

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

NILVA MARILÉIA ALVES

**VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE
GRÃOS**

DISSERTAÇÃO

PATO BRANCO

2021

NILVA MARILÉIA ALVES

**VIABILIDADE TÉCNICA E ECONOMICA DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE
GRÃOS**

**TECHNICAL AND ECONOMIC FEASIBILITY OF GRAIN PRODUCTION
SYSTEMS**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agronomia - Área de Concentração: Solos e Sistemas Integrados de Produção Agropecuária da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) câmpus Pato Branco - PR.

Orientador: Paulo Fernando Adami
Coorientador: Érick Januário da Silva

PATO BRANCO

2021



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite o download e o compartilhamento da obra desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es), sem a possibilidade de alterá-la ou utilizá-la para fins comerciais.



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Pato Branco



NILVA MARILEIA ALVES

VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE GRÃOS

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestra Em Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).
Área de concentração: Solos E Sistemas Integrados De Produção Agropecuária.

Data de aprovação: 31 de Agosto de 2021

Prof Paulo Fernando Adami, - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof Carlos Andre Bahry, - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof Paulo Andre De Oliveira, Doutorado - Faculdade de Tecnologia de Botucatu (Fatec Bt)

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 03/09/2021.

Dedico este trabalho a meu marido Edenilson Fagundes, meu filho Murilo Fagundes, a minha mãe Ivone Alves e em especial ao meu pai Dilson Alves (*in memoriam*).

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom da vida e a oportunidade de estar vivenciando cada momento como se fosse o último.

Ao meu marido, Edenilson e meu filho, Murilo, por me apoiarem e compreenderem com muita paciência e amor cada momento de ausência. Agradeço de coração.

Aos meus familiares, pelas orações e incentivo pela busca da realização de meus objetivos.

A meu orientador, Paulo, pelos ensinamentos transmitidos, paciência e todo incentivo durante esta trajetória. Pela confiança e por me fazer acreditar na minha capacidade. Sou muito grata.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia que me auxiliaram e compartilharam seus conhecimentos.

Aos amigos e colegas, que fizeram parte desta jornada, meu muito obrigado.

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Pato Branco e Dois Vizinhos, em especial ao PPGAG pelas grandes possibilidades na busca pelo conhecimento durante este período.

E aos integrantes da banca pela atenção, disponibilidade e contribuições.

Muito obrigada!

“Não há fatos eternos, como não há verdades absolutas.”

(Friedrich Nietzsche)

RESUMO

ALVES, Nilva Mariléia. Viabilidade técnica e econômica de sistemas de produção de grãos. 151 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Área de Concentração: Solos e Sistemas Integrados de Produção Agropecuária), Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Pato Branco, 2021.

A tomada de decisão sobre a *commoditie* a ser cultivada passa pela esfera técnica e econômica, sendo o fator risco e adoção de plantas de cobertura nem sempre considerados, principalmente, pela variabilidade de resposta que estas apresentam. Nesse contexto, este trabalho avaliou a viabilidade técnica e econômica de quatro sistemas de produção, sendo dois de sucessão de culturas (soja-milho e milho-soja) e dois de rotação de culturas (inclusão de feijão e trigo no sistema), no período da safra, com o uso de plantas com viés grão ou planta de cobertura, na segunda safra, totalizando ao todo 24 arranjos produtivos, com três repetições, ao longo das safras 2018/2019 e 2019/2020. As produtividades na safra 2018/2019 apresentaram-se iguais entre os tratamentos de cada sistema de produção, uma vez que se trata do primeiro ano de avaliação. A produtividade média foi de 13.485 kg ha⁻¹ (milho); 6.027; 5480 kg ha⁻¹ (soja) e 1.912 kg ha⁻¹ (feijão). A biomassa de milheto, no outono, associada à cultura do milho verão e aveia + nabo no inverno foi o tratamento que se destacou em termos de produção total de massa seca, totalizando 32,6 t ha⁻¹, seguido dos tratamentos que continham *U. ruziziensis* e crotalária (30,0 t MS ha⁻¹ ano). No segundo ano de avaliação (2019/2020), as produtividades da primeira safra foram distintas entre os tratamentos de cada sistema em função da influência gerada da cultura antecessora e das condições climáticas distintas entre os anos. Uma diferença de produtividade de 28% para o milho e 17% para a soja foi observada na segunda safra de 2020, quando comparados os dados de produção entre os sistemas de rotação (3 e 4) e sucessão de culturas (1 e 2). Essa diferença nos valores de produtividade demonstra os efeitos benéficos da rotação de culturas. O sistema de sucessão que recebeu soja na 1^o safra (sistema 2) apresentou o maior valor médio de índice de lucratividade entre todos os sistemas, com percentuais de 5,49% e 6,80% superiores aos encontrados nos sistemas de rotação de culturas. O maior LO, R\$13.572,73 ha⁻¹, foi observado na sucessão milho-feijão (T2), que aliado a um IL de 50,96 %, apresentou-se como o melhor desempenho econômico entre todos os tratamentos, em relação à lucratividade por área ao longo dos dois anos, sendo 21,25% mais rentável que a sucessão soja-milho. A diferença no LO entre o melhor e pior arranjo de espécies foi de R\$ 6.700,76 ha⁻¹ para o LO e 7,49 % para o IL. Apesar da sucessão soja-milho (T8) ser o arranjo produtivo mais utilizado no estado do Paraná e no Brasil, esse arranjo ficou em nono colocado com melhor IL e sexto colocado com melhor LO entre os 24 tratamentos. Ainda, o tratamento que utilizou um ano trigo e um ano milho segunda safra foi R\$ 328,49 mais rentável por hectare (média de dois anos) que a sucessão soja-milho. O cultivo de culturas comerciais na 1^a e 2^a safra permitiu uma receita ao longo de dois anos superior em relação ao cultivo de plantas de cobertura, com variação de R\$ 6.700,76 ha⁻¹ e R\$ 4.434,08 ha⁻¹ entre o tratamento 2 versus os tratamentos 23 e 5. Ainda, na média dos dois anos, o LO do milho segunda safra (T8) foi de R\$ 2.356,69 ha⁻¹, ou apenas 22,05% do LO total do T8, o que demonstra a importância da 1^a safra em detrimento da 2^a safra e a viabilidade do cultivo de plantas de cobertura. Desta forma, recomenda-se a adoção de um sistema de cultivo que adote uma combinação de espécies (cultivares e híbridos), épocas de semeadura e uso estratégico das plantas de cobertura, a fim de diluir riscos produtivos, otimizar a produtividade e lucratividade de forma sustentável ao longo do tempo.

Palavras-chave: soja, milho, feijão, trigo, índice de lucratividade, lucro operacional.

ABSTRACT

ALVES, Nilva Mariléia. Technical and economic feasibility of Crop Production Systems. 151 pages. Dissertation (Masters in Agronomy) - Graduate Program in Agronomy (Concentration Area: Soils and Integrated Agricultural Production Systems), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2021.

