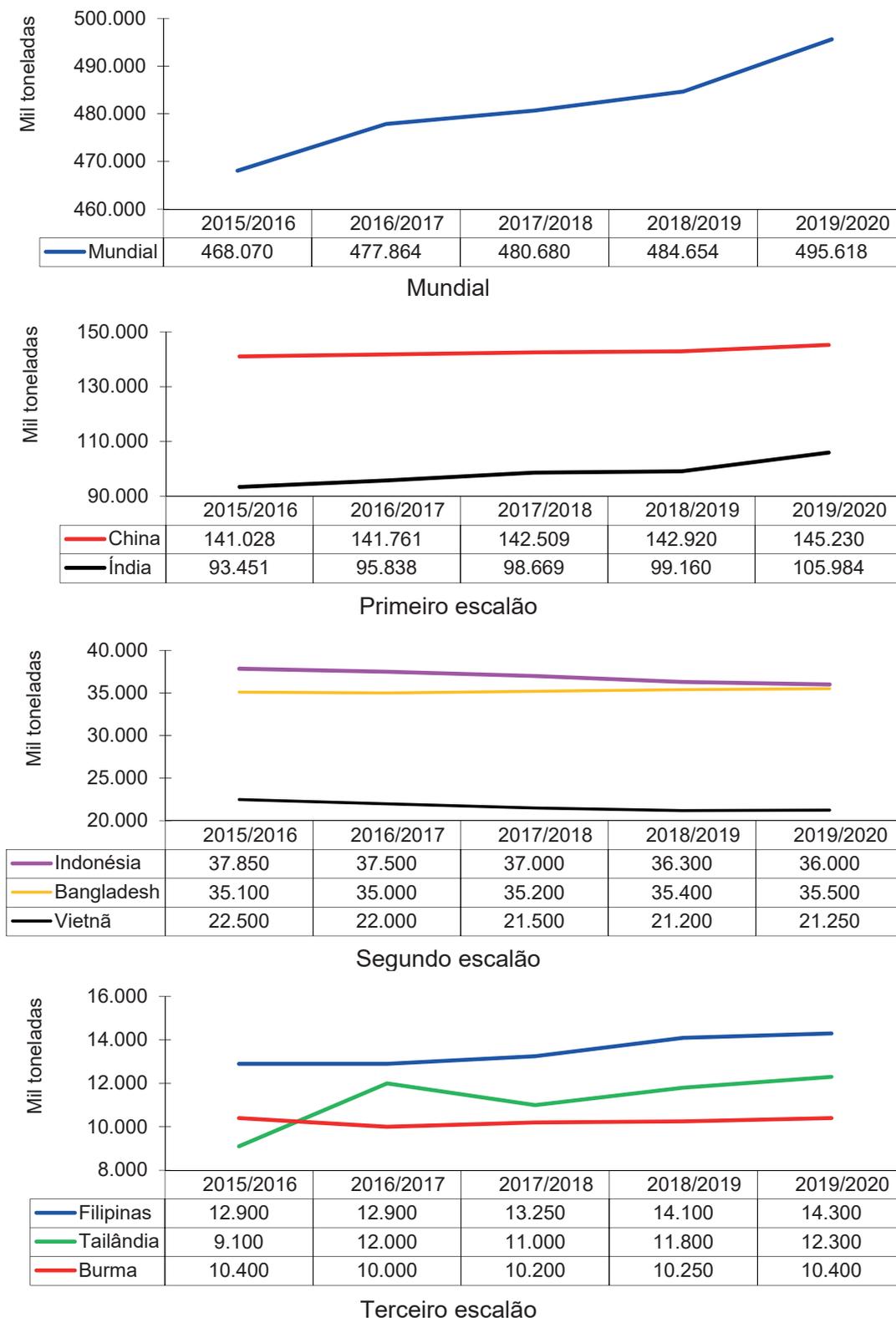


Figura 1. Principais consumidores mundiais de arroz processado (em mil toneladas). (Estados Unidos, 2021).