Choosing the crop specie and its succession/rotation to be cultivated along time pass by a technical and economic sphere, being the risk factor and the adoption of cover plants not always considered. In this context, this research evaluated the technical and economic feasibility of four production systems, being two of them, crop succession (soybean-corn as a 2nd summer crop and corn-soybean as a 2nd summer crop) and two crop rotation (including beans and wheat into the system) with the use of cash or cover crops in the 2nd summer crop, totaling 24 crop production systems with three replication evaluated at 2018/2019 and 2019/2020 growing season. Crop yield at the 2018/2019 growing season were similar among treatments into each crop production system, once it is the first year of evaluation. Mean grain yield was of 13,485 kg ha⁻¹ (corn); 6,027; 5480 kg ha⁻¹ (soybean) and 1,912 kg ha⁻¹ (Beans). Total biomass yield stands out at the crop system that adopted corn at summer, followed by pearl millet and oat + turnip at winter, reaching 32.6 t DM ha⁻¹ year⁻¹, followed by corn + *U. ruziziensis* e *C. juncea* (30.0 t DM ha⁻¹ year⁻¹). At the 2nd year of assessment (2019/2020), crop grain yield differed at each system due to the influence of prior crop and different climatic conditions between the years. Corn and soybean grain yield difference of 28% and 17% at the 2nd summer crop was noticed when comparing the data between crop rotation systems (system 3 and 4) and crop succession (system 1 and 2) demonstrating the beneficial effects of the crop rotation. Crop succession with soybeans in the 1st season (S2) showed the highest average value of profitability index among all systems with 5.49% and 6.80% higher than those found in crop rotation systems. The highest LO, R\$ 13,572.73 ha⁻¹, was observed in the corn-bean succession (T2), which, combined with an PI of 50.96%, showed to have the best economic performance among all treatments, in relation to profitability per area over the two years, being 21.25% more profitable than the soybean-corn succession. Operating profit differences between the best and the worse species arrangement was of R\$ 6,700.76 and 7.49% to the PI considering both growing season. Despite the succession of soybean-corn (T8) is the most used production system at Paraná and Brazil, this system was classified as the 9th and 6th in the rank as the best PI and OP among the 24th treatments, showing the importance of the diversification of species within the farm. Thus, the treatment that used one-year wheat and one-year corn as a 2nd summer crop was R\$ R\$ 328,49 more profitable per hectare (average of two years) than the treatment that used corn in both seasons. Growth of commercial crops in the 1st and 2nd summer season allowed a higher income at both years in detriment to the growth of cover crops, with a variation of R\$ 6,700.76 and R\$ 4,434.08 between treatment T2 versus T23 and T5. Further, the total OP of both growing season of corn, grown as a 2nd summer crop at T8, was of R\$ 2,356.69, or just 22.5% of the total OP of this treatment, what demonstrates the importance of the 1st growing season in relation to the 2nd one and feasibility of cover crops growing. We recommended the adoption of a cultivation system that adheres to a combination of species (cultivars and hybrids), periods of seeding and strategic use of cover crops, in order to dilute productive risks, optimize production and profitability in a sustainable way over the long term.

Palavras-chave: soybean, corn, beans, wheat, profitability index, operating profit.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1** – Imagem da área experimental em 2018 (á esquerda), antes do início do estabelecimento do experimento e em 2019 com o experimento estabelecido (á direita). Dois Vizinhos, 2021.34
- Figura 2** – Distribuição das 12 parcelas principais na primeira safra que compõe as três repetições de cada um dos 4 sistemas de produção e as subparcelas na segunda safra.35
- Figura 3** – Precipitação em milímetros e variação de temperatura para os períodos de janeiro de 2018 a janeiro de 2019 e janeiro de 2019 a janeiro de 2020 para o município de Dois Vizinhos – Paraná.36
- Figura 4** - Precipitação em milímetros e variação de temperatura para o período de janeiro de 2020 a janeiro de 2021 para o município de Dois Vizinhos – Paraná.....37
- Figura 5** - Desenvolvimento das plantas de cobertura no mês de março e mês de abril de 2019 e 2020. Dois Vizinhos, 2021.41
- Figura 6** - Semeadura de aveia + nabo sobre as plantas de cobertura de 2º safra (á esquerda) e desenvolvimento de aveia solteira (á direita).42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resumo das análises químicas do solo (0 – 10 cm e 0 – 20 cm) nas áreas de realização dos estudos. Dois Vizinhos, 2021.	35
Tabela 2 – Espécies utilizadas nos 4 sistemas de produção de grãos ao longo do período de dois anos agrícolas (2018/2019 e 2019/2020). Dois Vizinhos, 2021.....	38
Tabela 3 – Datas de semeadura, avaliação e período de permanência no campo de aveia solteira e consórcio aveia + nabo cultivados na entressafra de 2018/2019. Dois vizinhos – PR, 2021.	44
Tabela 4 – Datas de semeadura, avaliação e período de permanência no campo de aveia solteira e consórcio aveia + nabo cultivados na entressafra de 2019/2020. Dois vizinhos – PR, 2021.	45
Tabela 5 – Preço de venda de soja, milho, feijão e trigo de acordo com as três maiores cooperativas da região nas safras 2018/2019 e 2019/2020. Dois vizinhos – PR, 2021.	46
Tabela 6 – Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹) e biomassa seca aérea (kg ha ⁻¹) das culturas na 1 ^o safra, 2 ^o safra e entressafra (2018/2019). Dois vizinhos – PR, 2021.....	52
Tabela 7 – Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹) e biomassa seca aérea (kg ha ⁻¹) das culturas na 1 ^o safra, 2 ^o safra e entressafra (2019/2020). Dois vizinhos – PR, 2021.....	57
Tabela 8 – Indicadores econômicos médios dos 24 tratamentos nos dois anos safras (2018/2019 e 2019/2020). Dois vizinhos – PR, 2021.....	66
Tabela 9 – Indicadores econômicos médios de dois anos safras por sistema de produção (2018/2019 e 2019/2020). Dois vizinhos – PR, 2021.....	73
Tabela 10 – Indicadores econômicos da 1 ^o e 2 ^o safra de milho em 2018/2019 e 2019/2020. Dois vizinhos – PR, 2021.....	77
Tabela 11 – Indicadores econômicos da 1 ^o e 2 ^o safra de soja em 2018/2019. Dois vizinhos – PR, 2021.	81
Tabela 12 – Indicadores econômicos da 1 ^o e 2 ^o safra de soja em 2019/2020. Dois vizinhos – PR, 2021.....	84
Tabela 13 – Indicadores econômicos da 1 ^o e 2 ^o safra de feijão em 2018/2019 e 2019/2020. Dois vizinhos – PR, 2021.....	87

LISTA DE SIGLAS, ACRÔNIMOS E ABREVIATURAS

ADAPAR	Agência de Defesa Agropecuária do Paraná
Av + Nabo	Aveia + Nabo
C/N	Carbono/Nitrogênio
Ca	Cálcio
Cm	Centímetro
cmolc dm ⁻³	Centimol de carga por decímetro cúbico
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
CTC	Capacidade de Troca de Cátions
DAS	Dias Após a Semeadura
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FBN	Fixação Biológica de Nitrogênio
gdm ⁻³	Gramas por decímetro cúbico
H + Al	Hidrogênio + Alumínio
HR	Herculés
IAPAR	Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná
IC	Índice de Colheita
IL	Índice de Lucratividade
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
K	Potássio
K ₂ O	Cloreto de Potássio
kg	Quilograma
kg ha ⁻¹	Quilograma por hectare
L	Litro
LO	Luco Operacional
M + C + U	Milheto + Crotalária + Urochloa
M+C	Milheto + Crotalária
m ²	Metros quadrados
MB	Margem Bruta
Mg	Magnésio
mgdm ⁻³	miligrama por decímetro cúbico
MO	Matéria Orgânica
N	Nitrogênio
NPK	Nitrogênio, Fósforo e Potássios
P	Fósforo
P ₂ O ₅	Pentóxido de difósforo
pH CaCl ₂	pH em cloreto de cálcio
PR	Unidade da Federação – Paraná
R\$/Kg	Reais por Quilograma
RB	Receita Bruta
SB	Saturação de Bases
SEAB	Secretaria da Agricultura e do Abastecimento
UE	Unidade Experimental
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
V4 e V6	Fase vegetativa
VYHR	Leptra

LISTA DE SÍMBOLOS

®	Marca registrada
R\$	Reais

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	16
1.1 Aspectos gerais dos sistemas de produção de grãos.....	16
1.2 Aspectos gerais da cultura da soja.....	19
1.3 Aspectos gerais da cultura do milho.....	21
1.4 Aspectos gerais da cultura do feijão.....	24
1.5 Aspectos gerais do uso de plantas de cobertura.....	27
1.6 Viabilidade econômica de sistemas de produção.....	31
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	34
3.1 Localização e caracterização da área experimental.....	34
3.2 Delineamento experimental.....	37
3.3 Implantação e condução do experimento.....	39
3.4 Avaliações técnicas dos tratamentos.....	43
3.4.1 Determinação dos parâmetros produtivos para cada cultura.....	43
3.5 Avaliações econômicas dos tratamentos.....	45
3.5.1 Avaliação dos custos de produção e indicadores de desempenho econômico.....	45
3.6 Análise estatística.....	48
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	49
4.1 Viabilidade técnica de sistemas de produção de grãos.....	49
4.2 Viabilidade econômica dos sistemas de produção.....	61
4.2.1 Avaliação dos custos de produção dos tratamentos utilizados.....	61
4.2.1 Avaliação dos resultados econômicos dos tratamentos utilizados.....	64
4.2.2 Análise do desempenho econômico dos sistemas de produção.....	72
4.2.3 Avaliação do desempenho individual de cada cultura principal.....	75
5 CONCLUSÕES.....	88
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	89
REFERÊNCIAS.....	90
APÊNDICES.....	106

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, as culturas da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) e do milho (*Zea mays* L.) representaram mais de 90% do total da produção de grãos do país na safra 2019/2020. Além destas, destaca-se o feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), cultivado em até três cultivos ao longo do ano e o trigo (*Triticum aestivum* L.), com uma das principais opções para cultivo de inverno (CONAB, 2021).

Em termos econômicos, a soja e o milho representam 33,0% e 12,3%, respectivamente, do VBP do Brasil, ocupando o 1º e 2º lugar no ranking dos maiores faturamentos agrícolas e são considerados os carros chefes para a manutenção da economia nacional. O Paraná é o 2º estado de maior destaque na participação econômica do país, sendo responsável, em 2021, por 13,20% do faturamento realizado entre os 27 estados, ficando atrás apenas do estado do Mato Grosso (MAPA, 2021).

Apesar da grande importância econômica do agronegócio para o Brasil, o intenso cultivo de soja e milho nos últimos anos vem ocasionando diversos problemas fitossanitários, ambientais e de degradação do solo. De acordo com Adami et al. (2020), estes problemas são intensificados pelo uso da monocultura ou ainda sistemas de sucessão de culturas (exemplo: soja/milho) adotados de forma contínua por um longo período, que tendem a favorecer a predisposição de condições favoráveis ao desenvolvimento e disseminação de insetos pragas, doenças e plantas daninhas e antecipando o surgimento de novos casos de resistência devido a elevada pressão de seleção imposta.

Mas aí vem uma pergunta: Por que não houve, então, redução de produtividade ao decorrer das safras, mas sim crescente evolução nos números de produção? Basicamente pelo fato de que houve um aumento nas áreas cultiváveis e no investimento feito pelo produtor rural, que com o surgimento de novos casos de resistências de pragas, doenças e plantas daninhas, teve que adotar medidas de controle como o uso mais intensivo de fungicidas, inseticidas e herbicidas, a fim de aumentar o rendimento de grãos. Além, é claro, do maior uso de fertilizantes minerais como fonte nutricional para suprir as necessidades das culturas comerciais que foram, ao longo dos anos, aumentando substancialmente.

Fato este evidenciado pela CONAB (2020), que para a região sudoeste do Paraná, por exemplo, relatou um aumento dos custos de produção de soja de, aproximadamente, 23%

entre os anos de 2016 a 2020, sendo que acréscimos de 11% e 20% foram verificados nos custos de fertilizantes e defensivos agrícolas neste mesmo período.

Diante do exposto, a escolha dos arranjos produtivos são pontos cruciais que devem ser considerados pelos agricultores no momento do planejamento agrícola, isto porque interfere diretamente no sucesso ou não de cada nova safra desenvolvida. Para Guiducci et al. (2012) é preciso conhecer o sistema de produção da propriedade agrícola, assim como, seus custos de produção e os ganhos econômicos de cada atividade, perante as condições do mercado, a fim de orientar as decisões para o planejamento financeiro da safra seguinte.

De acordo com French et al. (2015), os fatores que levam os produtores rurais à adoção de sistemas de produção em monocultura, ou ainda, em sucessão, são principalmente o preço de venda das culturas, custos de produção, facilidade de cultivo e gestão financeira, incentivos governamentais como subsídios e seguros agrícolas que aliados a forte demanda de produtividade de algumas culturas como fonte de alimento, favorecem a tomada de decisão em prol desses sistemas de produção.

Todavia, o conhecimento de sistemas produtivos alternativos e diferenciados, como o uso de plantas de cobertura e rotação de culturas, que tragam ao produtor redução de custos, maior lucratividade, maior eficiência na produção e, conseqüentemente, reflita em uma agricultura mais sustentável e competitiva é considerada para Richetti (2013) a chave para o desenvolvimento da agricultura nacional e mundial.

A rotação de culturas tem se revelado uma prática essencial para aumentar a estabilidade da produção das culturas face às variações climáticas comumente observadas no Paraná, não só pela melhoria na qualidade do solo e pela produção de cobertura, mas também, por proporcionar a diversificação de cultivares e o escalonamento de épocas de semeadura. A utilização de diferentes espécies vegetais para produção de grãos e/ou cobertura do solo permite a diversificação da renda da propriedade, reduzindo os riscos de mercado e de clima inerentes à atividade agrícola. Portanto, a rotação de culturas torna-se uma ferramenta interessante sob o ponto de vista econômico de médio a longo prazo com retorno garantido (FRANCHINI, 2011).

Mello (2015), analisando a viabilidade econômica de sistemas de rotação versus sistemas de sucessão de culturas, utilizando o cultivo de soja verão e plantas de cobertura em três safras produtivas, verificou que o uso da rotação de culturas obteve índices de lucratividade de 74,4%, 94,9% e 29,6% superiores aos casos com sucessão de culturas que,

associado ao aumento de produtividade de 8, 18 e 4 sacas por hectare, respectivamente, apresentou-se como o sistema de produção mais viável no viés econômico, para o estado de São Paulo.