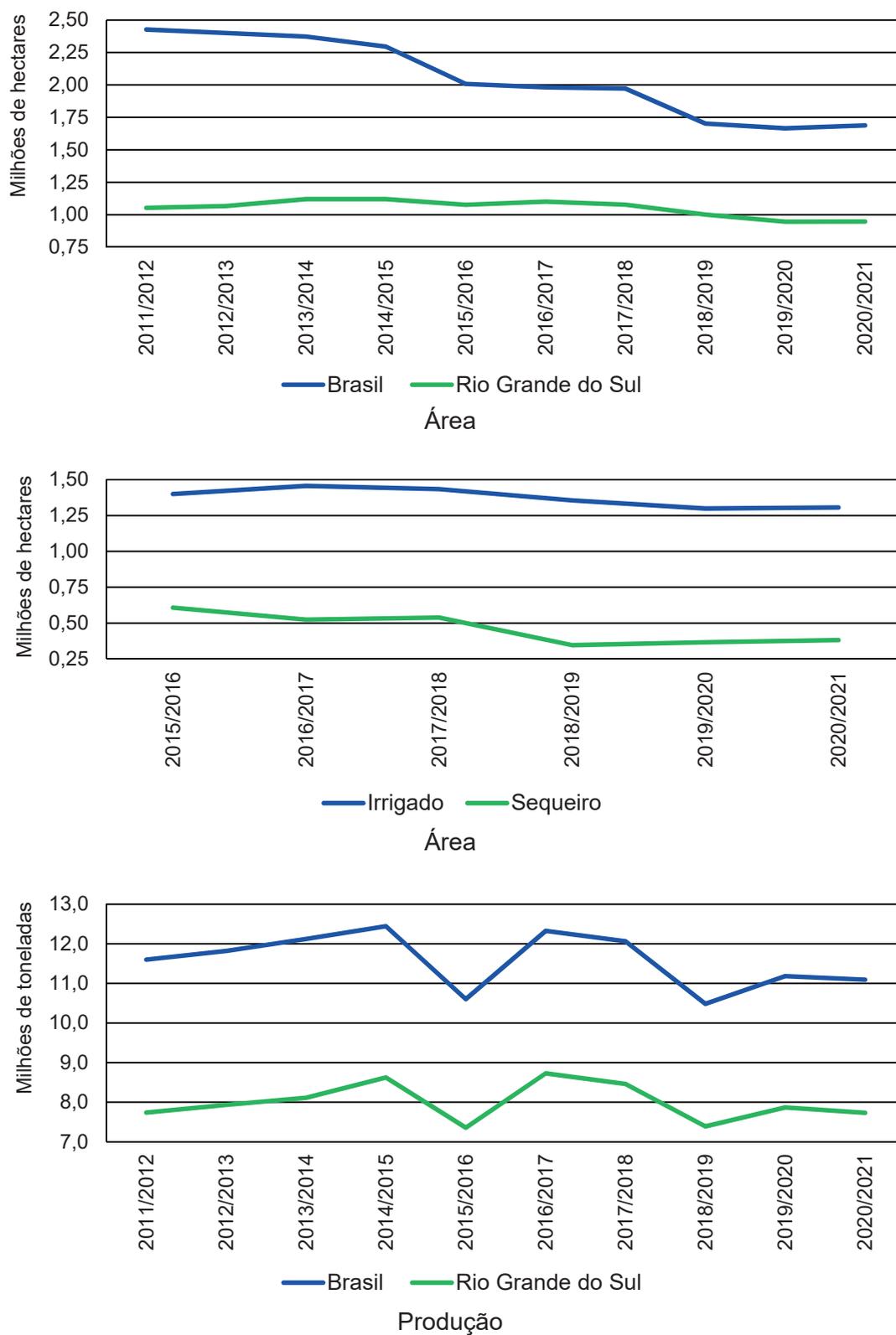


Figura 2. Área e produção de arroz não processado no Brasil e Rio Grande do Sul (em Mt). (Conab, 2021b).

Soja no mundo, no Brasil e no Rio Grande do Sul

A soja é a maior fonte mundial de farelo proteico, além de ser a segunda principal fonte de óleo, sendo superada somente pela palma (Estados Unidos, 2021). O farelo de soja é matéria-prima essencial para geração de uma gama de produtos, com destaque para as rações animais, enquanto o óleo de soja pode ser direcionado para diferentes fins, como a alimentação humana e produção de biocombustíveis. Nesse contexto, este grão oleaginoso está entre as principais culturas agrícolas mundiais, com demanda elevada e crescente (Figura 3), sendo vital para a segurança alimentar mundial tanto pela geração de produtos alimentícios (ex. óleo de soja) quanto pela sustentação de cadeias alimentícias (ex. carnes). De acordo com o USDA (Estados Unidos, 2021), a China é o principal consumidor mundial de soja, seguida pelos Estados Unidos, Brasil e Argentina. Além desses países, destacam-se a União Europeia, Rússia e países emergentes como Índia, México, Egito e Tailândia.

Tanto o USDA (Estados Unidos, 2021) quanto a Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais (Abiove, 2021) apontam um aumento no consumo brasileiro de soja. De acordo com o USDA, o consumo do grão cresceu de 42,4 Mt no agrícola 2015/2016 para 48,7 Mt no ano agrícola 2019/2020. Por sua vez, a Abiove apontou que o consumo da oleaginosa passou de 42,4 Mt no ano comercial 2016 para 50,2 Mt no ano comercial 2020.

Calcado em um amplo desenvolvimento tecnológico e em um mercado sólido, tanto externo quanto interno, o Brasil se tornou o maior produtor mundial de soja, ultrapassando os Estados Unidos. Argentina, China e Índia completam o grupo dos cinco principais produtores da oleaginosa, responsáveis por 83% da sua produção global na safra 2019/2020, estimada em 339,0 Mt (Estados Unidos, 2021). Na safra 2020/2021, a concentração deve ser ainda maior, com os cinco países podendo representar em torno de 90% da produção mundial.

Referente ao Brasil, considerando um período de 10 safras, observa-se um significativo aumento de área da soja, que passou de 25,0 Mha na safra 2011/2012 para 38,5 Mha na safra 2020/2021 (Figura 4). Além disso, houve a evolução da produtividade, que passou de 2.651 kg ha⁻¹ na safra 2011/2012 para 3.379 kg ha⁻¹ na safra 2019/2020. Em relação à safra 2020/2021, a estimativa de abril da Conab (2021b) é de um rendimento

de 3.523 kg ha⁻¹. Nesse contexto de aumento em área e produtividade, a produção de soja do Brasil apresentou um crescimento expressivo, passando de 66,4 Mt na safra 2011/2012, para 124,8 Mt na safra 2019/2020, com estimativa de 135,5 Mt para a safra 2020/2021.

A ampla maioria da soja brasileira é cultivada em primeira safra e sob o regime de sequeiro. Os três principais estados em área plantada e produção são Mato Grosso, Paraná e Rio Grande do Sul (Figura 4). Contudo, também merecem destaque os estados de Goiás (3,7 Mha), Mato Grosso do Sul (3,1 Mha), Minas Gerais (1,9 Mha), Bahia (1,7 Mha), São Paulo (1,2 Mha), Tocantins (1,1 Mha), Maranhão (1,0 Mha), Piauí (835,5 mil ha), Pará (695,5 mil ha) e Santa Catarina (694,9 mil ha) (Conab, 2021b).

O Rio Grande do Sul é o estado com a segunda maior área de soja do Brasil (Figura 4), que alcançou 6,1 Mha na safra 2020/2021 e correspondeu a 16% do total, representatividade similar à atingida nas duas safras anteriores. Na safra 2018/2019, a produção de soja do Rio Grande do Sul também correspondeu a 16% do total. Porém, na safra 2019/2020, devido a uma severa quebra de produção, gerada por períodos de seca em fases críticas de desenvolvimento da planta (Rio Grande do Sul, 2020), a produção do estado representou apenas 9% do total produzido pelo Brasil. De acordo com o levantamento de abril da Conab (2021b), estima-se que a produção do Rio Grande do Sul será de 20,1 Mt, que corresponderá a 15% do total.

Como destacado, a soja tem sido a principal cultura adotada em rotação com o arroz no estado, o que se deve à sua capacidade de remuneração e pela disponibilidade de um conjunto de tecnologias que tem viabilizado seu cultivo pelos agricultores (Hirakuri et al., 2019). Porém, a ocorrência de períodos de veranicos representa um sério risco à sua viabilidade econômico-financeira, sobretudo nas mesorregiões Sudoeste, Sudeste e Centro Oriental Rio-Grandense, onde são observadas produtividades geralmente abaixo da média estadual (IBGE, 2021).

Entre as estratégias possíveis para tratar o déficit hídrico decorrente de períodos de seca destaca-se a adoção de sistemas irrigados, complementares às chuvas. O objetivo é fornecer à planta a quantidade necessária de água para que esta possa expressar seu potencial produtivo, ou ao menos evitar danos severos à sua fisiologia e desenvolvimento, com grandes perdas de produtividade, devido a curtos períodos de estresses hídricos de alta intensidade (veranicos).

Outro aspecto importante é que o sistema de drenagem superficial convencional, que consiste em uma rede de drenos internos da lavoura, na maioria das vezes não é suficiente para retirar o excesso de água das áreas muito planas. Nestes casos, deve-se instalar um

sistema de drenagem com alteração na conformação da superfície do terreno. Dentre estes sistemas estão o aplainamento do solo, a sistematização do terreno, o cultivo em camalhões largos e o cultivo em sulco-camalhões. (Silva et al., 2006).

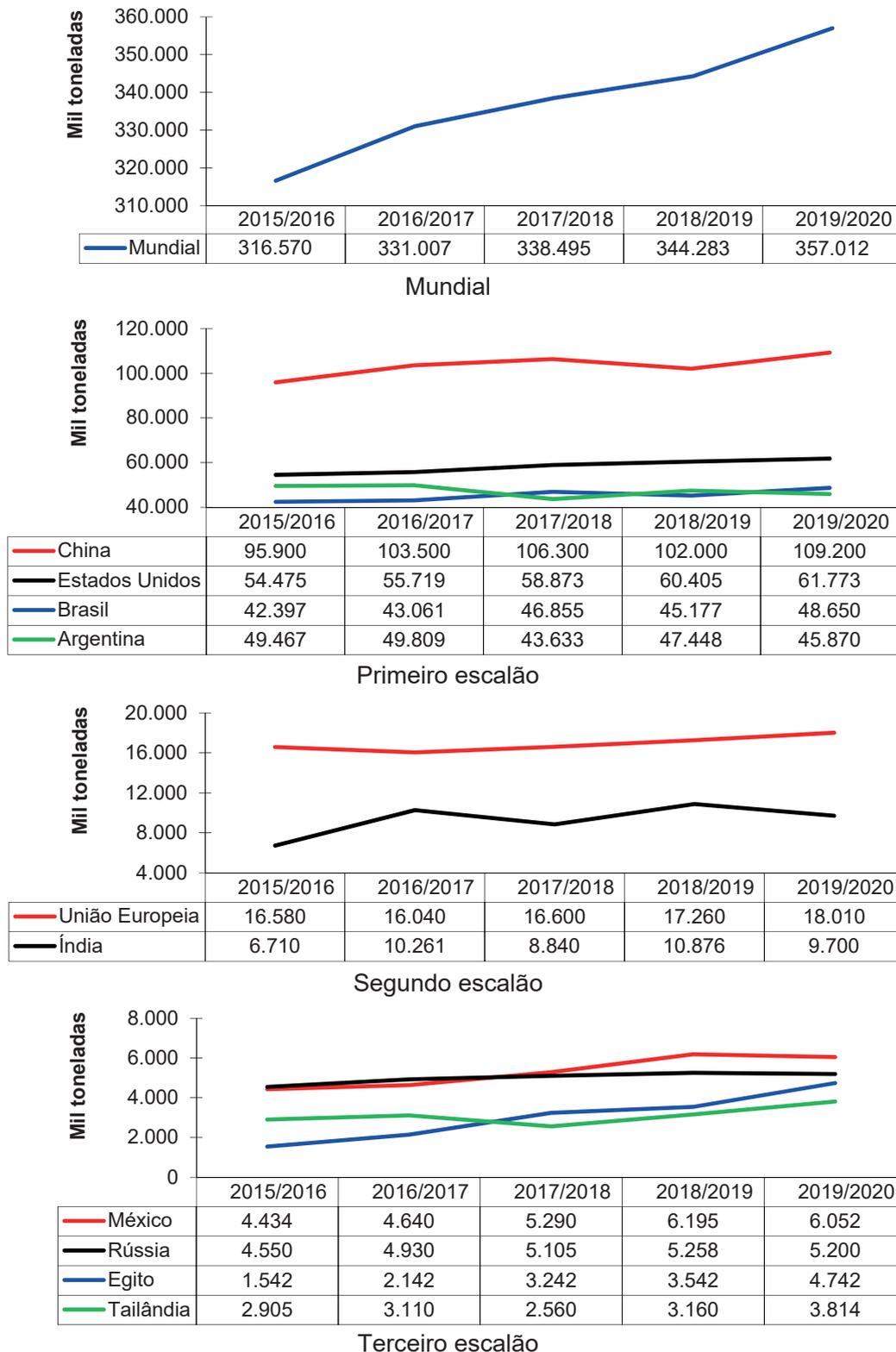


Figura 3. Principais consumidores mundiais de soja (em mil toneladas). (Estados Unidos, 2021).