Resultados importantes também foram observados por Volsi et al. (2020), em um estudo realizado no noroeste do estado do Paraná, com rotação de culturas incluindo soja, milho, feijão, cultivares de trigo, aveia preta, canola, centeio, crambe, nabo forrageiro, sorgo, tremoço, trigo mourisco e triticale. Os autores verificaram que o sistema de rotação que continha maior número de espécies apresentou maior lucratividade em 3 safras estudadas, sendo um importante indicador para o incentivo ao uso de sistemas de produção mais sustentáveis.

Entretanto, são escassos os trabalhos na literatura que apresentam resultados econômicos de sistema de produção de grãos, especialmente os de rotação de culturas versus sucessão de culturas para a região sudoeste do Paraná. Nesse contexto, novos estudos de quais arranjos são mais eficientes, a curto, médio e longo prazos, podem auxiliar os agricultores na tomada de decisão frente à viabilidade dos sistemas de produção, especialmente na região do estudo, onde a produção agrícola é intensiva e expressiva.

Portanto, pretende-se com este trabalho de maneira geral, avaliar a viabilidade técnica e econômica de quatro sistemas de produção permeando dois sistemas de sucessão de cultura e dois de rotação de culturas, com o uso de plantas com viés para grãos ou planta de cobertura, na segunda safra de verão, totalizando 24 sistemas de produção, utilizados nas safras 2018/2019 e 2019/2020.

De maneira específica, avaliar a viabilidade técnica e econômica das culturas da soja, milho e feijão utilizados na primeira e segunda safra, em sistemas de sucessão e rotação de culturas, e o uso de plantas de cobertura na segunda safra em detrimento do uso de plantas comerciais e, também, os seus efeitos sobre as culturas sucessoras; estimando, desta forma, quanto a 1º e 2º safra contribuem no retorno econômico total dos sistemas de produção.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.1 Aspectos gerais dos sistemas de produção de grãos

No Brasil, os sistemas de cultivo são os mais variados, incluindo desde a monocultura (uso isolado de cada cultura) até os sistemas de sucessão e rotação de culturas. Além destes sistemas, são utilizados a consorciação, também denominada de policultivo e os sistemas de integração. Um sistema de produção agrícola é definido pelo conjunto de atividades, seja ela agrícola ou pecuária, que abrange todo um processo de gestão dos fatores de produção, terra, capital e mão-de-obra (BRASIL, 2012).

O uso de sistemas de produção que contemplem apenas uma cultura ou até mesmo os sistemas de sucessão de culturas, por um longo período, promovem efeitos negativos nos solos, como redução de fertilidade, desestruturação física e redução na capacidade biológica dos solos que, concomitantemente, leva à diminuição de produtividade das culturas. Associado à predisposição de condições favoráveis ao desenvolvimento e disseminação de insetos pragas, doenças e plantas daninhas que acometem as culturas comerciais (ADAMI, 2020). Além destes problemas, outros, indiretamente, podem ser observados, como menor crescimento radicular das plantas, redução da porosidade do solo, redução na infiltração de água e ar, que atrelado aos danos diretos, citados anteriormente, podem reduzir o rendimento produtivo das culturas e, por consequência, aumentar os custos de produção.

Segundo Souza (2017), os processos de degradação dos solos agrícolas são impulsionados pelo uso sucessivo de uma mesma cultura aliado ao seu uso errôneo. Que com a ausência de ações conservacionistas levam à exaustão ou redução dos níveis de nutrientes no solo e o uso cada vez maior de fertilizantes, a fim de amenizar tais deficiências.

Apesar dos efeitos negativos inerentes ao uso dos sistemas de sucessão de culturas, este difundiu-se entre os produtores, especialmente em regiões onde são cultivadas duas ou mais safras (YANG et al, 2017), como é o caso do estado do Paraná. No estado, observam-se dois sistemas característicos de sucessão, o primeiro compreende a região subtropical, metade sul e sudoeste do estado, onde a soja predomina no verão e o trigo na safra de inverno. Já na região chamada de transição climática (oeste), o trigo é substituído pela cultura do milho na

segunda safra e a soja mantem-se como a principal cultura produzida no verão. Essa distribuição, segundo Franchini (2011), é definida basicamente pelo zoneamento agroclimático, considerando fatores como, possibilidade de ocorrência de geadas no inverno e distribuição de chuvas.

Para o sudoeste do Paraná, atualmente, de acordo com Link et al. (2019), várias são as opções de cultivo que os produtores da região podem adotar dentro das propriedades agrícolas. Inclusive sendo possível a realização de até três safras dentro de um mesmo ano agrícola e da mesma área, dependendo da cultura e do ciclo. Os principais arranjos produtivos utilizados segundo os autores são soja/milho e ou feijão/aveia preta, milho/feijão/aveia preta ou ainda, soja/feijão/trigo, dando destaque à sucessão soja/trigo e também soja/milho, que são as mais utilizadas.

Segundo Faleiros (2020), o uso da soja na primeira safra se consagrou nos últimos anos na maior parte dos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio grande do Sul, principalmente pela maior Margem Bruta (MB) individual da cultura que, associado ao menor risco de produção, traz ao sojicultor maior retorno econômico a curto prazo.

Em função destes fatores, a sucessão soja/milho ganhou espaço entre os produtores do estado, fazendo com que muitos estudos de viabilidade técnica e econômica fossem realizados (NÓIA JÚNIOR, SENTELHAS, 2019; BATTISTI et al., 2020; VOLSI et al., 2020; OLIGINI et al., 2021), a fim de verificar qual o melhor manejo a ser adotado nesse sistema que trazem maior rendimento de grãos e retorno econômico.

Apesar da grande proporção de cultivos, esse arranjo produtivo gerou muitos entraves, principalmente para as regiões onde as condições climáticas podem ocasionar danos drásticos no rendimento de grãos com a antecipação do cultivo de verão e/ou atraso na semeadura da segunda safra, como é o caso do sudoeste do Paraná. De acordo com Nóia Júnior e Sentelhas (2019), a antecipação da semeadura da soja no mês de setembro melhora as condições do cultivo de milho em sucessão, favorecendo o seu crescimento e desenvolvimento, porém, desfavorece a soja, em função do maior risco de perdas pela redução da precipitação nesse período. Enquanto que, no cultivo de soja mais tarde (outubro) ocorre o inverso, onde a soja é favorecida pelas melhores condições climáticas nesse mês, mas desfavorecendo o milho, que é semeado mais tarde e recebe, ao decorrer do ciclo, menor radiação solar, temperaturas mais baixas com risco de formação de geadas, e ainda, muitas vezes, menor disponibilidade de água no solo.

Nesse contexto, a adoção da monocultura ou até mesmo dos sistemas de sucessão, pensando apenas no lucro momentâneo pode desencadear inúmeros problemas agrônômicos, os quais tornam-se muitas vezes imperceptíveis, especialmente em situações de altos investimentos (ADAMI et al., 2020).