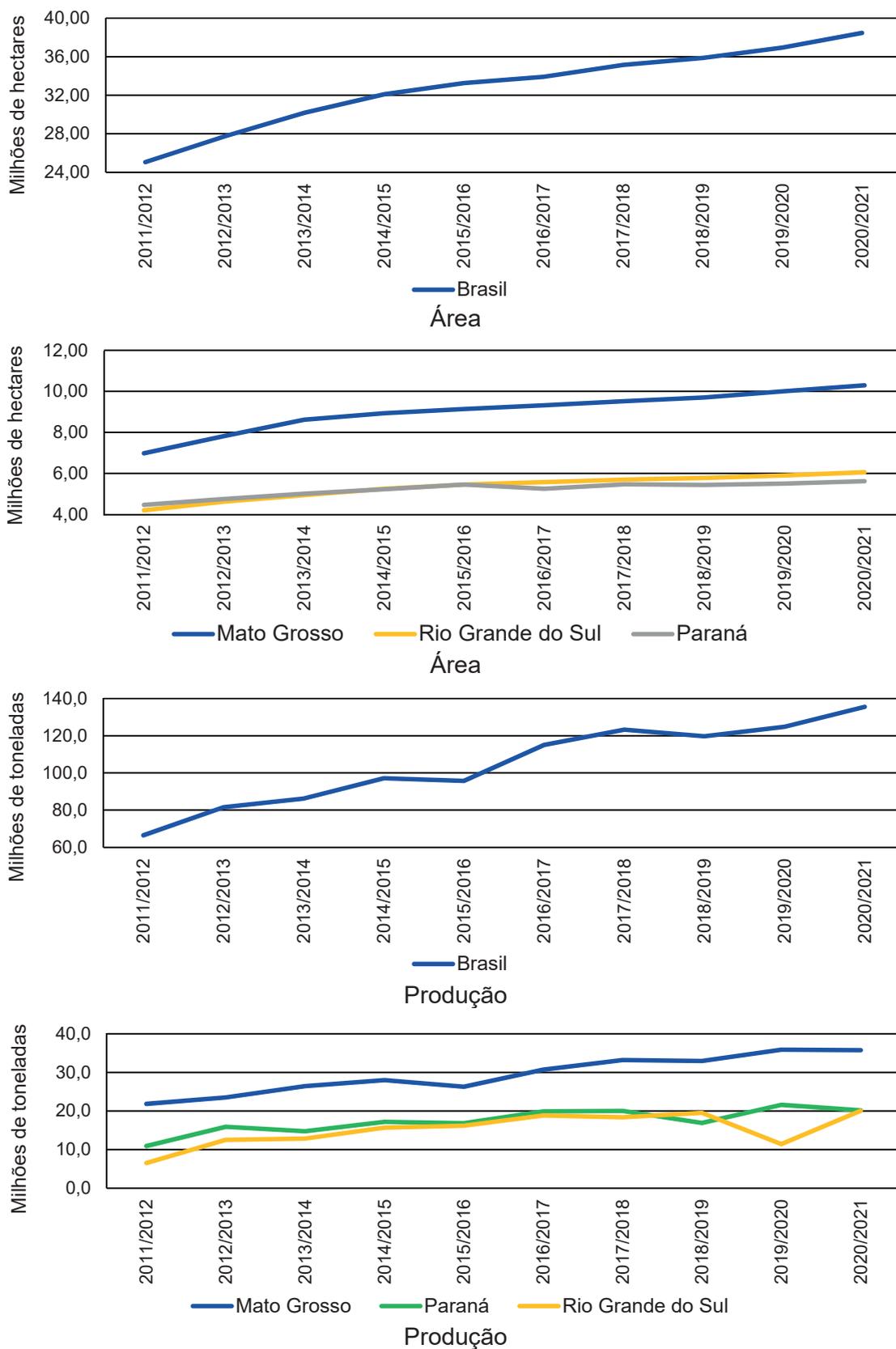


Figura 4. Área e produção de soja no Brasil e principais estados produtores (em Mt). (Conab, 2021b).

Sistema sulco-camalhão

O sistema sulco-camalhão consiste na estruturação da lavoura para a irrigação por sulcos, por meio do cultivo sobre os camalhões formados entre os sulcos. O sistema é indicado para solos planos, com declividades uniformes, geralmente requerendo a sistematização do terreno. O comprimento e a largura do sulco-camalhão são determinados pelas circunstâncias naturais, isto é, a declividade do terreno, tipo do solo, taxa de infiltração e vazão de água disponível. Entretanto, outros fatores podem ter influência tais como a profundidade da lâmina de irrigação, o manejo da cultura e o comprimento do quadro da lavoura (Silva et al., 2006).

A forma dos sulcos é influenciada pelo tipo de solo e pela vazão utilizada, enquanto a largura dos camalhões, pelo tipo de solo e pelas práticas de cultivo. A largura dos camalhões está em função do espaçamento utilizado para as culturas, aliado à distribuição espacial de plantas que proporcione o melhor desempenho produtivo e operacional da lavoura. O sistema garante boa drenagem interna da lavoura, porém o sistema de drenos coletores dos quadros e a macrodrenagem da área devem estar instalados de forma correta e mantidos limpos para terem eficiência de drenagem no tempo necessário (Silva et al., 2006).

A irrigação é realizada por sulcos em áreas sistematizadas com declive e por inundação intermitente (banhos rápidos) em áreas sem declive (cota zero). Dentre os métodos de controle da irrigação destacam-se o acompanhamento do potencial matricial do solo com uso de tensiômetros; a leitura da evaporação em Tanques “Classe A”, combinada com os coeficientes de culturas; estimativas da evapotranspiração de referência, obtidas em postos meteorológicos, entre outros. Os cultivos que se adequam ao sulco-camalhão são aqueles semeados em fileiras e, no caso das várzeas, com espécies adequadas para a rotação com o arroz irrigado, como soja, milho e sorgo, lembrando que a necessidade hídrica de cada cultivo constitui fator decisivo para definir o momento da irrigação (Silva et al., 2006).

A distribuição da água nos sulcos de irrigação em áreas sistematizadas com declive pode ser feita de diferentes maneiras: diretamente do canal de irrigação, individualmente para cada sulco, através de sifões ou tubos janelados calibrados para a vazão necessária; através de microbacias que atendam simultaneamente a determinado número de sulcos de acordo com a

vazão disponível; diretamente do canal para os sulcos aproveitando o “leiveiro” de uma das taipas do canal (Silva et al., 2006).

A Embrapa Clima Temperado conduziu experimentos para desenvolver um sistema de sulco-camalhão a ser adotado em lavouras comerciais, realizando diversos aperfeiçoamentos técnicos e mecânicos ao longo de anos. Para tanto, contou com a parceria de agentes do setor privado, que atuam em segmentos como pesquisa, máquinas e equipamentos e soluções digitais, o que permitiu desenvolver uma solução viável do ponto de vista agrônomo. Com o intuito de validar a tecnologia, este estudo focou o componente econômico-financeiro, analisando o potencial de remuneração e o retorno sobre o investimento em máquinas e equipamentos a serem adquiridos para implantação do sistema sulco-camalhão.

Sistemas analisados e metodologia de análise

Para o diagnóstico da viabilidade econômico-financeira do sistema sulco-camalhão, considerou-se uma área modelo de 300 hectares adotando a rotação soja-arroz. Assim, são 150 hectares para cada cultura, sendo que no próximo ciclo, a área de soja passará a ser ocupada pelo arroz e vice-versa. Nesse contexto, foram analisados e comparados os sistemas descritos na Tabela 1, com o azevém entrando nos sistemas como cobertura de inverno. Referente à produtividade, foram utilizados os valores obtidos em lavouras comerciais onde os sistemas foram conduzidos, os quais estão indicados na Tabela 2.

Os dados referentes à demanda de maquinários e mão-de-obra, custos das operações, produtividades e demais coeficientes técnicos foram levantados em lavouras-piloto de produtores parceiros da Embrapa e do grupo Sulcos, nas atividades ligadas aos projetos “Sulcos” e “Viabilização da cultura da soja em agroecossistema de terras baixas do Rio Grande do Sul”, liderados pela Embrapa Clima Temperado, com colaboração da Embrapa Soja e de outras instituições de pesquisa.

Tabela 1. Sistemas analisados.

S1	Soja em sequeiro (150 hectares) Arroz irrigado (150 hectares)	Azevém (300 hectares)
S2	Soja em sequeiro com escarificação (150 hectares) Arroz irrigado (150 hectares)	Azevém (300 hectares)
S3	Soja irrigada com sulco-camalhão (150 hectares) Arroz irrigado (150 hectares)	Azevém (300 hectares)

Tabela 2. Produtividades das culturas comerciais.

Cultura	Produtividade (kg ha ⁻¹)
Arroz irrigado	7.500,00
Soja sequeiro	2.370,00
Soja sequeiro com escarificação	2.670,00
Soja irrigada com sulco-camalhão	3.946,50

A estimativa de remuneração dos sistemas foi realizada a partir da metodologia criada pela equipe de Economia e Administração Rural da Embrapa Soja (Hirakuri, 2017). Uma vez que se analisou o retorno do investimento necessário para implantar o sistema sulco-camalhão, utilizou-se a noção de lucro financeiro, que contempla o retorno obtido pelo agricultor, após o desconto apenas dos custos que envolvem desembolsos financeiros, ou seja, o fluxo monetário dos sistemas (Kuhnen, 2008). O maquinário é incorporado na análise por meio de um programa de renovação que considera, ao longo do tempo, tanto as compras de máquinas e equipamentos novos quanto a venda dos usados por um valor residual.

Para o sistema S3, referente ao cultivo de soja irrigado em sistema de sulco-camalhão, foram consideradas as aquisições adicionais de um trator de 190 cv e de uma plantadeira de 9 linhas, adaptados ao sistema, e um sulcador, totalizando um investimento de R\$ 518.600,00. Alguns equipamentos necessários ao sistema S3, como grades e plainas, já são utilizados no cultivo de arroz e não necessitam de aquisição adicional. A análise de investimentos verificou se o sistema S3 tem potencial para retornar estas aquisições, comparando-o com o sistema S2 (soja em sequeiro com escarificação), que alcançou resultado superior ao sistema S1 (soja em sequeiro) e configurou-se no principal sistema concorrente. Para tanto, foram considerados cinco contextos:

- Retorno do investimento a partir do fluxo de caixa do sistema, considerando o lucro financeiro anual.
- Retorno do investimento a partir do ganho do sistema, considerando apenas o ganho financeiro sobre o sistema alternativo mais remunerador (S2).
- Retorno do investimento a partir do ganho do sistema, considerando também a venda do

maquinário usado (trator de 120 cv e plantadeira de 9 linhas), que é substituído para a operacionalização do sistema sulco-camalhão.