Desta forma, é necessário o uso de espécies diferentes nos sistemas agrícolas, que cultivadas em rotação trazem benefícios aos sistemas produtivos. O sistema de rotação de culturas, diferente da sucessão, tem como base a alternância de espécies vegetais na mesma área, por vários anos (EMBRAPA, 2012), promovendo melhorias nos aspectos físicos, químicos e biológicos do solo, como redução na compactação, aumento de microorganismos benéficos e ciclagem de nutrientes. Além de otimizar o uso do solo, reduzir infestações de plantas invasoras, quebrar ciclos de pragas e doenças e, em consequência, aumentar o rendimento das culturas e diversificação de renda dos produtores rurais, controle de nematóides, proteção superficial do solo pela produção de palhada (LEAL et al., 2005; BALOTA et al., 2014; DONEGA, SANTOS, 2015; QIAN, et al., 2015; SILVA et al., 2018; KIM, et al., 2020; ADETUNJI, et al., 2020; HOUSMAN et al., 2021).

Barbieri et al. (2019), avaliando a bioatividade do solo sob plantio direto em sucessão e rotação de culturas de inverno e verão, concluíram que o uso do sistema de plantio direto sem a ocorrência de revolvimento do solo, aliado à rotação de culturas, promoveu aumento nos valores de atividade enzimática, estoque de C no solo e biomassa microbiana, em relação ao uso de sucessão de culturas.

Em relação às características físicas do solo, Silva et al. (2020) avaliaram a resistência à penetração do solo sob o manejo de sucessão e rotação de culturas e observaram que o sistema que continha diferentes culturas em rotação obteve os menores valores de resistência do solo à penetração, em relação ao uso da sucessão e do pousio. Segundo Silva et al. (2018), o uso da rotação de culturas com três espécies de crotalária reduziu a infestação e densidade populacional de nematóides no cultivo de soja verão em sequência, quando comparado com o monocultivo de soja e a rotação com milho. Além de apresentar rendimento de grãos da soja duas vezes superiores ao monocultivo.

Desta forma, as plantas de cobertura se tornam, também, importantes alternativas para o uso nos sistemas de rotação de culturas, especialmente no outono ou entressafra das culturas comerciais. Todavia, apesar das inúmeras vantagens que o uso dessas plantas pode

trazer para o sistema produtivo, muitas vezes não são utilizadas pelos produtores rurais, em função do desconhecimento dos benefícios que podem gerar ou, então, por não apresentarem um produto comercializável, como é o caso da soja, milho, feijão e trigo.

O uso de plantas de cobertura, em substituição ao uso de culturas comerciais na segunda safra de verão, é uma realidade difundida em várias regiões do país, porém, na região do estudo, este fato não é condizente, em função das diferentes condições de solo, clima e também pela necessidade de viabilização econômica a curto prazo, em função das propriedades rurais serem consideradas de pequeno porte (FALEIROS, 2020). E, portanto, no senso comum, não comportarem economicamente o uso destas culturas.

É importante enfatizar que a ideia não é eliminar o cultivo de espécies com viés grão na segunda safra de verão, mas sim, trabalhar com um sistema de combinação de espécies, híbridos e cultivares, ciclos, época de semeadura, a fim de diversificar e reduzir o risco produtivo, buscando uma compatibilidade entre ganho direto e imediato pela venda das *commodities* associado com melhoria da saúde de solo e do ambiente produtivo, o que reflete em maior estabilidade dos sistemas de produção. Avaliar estes fatores e apresentar dados econômicos a curto e médio prazo ajudarão a respaldar decisões técnicas que podem associar lucratividade e ganhos ecossistêmicos em nível de propriedade.

1.2 Aspectos gerais da cultura da soja

A soja é considerada a principal oleaginosa produzida no mundo, tanto em área plantada como em produção (CATTELAN; DALL'AGNOL, 2018). Os países de maior representatividade neste ranking são Brasil, com 37% de toda produção mundial, seguido dos Estados Unidos, com 30% e Argentina, representando 12% (CONAB, 2021a).

Em nível nacional, de acordo com o levantamento da Companhia Nacional de Abastecimento, a produção brasileira de soja, na safra de 2020/2021, foi de, aproximadamente, 135 milhões de toneladas, cerca de 8,9% superior a safra anterior. Em relação à área cultivada, o aumento entre as safras foi de 4,2%, totalizando área plantada de 38,5 milhões de hectares, na safra de 2020/2021. O Paraná ficou em segundo lugar no ranking brasileiro de produção de soja na safra 2020/2021, com uma produção de 19,8 milhões de

toneladas e uma produtividade média de 3.537 kg por hectare, atrás apenas do estado do Mato Grosso (CONAB, 2021b).

Historicamente o cultivo da leguminosa vem mostrando-se de suma importância para o agronegócio brasileiro e mundial e tornou-se amplamente difundida em função dos vários benefícios e utilizações do grão, principalmente como fonte proteica na alimentação humana e animal e, ainda, como fonte para derivados na produção industrial (CABANOS et al., 2021).

Segundo Lazzarotto e Hirakuri (2010), a soja apresenta em torno de 40% de proteína e 20% de óleo na sua composição, possibilitando, desta forma, o seu uso em diversos segmentos econômicos. Outro fator que respaldou a sua globalização foi sem a aquisição do seu status como “*commodity*” para comercialização mundial, o que desencadeou maior demanda e liquidez no cultivo da oleaginosa, impulsionando aumento das áreas produtivas e das tecnologias voltadas para o seu cultivo.

Entre as opções de cultivo, a soja se destaca em função da sua plasticidade e potencial de produção, sendo possível o seu cultivo tanto na 1º quanto na 2º safra. Contudo, com o rápido avanço das áreas cultiváveis com a cultura no Brasil, associado ao clima tropical e a possibilidade da realização de duas safras consecutivas, propiciou o surgimento de problemas fitossanitários como o aumento de plantas daninhas, insetos pragas e doenças que surgiram, causando danos econômicos e técnicos expressivos nas lavouras brasileiras. O que desencadeou no aumento dos custos de produção na mesma medida que houve o aumento de produtividade. Para reduzir tais impactos o país teve que adotar medidas de controle, como uso progressivo de herbicidas, inseticidas e fungicidas (CATTELAN, DALL’AGNOL, 2018).

No estado do Paraná, além do uso de produtos fitossanitários, outras medidas foram adotadas a fim de conter os danos ocasionados por estes problemas, destacando a adoção do vazio sanitário, que tem como objetivo reduzir a disseminação do agente causal da ferrugem asiática da soja, que por ser uma doença extremamente agressiva nas condições climáticas do país e do estado, fez com que a semeadura da oleaginosa tivesse um intervalo de cultivo após a safra de verão de, no mínimo, 90 dias coincidindo com o período da 2º safra no estado do Paraná (DALL’AGNOL, 2016; CATTELAN, DALL’AGNOL, 2018). Levando assim a um aumento no cultivo de milho na segunda safra e redução de soja neste período.

Contudo, apesar da redução do cultivo da soja na segunda safra, no estado do Paraná, em função do vazio sanitário, estudos contendo a cultura na segunda safra e arranjos com diversificação de espécies são necessários para verificar o melhor desempenho produtivo e

econômico da cultura nos diferentes períodos pensando em sistemas de rotação que sejam economicamente viáveis e sustentáveis e auxiliem o produtor rural na tomada de decisão perante a escolha dos arranjos produtivos a cada nova safra.

1.3 Aspectos gerais da cultura do milho

O milho está entre os principais cereais produzidos no mundo, sendo também utilizado, principalmente, na alimentação animal como fonte de energia e para o consumo humano, em diversos derivados (SOUZA et al., 2019). Além do seu uso crescente como biocombustível (CONTINI et al., 2019).