- Retorno do investimento a partir do ganho do sistema, inserindo a plantadeira de 9 linhas, adaptada ao sistema sulco-camalhão, no processo de renovação de maquinário do agricultor. Ou seja, deixa de existir o investimento adicional na compra deste equipamento.
- Retorno do investimento a partir do ganho do sistema, inserção da plantadeira adaptada no processo de renovação de maquinário e venda do trator substituído (120 cv).

Os custos com azevém e custos sistêmicos, como os dispêndios administrativos e gastos com algumas operações (ex. correção de solo), foram alocados igualmente entre as culturas comerciais dos sistemas: arroz e soja. Desse modo, houve diferença, porém mínima, no lucro gerado pelo cultivo de arroz irrigado nos sistemas S1 e S2, decorrente da forma como estes custos sistêmicos estão sendo alocados. Já no sistema S3, a adoção de máquinas e equipamentos novos, destacando um trator mais potente, com maior custo de manutenção, financiamento e combustível, e o uso intensivo de maquinário, proporcionaram custos globais de operações substanciais, que, ao serem alocados entre os cultivos comerciais, fazem com que o arroz do sistema S3 tenha um lucro financeiro significativamente inferior àqueles obtidos nos sistemas S1 e S2.

Uma vez que o mercado de *commodities* é fluante e essa característica influencia a remuneração do negócio agrícola, foram simulados três diferentes cenários:

- Otimista: com preços de venda elevados para as culturais comerciais, representando uma

- continuidade do mercado superaquecido a partir da pandemia de Covid-19.
- b. Conservador: com preços de venda mais próximos aos praticados antes da pandemia.
- c. Intermediário: com preços de venda intermediários, representando um equilíbrio entre os cenários otimista e conservador.

Tabela 3. Preços utilizados para as culturas comerciais.

Cultura	Preço (R\$)		
	Otimista	Intermediário	Conservador
Arroz (saca de 50 kg)	80,00	65,00	50,00
Soja (saca de 60 kg)	150,00	125,00	100,00

Em relação à análise de investimentos, foi utilizada uma Taxa Mínima de Atratividade (TMA) de 6%, condizente com o atual cenário mercadológico do Brasil. A análise considerou a necessidade de renovação do parque de maquinário, adotando um programa contínuo de troca de máquinas e equipamentos, o que pode gerar um caso particular: o valor presente acumulado de um sistema pode se tornar positivo em um ano, mas voltar a ser negativo em anos subsequentes, em decorrência da aquisição de uma máquina ou equipamento de elevado valor, que torne o fluxo de caixa anual significativamente negativo. Nesse sentido, na avaliação de tempo de retorno, considerou-se como ano de retorno de investimento, o ano a partir do qual o valor presente acumulado se tornou definitivamente positivo, independentemente das possíveis aquisições de máquinas que sejam necessárias. Nesse contexto, a seção seguinte traz a análise de viabilidade econômico-financeira do sistema sulco-camalhão, comparando-o aos sistemas alternativos.

Análise econômico-financeira e considerações

A Tabela 4 contempla o lucro financeiro alcançado pelos três sistemas, considerando uma área de 300 hectares e os três cenários mercadológicos. Além da expressiva e esperada diferença de lucro gerado, entre uma condição otimista e conservadora, verifica-se que o arroz irrigado tem maior potencial de remuneração que a soja no sistema S1. No sistema S3, por outro lado, o expressivo aumento da produtividade faz com que a oleaginosa apresente maior potencial de remuneração que o cereal, mesmo com a adoção do sistema sulco-camalhão gerando custos significativos em operações de mecanização e irrigação.

Outro aspecto importante é que, a medida em que o mercado migra de um cenário otimista para um cenário conservador, tem-se uma tendência de maior competitividade da soja em relação ao cereal. Por exemplo, no sistema S2, diante de um cenário otimista, o arroz obteve lucro financeiro bem superior ao alcançado pela oleaginosa. A diferença se reduz para o cenário intermediário e desaparece em um cenário conservador, com as culturas apresentando lucro financeiro muito próximo (Tabela 4). Isso se deve ao fato de que o elevado custo de produção do arroz² faz com que a redução no preço de venda, ou seja, da receita, seja mais impactante para o cereal do que para a soja.

A Tabela 5 trabalha dois aspectos: (a) o ganho econômico proporcionado pelo sistema S3, em relação ao sistema S2; (b) o tempo de retorno dos investimentos realizados para a adoção do sistema S3. Como pode ser observado, a adoção do sistema sulco-camalhão propiciou um ganho monetário significativo ao agricultor, que em termos percentuais ficou entre 16,7% e 20,5%, conforme o cenário mercadológico.

Referente à análise de investimento, se consideramos o lucro do sistema produtivo como um todo, os investimentos realizados na aquisição de máquinas e equipamentos para o sistema S3 serão retornados em um ou dois anos³, de acordo com o cenário mercadológico (Tabela 5). Caso seja considerado apenas o ganho monetário proporcionado pela adoção do sistema sulco-camalhão, o tempo de retorno dos investimentos em maquinário fica entre três e quatro anos para os cenários otimista e intermediário. Os resultados relacionados ao cenário conservador, por sua vez, merecem as seguintes observações:

² O objetivo do estudo é analisar a viabilidade econômico-financeira do sistema sulco-camalhão, não se atendo às especificidades de cada cultura. Para um maior entendimento sobre os custos incorridos na produção de arroz (Instituto Rio Grandense do Arroz, 2018).

³ Em análise de investimento é mais prudente arredondar para cima o tempo de retorno de investimento.