De acordo com Contini et al. (2019), no Brasil, o cereal é produzido em mais de dois milhões de propriedades rurais, distribuídas em praticamente toda extensão do país, em função das condições edafoclimáticas serem favoráveis para a cultura nas diferentes épocas de semeadura. Esse fator favoreceu o aumento da produção da cultura, bem como seu papel no agronegócio, tornando-se uma cultura com deslocamento geográfico e temporal de produção. Além disso, o autor destaca que o milho deve ser considerado uma cultura estratégica para a base da agricultura no país, visto que este pode ser utilizado em vários sistemas produtivos, seja em sucessão com a cultura da soja, em consórcios com outras espécies na Integração Lavoura-pecuária, ou ainda, em sistemas de rotação de culturas sob plantio direto, nos estados do sul do Brasil.

De maneira geral, no país, o milho pode ser cultivado em até três safras produtivas, e é considerado, assim como a soja, uma das principais *commodities* produzidas (CONAB, 2021a). Na primeira safra, a semeadura ocorre entre a primavera e o verão (setembro/dezembro), dependendo do zoneamento agrícola de cada região, e é colhido entre janeiro/abril. Já o cultivo de milho segunda safra, a semeadura se concentra entre os meses de janeiro a março (verão/outono) e a colheita ocorre entre os meses de maio a agosto (FRANCO et al., 2013; MATTOS, SILVEIRA, 2018; CONTINI et al., 2019; GAZOLA, 2021).

Porém, até os anos 90 o cultivo de milho no Brasil era predominantemente cultivado na safra de verão e apenas a partir desse período que houve redução progressiva do seu cultivo na primeira safra e aumento da segunda, tornando-se uma realidade propriamente dita

em 2011/2012, quando a produção da segunda safra da cultura ultrapassou pela primeira vez, a produção da safra de verão. Essa inversão de cultivo foi benéfica para o milho, pois reduziu a competição nos portos com a cultura da soja, favorecendo assim o aumento das exportações do cereal (FRANCO et al., 2013; CONTINI et al., 2019).

De acordo com Franco et al. (2013), outros fatores que beneficiaram o cultivo de milho na segunda safra foi o aumento no desenvolvimento e adoção de novas tecnologias no setor e nos sistemas produtivos e a elevada pressão de ferrugem asiática na soja nos meses de fevereiro/março a partir da safra 2001/2002, onde houve o surgimento da ferrugem nas lavouras brasileiras, que tornou a antecipação da semeadura de genótipos de ciclo mais curto e adaptados a região algo comum e indiretamente abriu um maior período de entressafra possibilitando assim, o cultivo do milho como segunda safra.

Para Mattos e Silveira (2018), a expansão da cultura do milho na segunda safra foi impulsionada também por três fatores principais. O primeiro fator foi a crescente demanda do grão após os anos 90 durante o ano agrícola e não apenas parte dele. Em segundo lugar, pelo aumento das exportações a nível mundial e nacional, que ao decorrer dos anos de 2011 até 2017 as exportações superaram 20% das operações mundiais, chegando à casa dos 900 milhões de bushels, em relação década de 90. E, por último, devido a a maior necessidade de ferramentas de marketing e redução de risco, que se tornaram essenciais no mercado brasileiro de milho.

No paraná, segundo Hubner (2010), inicialmente o cultivo do cereal na segunda safra foi adotado em regiões mais quentes do estado, ocasionando uma migração do milho cultivado na primeira safra para a segunda e,  medida que os agricultores foram observando que seu cultivo neste período era viável, tanto em produtividade quanto no âmbito econômico, este expandiu-se para as demais regiões do estado. Ainda de acordo com o autor, outros fatores que auxiliaram nessa transição foram a adoção da soja na primeira safra, maior disponibilidade do grão durante o ano e as escassas opções de culturas para o cultivo na segunda safra para o estado.

Mais recentemente outro fator que favoreceu o aumento do uso da cultura após o cultivo de verão foi a implantação do vazio sanitário pela Portaria da ADAPAR n 109/2015, de 19/06/2015 que proibiu a semeadura de soja na segunda safra e estabeleceu o cultivo da oleaginosa entre 16 de setembro a 31 de dezembro de cada ano, favorecendo, desta forma, o cultivo do cereal, que ganhou espaço expressivo na segunda safra.

Na safra 2019/2020 a produção total de milho no Brasil foi de 102.586,5 milhões de toneladas e a expectativa de produção para a nova safra é de 93,4 milhões de toneladas, cerca de 9% inferior à safra anterior. Essa redução na produção final esperada ocorreu em função do atraso na semeadura da segunda safra da cultura que foi acometida por déficit hídrico e frio intenso na fase de frutificação e enchimento de grãos, principalmente na região sul do país (CONAB, 2021a).

No estado do Paraná, devido as condições climáticas adversas, o cultivo de milho é dividido entre a primeira e segunda safra, sendo que a produção do estado na última safra foi de 15.735,8 milhões de toneladas, cerca de 15% da produção nacional, e 74% desta produção foi produzida na segunda safra (SEAB, 2021).

Apesar da grande expansão do cultivo de milho a nível nacional e estadual, muitos são os problemas enfrentados pelos produtores, especialmente na segunda safra, onde além dos problemas fitossanitários, as adversidades climáticas são mais frequentes e podem trazer grandes prejuízos. Como é o caso da atual safra (2020/2021), onde o baixo regime de chuvas na fase inicial da cultura, em março e abril, na maioria das regiões do estado do Paraná, reduziu o estande de plantas e o desenvolvimento inicial, que afetou diretamente parte do potencial produtivo das lavouras de milho na segunda safra. Já na fase vegetativa e início da fase reprodutiva as ocorrências de ventos fortes, nas poucas precipitações registradas nesse período, ocasionaram o acamamento de diversas lavouras, comprometendo ainda mais o rendimento da cultura. Já o frio intenso com formação de geadas, na maior parte do estado, também afetou o desenvolvimento da cultura que já se encontrava na fase reprodutiva. E aliado a estes fatores climáticos, muitas das lavouras também foram severamente danificadas pelo enfezamento, doença transmitida pela cigarrinha do milho (*Dalbulus maidis* DeLong & Wolcott) (CONAB, 2021a).

Desta forma evidencia-se a importância da cadeia produtiva da cultura do milho e a adoção de sistemas produtivos que tragam ao produtor rural menores riscos produtivos e econômicos, a fim de manter a oferta do cereal no mercado e garantir a lucratividade dos agricultores que optam pelo seu cultivo.

1.4 Aspectos gerais da cultura do feijão

Assim como a soja, o feijão é uma importante leguminosa produzida nos países da América do Sul, especialmente os de clima tropical, como é o caso do Brasil, sendo que o país é um dos principais produtores da cultura no mundo, em função do seu grão ser um produto de grande representatividade como fonte nutritiva para a alimentação humana e, por isso, é muito utilizado como alimento em programas de segurança alimentar para países em desenvolvimento e como alternativa para propriedades de pequeno porte (CONAB, 2019; ANTOLIN et al., 2021).

O feijão é consumido em todas as regiões do país e, associado ao arroz, está presente na mesa de diversas classes sociais, sendo importante fonte de proteínas, ferro e carboidratos. Importante destacar que o feijão ainda pode ser utilizado para a alimentação animal, embora a sua utilização seja mais focada para a alimentação humana (MORAES, MENELAU, 2017).

Dentre as suas classificações, a mais usual é pela coloração do tegumento, sendo dividido em 3 categorias, feijão preto, feijão de cores e feijão-caupi. Em termos produtivos, o feijão de cores representa cerca de 60% da produção nacional, o feijão-caupi 25% e o feijão preto representando apenas 15% (CONAB, 2021a).

Em relação à distribuição da produção agrícola de feijão no Brasil, de acordo com Souza e Wander (2014), o feijão-comum é cultivado principalmente nas regiões Centro-oeste, Sudeste e Sul do país, enquanto que no Nordeste a predominância é do cultivo de feijão-caupi. Ainda de acordo com os autores onde se produz feijão-comum a produção de feijão-caupi é inexpressiva, sendo o inverso verdadeiro.

Até a década de 70, o feijão no país era produzido basicamente em duas safras agrícolas (CONAB, 2019), contudo, de acordo com Silva e Wander (2013), mais recentemente, em função da sua grande importância na culinária brasileira, os produtores de feijão buscaram a sua inserção no cultivo associado a outras culturas, principalmente em sistemas de rotações ou, ainda, em sucessão a culturas como a soja e milho, a fim de buscar melhores resultados no âmbito econômico, como maior lucratividade e maior valor agregado do grão; no âmbito social, com o aumento da oferta do grão como fonte alimentar e aumento na oferta de trabalho. Já no âmbito ambiental, com o uso racional dos insumos e recursos naturais.

Atualmente, no país, o cultivo da cultura em até três safras é possível devido ao seu ciclo rápido (80 a 90 dias da emergência a colheita) e as condições climáticas de algumas regiões, onde a ocorrência de geadas ou frio excessivo é de baixa frequência. Vale ressaltar que o cultivo da terceira safra foi viabilizado devido ao aumento tecnológico e comercial da cultura que, com o advento de sistemas de irrigação como pivô central, em algumas regiões, permitiu-se a realização de uma nova safra de feijão (CONAB, 2019). Desta forma, seu cultivo pode ser realizado na maior parte do país, principalmente na região Sul, Sudeste e Centro-Oeste, e em algumas regiões do Nordeste e Norte. O nível tecnológico e de investimento varia entre as regiões produtivas do país, que vai desde a produção de subsistência até os cultivos mais aprimorados e tecnológicos, como é o caso da terceira safra, que geralmente é produzida em sistemas contendo pivô central nos meses de outono/inverno, onde não tem redução de temperatura, mas ocorre a redução do regime de chuvas (SOUZA, WANDER, 2014).

A primeira safra ou também chamada da “safra das águas” é cultivada principalmente nas regiões Sul e Sudeste, com semeadura realizada entre os meses de agosto e dezembro e colhido entre os meses de dezembro a março. A semeadura da segunda safra, por outro lado, ocorre nos meses de janeiro a abril e a colheita é geralmente realizada nos meses de abril a julho, sendo comumente chamada de “safra das secas”. A terceira safra denomina-se como safra de inverno, onde seu cultivo é realizado praticamente sob irrigação com pivôs, com início nos meses de maio a julho e finalizada entre os meses de julho e outubro (SILVA, WENDER, 2013; SOUZA, WANDER, 2014; CONAB, 2021a).

No estado do Paraná, o feijão, assim como as demais culturas, pode ser cultivado em três safras produtivas, embora a terceira safra somente é realizada em algumas microrregiões específicas como, Maringá, Londrina, Umuarama, Cornélio Procópio e Jacarezinho. Já nas demais regiões o cultivo ocorre basicamente na 1ª e 2ª safra. A produção na primeira safra muitas vezes é utilizada para produção de sementes salvas, visando o cultivo mais expressivo na segunda safra. Fato este evidenciado através da área cultivada que na primeira safra de 2020/2021, para a região do experimento, foi de apenas 2.910 hectares, enquanto que na segunda safra a área aumentou para 38.950 hectares (SEAB, 2021).

Na segunda safra, o zoneamento para o cultivo de feijão no Paraná se estende um pouco mais que o zoneamento do milho segunda safra, podendo ser cultivado até o dia 10 de março, com custeio e Proagro. Apesar de também apresentar suscetibilidade de perdas por

danos de geada, a possibilidade de custeio associado ao seguro agrícola tem motivado os produtores rurais a adotarem o seu cultivo. Importante que o planejamento dos sistemas de produção possibilite o seu cultivo dentro do mês de fevereiro, a fim de reduzir riscos de perdas por danos de geada.

Diante desse cenário, a cultura do feijão apresenta uma vantagem em relação ao cultivo de outras espécies, como soja e milho, visto que o produtor rural tem uma janela de cultivo maior para a produção de outras espécies em sucessão, podendo ser realizado até três safras no ano agrícola (CONAB, 2021a). Fato este diferente do milho, por exemplo, que por ter um ciclo maior, apresenta uma janela menor para cultivos em sequência.

O mercado da cultura do feijão é muito dinâmico e, por este motivo, os preços apresentam-se instáveis durante o ano. As condições climáticas adversas são os principais fatores de instabilidade dos preços da cultura e rege o mercado interno no Brasil (CONAB, 2019).

Fato este observado na atual safra, em que se estima uma redução de 6,6% na produção total de feijão, que, de acordo com o 10º levantamento da safra 2020/2021 (CONAB, 2021a), o país deve produzir cerca de 3 milhões de toneladas. Essa redução na produção total ocorreu em razão das baixas produtividades obtidas pela cultura, aproximadamente 7% menor que a produtividade obtida na safra anterior, ocasionada principalmente no cultivo de feijão segunda safra, que foi acometido por estresse hídrico durante quase todo o seu ciclo.

De acordo com as projeções realizadas pela Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (2012), o Brasil, na safra de 2021/2022, alcançaria uma produção de feijão de, aproximadamente, 4,7 milhões de toneladas, cerca de 25% maior que a produção obtida na safra de 2010/2011, sendo que a produtividade cresceria em torno de 22%. Já a área semeada com a cultura passaria de 4 milhões de hectares para 4,1 milhões de hectares, percentualmente 22,5% superior a safra de 2010/2011.

Em relação à área cultivável com a cultura, segundo a CONAB (2021a) na última safra chegou quase bater as casas de 3 milhões de hectares, muito abaixo do previsto pela Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (2012). Indicando que, provavelmente, esses dados não chegam a ser atingidos caso a área de cultivo não for elevada e se as adversidades climáticas se mantiverem para o próximo ano.

O que vai de encontro com o trabalho realizado por Antolin et al. (2021), que

avaliaram o impacto da disponibilidade de feijão comum no Brasil em cenários de mudanças climáticas e verificaram que na região centro-oeste, embora exista uma expectativa de aumento na produtividade em ambos os cenários estudados, os autores verificaram que os riscos projetados podem chegar a 25% e, na região sul do Brasil, este percentual pode variar de 5 a 22%. De acordo com os autores, isso leva a uma interpretação de que os aumentos nas produções futuras dependerão muito do crescimento das áreas cultiváveis com a cultura e do gerenciamento para otimizar o potencial de rendimento de grãos, técnica está muito usual em países em desenvolvimento afetados pelas adversidades climáticas.