- a. Para um cenário considerando apenas o ganho obtido pelo sistema S3 (R\$ 101.048,80), o investimento realizado em máquinas e equipamentos será retornado em seis anos.
- b. Para um cenário considerando o ganho obtido pelo sistema S3 e a venda do maquinário substituído (trator e plantadeira), o investimento será retornado em cinco anos.
- c. Para um cenário considerando o ganho obtido pelo sistema S3 e aquisição da plantadeira a partir do processo de renovação de maquinário do agricultor, não apenas como um investimento para o sistema sulco-camalhão, o tempo de retorno será de cinco anos.
- d. Para um cenário considerando o ganho obtido pelo sistema S3, aquisição da plantadeira a partir do processo de renovação de maquinário e a venda do trator substituído pelo agricultor, se tem um tempo de retorno de investimentos de quatro anos.

Tabela 4. Lucro financeiro dos sistemas (em Reais).

Lucro financeiro (R\$)			
Cenário Otimista			
Cultura	Sistema S1	Sistema S2	Sistema S3
Soja	394.277,84	492.356,68	815.221,70
Arroz irrigado	786.328,36	788.908,40	722.641,91
Total	1.180.606,20	1.281.265,08	1.537.863,60
Cenário Intermediário			
Cultura	Sistema S1	Sistema S2	Sistema S3
Soja	264.796,60	347.165,96	590.273,26
Arroz irrigado	488.747,11	491.327,15	425.060,66
Total	753.543,71	838.493,11	1.015.333,92
Cenário Conservador			
Cultura	Sistema S1	Sistema S2	Sistema S3
Soja	133.452,85	198.009,71	365.324,82
Arroz irrigado	191.165,86	193.745,72	127.479,41
Total	324.618,71	391.755,43	492.804,23

Tabela 5. Comparação entre os sistemas S2 e S3.

Ganho sobre o lucro financeiro (em Reais)			
Sistema	Otimista	Intermediário	Conservador
S2 - Soja com escarificação	1.281.265,08	838.493,11	391.755,43
S3 - Soja com sulco-camalhão	1.537.863,60	1.015.333,92	492.804,23
Ganho monetário	256.598,52	176.840,81	101.048,80
Ganho percentual	16,69	17,42	20,50
Retorno sobre o investimento no sistema sulco-camalhão (em anos)			
Contextos considerados	Otimista	Intermediário	Conservador
Lucro do sistema	0,36	0,54	1,12
Ganho obtido	2,19	3,17	5,77
Ganho obtido e venda de maquinário	1,76	2,54	4,55
Plantadeira na troca de maquinário	1,75	2,52	4,51
Plantadeira na troca de maquinário e venda de trator	1,50	2,15	3,81

A demanda operacional da rotação soja-arroz, ao longo do ano, é significativa. Referente às operações com trator, conforme os parâmetros utilizados nos cálculos, foram observadas as seguintes cargas anuais de trabalho: 2.082 horas no sistema S1; 2.143 horas no sistema S2 e; 2.404 horas no sistema S3. Ressalta-se, porém, que houve muita variação nos coeficientes técnicos das áreas acompanhadas.

A Tabela 6 contempla o custo financeiro de cada cultura, no sistema S3, que envolve o cultivo de soja em sulco-camalhão, segmentando-o em: (a) custo com insumos; (b) custo com operações mecanizadas; (c) custo com mão-de-obra, irrigação, taxas (ex. arrendamento e

juros de custeio) e serviços (ex. assistência técnica e transporte da produção). Conforme pode ser verificado, os custos foram muito significativos, com o arroz superando a soja nos três tipos. Referente à soja, mesmo com operações mecanizadas adicionais, o custo dos insumos ainda supera o custo das operações mecanizadas. Contudo, o terceiro item de custo é o maior para o cultivo da oleaginosa, com destaque para mão-de-obra (R\$ 399,09 ha⁻¹), irrigação (R\$ 327,69 ha⁻¹), arrendamento (entre R\$ 250,00 ha⁻¹ e R\$ 375,00 ha⁻¹)⁴ e financiamento de máquinas (R\$ 239,30 ha⁻¹).

Tabela 6. Custo financeiro, em R\$ por hectare, do sistema S3.

Custo financeiro (R\$ ha ⁻¹)		
Sistema S3 - Cenário Otimista		
Item	Soja	Arroz
Custos com insumos	1.370,03	2.113,29
Operações mecanizadas	898,16	1.472,42
Mão-de-obra, irrigação, taxas e serviços	2.163,24	3.596,68
Custo financeiro	4.431,44	7.182,39
Sistema S3 - Cenário Intermediário		
Item	Soja	Arroz
Custos com insumos	1.370,03	2.113,29
Operações mecanizadas	898,16	1.472,42
Mão-de-obra, irrigação, taxas e serviços	2.018,52	3.330,55
Receita	4.286,72	6.916,26
Sistema S3 - Cenário Conservador		
Item	Soja	Arroz
Custos com insumos	1.370,03	2.113,29
Operações mecanizadas	898,16	1.472,42
Mão-de-obra, irrigação, taxas e serviços	1.873,81	3.064,43
Receita	4.142,00	6.650,14

Nesse contexto, uma primeira consideração relevante sobre os resultados é que a gestão do negócio é um aspecto fundamental para a viabilização econômico-financeira do sistema sulco-camalhão, ou seja, para o retorno dos investimentos realizados. Por exemplo, o produtor pode adaptar seu maquinário para o sistema sulco-camalhão, realizando a aquisição de máquinas e equipamentos específicas apenas no momento definido no seu planejamento. Para tanto, as ações de pesquisa e transferência de tecnologia pelas instituições do setor serão essenciais para a difusão de conhecimento ao produtor e consequente ampliação da adoção do sistema sulco-camalhão.

Outro ponto a ser considerado é que as pesquisas realizadas são contínuas. De forma bem direta, as instituições devem visar tecnologias e conhecimentos que proporcionem ganho de produtividade ou redução de custos do sistema sulco-camalhão. Em outras palavras, soluções tecnológicas e de manejo que ampliem o potencial produtivo da soja irrigada ou ferramentas que otimizem a gestão do sistema, como tecnologias digitais que definam o melhor momento para irrigação e levem à diminuição de gastos.

Um último ponto a ser considerado é que as parcerias interinstitucionais têm permitido o desenvolvimento de

⁴ Alguns custos dependem do valor da produção (ex. arrendamento e assistência técnica). Por isso, o custo de mão-de-obra, irrigação, taxas e serviços varia conforme o cenário mercadológico.

máquinas e equipamentos específicos para o sistema sulco-camalhão (Massey Ferguson..., 2021). Como observado no âmbito das pesquisas realizadas, as primeiras máquinas e equipamentos desenvolvidos se adequam bem para produtores que possuem entre 150 e 300 hectares. Pensando na viabilização do sistema sulco-camalhão para produtores com outra realidade fundiária, especialmente pequenos produtores, será essencial o desenvolvimento de maquinário mais adaptado a sua realidade ou, até mesmo, a oferta dos serviços específicos, que necessitam de maquinário diferenciado, como sulcagem e semeadura de soja.

SCIVITTARO, W. B.; PARFITT, J. M. B. **Arroz irrigado por aspersão no Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2017. 140 p. (Embrapa Clima Temperado. Sistemas de Produção, 24).

SILVA, C. A. S. da; PARFITT, J. M. B.; THEISEN, G.; PEREIRA, M. R. **Sistema sulco/camalhão para culturas em rotação ao arroz em áreas de várzeas do Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2006. 14 p. (Embrapa Clima Temperado. Circular técnica, 54).

TORTELLI, G. de S.; HERNANDES, G.; PARFITT, J. M. B.; CONCENÇO, G.; CAMPOS, A. D. S. de; AIRES, T. A.; ANDRES, A. Arroz irrigado por aspersão no Rio Grande do Sul: situação na safra 17/18. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 11., 2019, Balneário Camboriú. **Inovação e desenvolvimento na orizicultura**: anais eletrônico. Itajaí: Epagri/Sosbai, 2019.

Referências

ABIOVE. **Estatísticas mensais do complexo soja com dados atualizados até março de 2021 e projeções anuais**.

14 maio 2021. Disponível em: https://abiove.org.br/wp-content/uploads/2019/10/est_2021_03_br.xlsx. Acesso em: 14 maio 2021.

CONAB. **Oferta e demanda de grãos**. 2021a. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuário-e-extrativista/analises-do-mercado/oferta-e-demanda-de-grãos>. Acesso em: 12 abr. 2021.

CONAB. **Séries históricas das safras**: grãos - por produtos. 2021b. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras>. Acesso em: 12 abr. 2021.

CONCENÇO, G.; PARFITT, J. M. B.; SINNEMANN, C. S.; CAMPOS, A. D. S.; VEIGA, A. B.; BERGMANN, H. M.; MELO, T. S.; SILVA, L. B. X. Semeadura direta de arroz em resteva de soja cultivada no sistema sulco-camalhão. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 3, p. 13221-13231, 2020.

ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. Foreign Agricultural Service. Production, supply and distribution. **Market and trade data**. 2021. Disponível em: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/advQuery>. Acesso em: 13 abr. 2021.

HIRAKURI, M. H. **Avaliação econômica da produção de soja nos Estados do Paraná e Rio Grande do Sul na safra 2016/17**. Londrina: Embrapa Soja, 2017. 14 p. (Embrapa Soja. Circular técnica, 126).

HIRAKURI, M. H.; CONTE, O.; PRANDO, A. M.; CASTRO, C. de; BALBINOT JUNIOR, A. A. (Ed.). **Diagnóstico da produção de soja na Macrorregião Sojícola 1**. Londrina: Embrapa Soja, 2019. 113 p. (Embrapa Soja. Documentos, 423).

IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática. **Produção agrícola municipal**. 2021. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/1612>. Acesso em: 12 abr. 2021.

INSTITUTO RIO GRANDENSE DO ARROZ (IRGA). **Custo de produção médio ponderado do arroz irrigado do Rio Grande do Sul safra 2017/18**. 2018. Disponível em: <http://stirga2018-admin.hml.rs.gov.br/upload/arquivos/201805/18160831-custo-1-20180115091236custo-2017-18.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2021.

KUHNEN, O. L. **Finanças empresariais**. 2.ed. São Paulo: Atlas, 2008. 386 p.

MASSEY Ferguson contribui com projeto de plantio de soja em Terras Baixas. MASSEY FERGUSON, 15 mar. 2021. Disponível em: <https://masseyferguson.com.br/Noticia/massey-ferguson-contribui-com-projeto-de-plantio-de-soja-em-terras-baixas>. Acesso em: 15 abr. 2021.

Exemplares desta edição
podem ser adquiridos na:

Embrapa Soja
Rod. Carlos João Strass, s/n,
acesso Orlando Amaral
C. P. 231, CEP 86001-970
Distrito de Warta
Londrina, PR
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

1ª edição
PDF digitalizado (2021)



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



Comitê Local de Publicações

Presidente

Alvadi Antonio Balbinot Junior

Secretária-Executiva

Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite

Membros

*Clara Beatriz Hoffmann-Campo, Claudine Dinali Santos
Seixas, Ivani de Oliveira Negrão Lopes, Liliane Márcia
Mertz-Henning, Marco Antônio Nogueira, Mariangela
Hungria da Cunha, Mônica Juliani Zavaglia Pereira,
Norman Neumaier*

Supervisão editorial

Vanessa Fuzinato Dall' Agnol

Normalização bibliográfica

Valéria de Fátima Cardoso

Projeto gráfico da coleção

Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica

Marisa Yuri Horikawa

Foto da capa

José Maria Barbat Parfitt