Nesse contexto, verifica-se a importância da utilização da cultura em sistemas de rotação, a fim de aumentar as áreas de cultivo e a produção do grão, aquecendo desta forma, o mercado e a oferta da cultura que é de extrema importância para a manutenção da segurança alimentar no país.

1.5 Aspectos gerais do uso de plantas de cobertura

O uso de plantas de cobertura é uma realidade já descrita na agricultura da Grécia antiga, onde tinha como objetivo melhorar o desempenho das culturas subsequentes. Contudo, a partir dos anos 1970, com a adoção dos fertilizantes minerais e sua facilidade de aplicação, o uso de plantas de cobertura teve forte declínio. Na década de 90, com a visão de agricultura sustentável e redução dos impactos ambientais, o uso das plantas de cobertura ressurgiu como prática alternativa nos sistemas de produção (LEAL et al., 2005) e persiste até os dias atuais.

De acordo com Alvarenga et al. (2001) e Bettiol et al. (2015), as plantas de cobertura podem ser classificadas quanto a sua decomposição, rápida ou lenta. As leguminosas, em sua constituição, possuem maior quantidade de N oriundo da fixação biológica, por isso possuem uma relação C/N baixa e taxa de decomposição rápida. Já as gramíneas possuem decomposição lenta, relação C/N alta e, conseqüentemente, menor N depositado na sua biomassa. Um exemplo disso é a palhada de crotalária e lablab, que possuem rápida decomposição em comparação com a palhada de milho e *Urochloa*.

Dentre os benefícios do uso das plantas de cobertura destacam-se a ciclagem de nutrientes, FBN, aumento da matéria orgânica e carbono no solo (LEAL et al., 2005;

BALOTA et al., 2014; QIAN, et al., 2015; KIM, et al. 2020; ADETUNJI, et al., 2020; HOUSMAN et al., 2021), controle de nematóides (SILVA et al., 2018), proteção superficial do solo pela produção de palhada (LIMA et al., 2009) e redução da infestação de plantas daninhas (DONEGA, SANTOS, 2015), como a buva (*Coniza bonarensis* L. Cronquist) e o capim amargoso (*Digitaria insularis* L. Fedde), que são consideradas de difícil controle (LAMEGO et al., 2013).

Em termos ambientais, os benefícios do uso de plantas de cobertura são diversos como por exemplo, nas leguminosas ocorre baixa emissão de óxido nitroso, baixo risco de lixiviação e contaminação por nitrato nos solos e mananciais e ainda, tem o fornecimento de nitrogênio para as culturas subsequentes (RECKLING et al., 2016), reduzindo assim o uso de fertilizantes minerais.

No âmbito econômico, Roth et al. (2018) verificaram que o uso de plantas de cobertura apresentou-se como o método mais viável economicamente em relação ao custo anual de conservação de nitrogênio, quando comparado com outros métodos físicos, como pântanos, biorreatores e valas, os quais demandam alto investimento inicial e não permitem a utilização do N que pode ser perdido para o ambiente.

Em relação ao posicionamento das plantas de cobertura no campo estas podem ser utilizadas tanto na primeira, quanto na segunda e terceira safra, sendo que a última também é geralmente chamada de entressafra ou safra de inverno. Contudo, o seu uso na primeira safra é menos difundido em função de competir com o cultivo das culturas comerciais, fato que também ocorre em algumas áreas da segunda safra. Já na entressafra, a sua utilização é mais usual entre os agricultores especialmente nos estados do Sul do Brasil, onde as baixas temperaturas muitas vezes restringem o leque de culturas. Contudo, o cultivo de plantas de cobertura pode ser incluído sem que afete os sistemas de produção existentes, principalmente nas entressafras e nas áreas que comumente ficam em pousio, como por exemplo na região do estudo, a entressafra de soja-trigo, que varia de 70 a 90 dias entre os meses de final de fevereiro a final de maio, visto que essa época está fora do zoneamento de cultivo de milho segunda safra, o que acaba por resultar em um período sem cultivo de plantas comerciais (ADAMI et al., 2020). Por esse motivo, nos últimos anos, muitos produtores têm começado a adotar plantas de cobertura como milheto, nabo, trigo mourisco, ou ainda, misturas de espécies como milheto e nabo, etc.

Nas demais regiões do estado do Paraná, Franchini (2011) relata a viabilidade do uso

de gramíneas tropicais em sistemas de sucessão e/ou rotação com a soja, como o norte e oeste do estado. Segundo o autor, nessas regiões, os produtores começaram a implantar as plantas de cobertura com o intuito principal de elevar a produção de palhada e promover melhorias na qualidade do solo e ainda, ter a possibilidade do uso como fonte alimentar para os animais. Fato este que favoreceu o uso do gênero *Urochloa* devido, principalmente, pela facilidade de manejo das espécies para o cultivo de soja como cultura sucessora.

No caso das culturas de cobertura de inverno, o seu cultivo é também muitas vezes realizado como técnica para reduzir ou ainda, minimizar danos pela erosão dos solos, realizar a ciclagem de nutrientes nas diferentes camadas e servir como cobertura do solo, evitando a perda de água no sistema. Porém, nem todos os agricultores conhecem os reais benefícios do uso destas culturas e, por este motivo, uma parte significativa das áreas no Brasil utilizadas para a produção de culturas comerciais no verão permanecem em pousio durante o período de inverno. De acordo com os autores, o desconhecimento dos benefícios do uso das plantas de cobertura para a melhoria na capacidade produtiva do solo e a inexistência de trabalhos que quantifiquem estes benefícios são os principais fatores pela não adoção ao seu cultivo (BALOTA et al., 2014).

Comparativamente ao pousio, maior biomassa microbiana e maior eficiência no uso de C pela comunidade microbiana do solo sob o cultivo de plantas de cobertura de inverno foi observada pelos autores supracitados, onde verificaram que o cultivo de leguminosas no inverno em sistemas de rotações de culturas torna-se essencial, especialmente em solos de climas tropicais, em função do grande potencial de fixação biológica de nitrogênio (FBN), que além de contribuir para a fertilidade do solo também promovem o equilíbrio nas reservas de C orgânico no solo.

Segundo Franchini (2011), o cultivo de soja em áreas anteriormente ocupadas por forrageiras tropicais no outono/inverno, consorciadas com milho ou cultivadas isoladamente, promoveram o aumento na produtividade de soja, em função do aumento da cobertura vegetal, menor erodibilidade do solo, menor infestação de plantas daninhas, equilíbrio na temperatura do solo e menor perda de água no sistema. Quando comparado com o cultivo de milho segunda safra, o cultivo das plantas de cobertura promoveu um volume de resíduos que permaneceram por um período mais longo no solo e levou indiretamente, aos benefícios anteriormente citados.

Além do seu cultivo em lavouras solteiras, as plantas de cobertura podem ser

utilizadas em consórcios com culturas comerciais, como por exemplo, milho consorciado a *Urochloa* ou ainda, com outras plantas de cobertura, como é o caso dos mix de plantas. O uso em lavouras solteiras ou consorciadas vai depender muito do objetivo do produtor, caso este seja uma mescla entre produção de biomassa e fornecimento de nutrientes, o uso associado de gramíneas com leguminosas torna-se uma alternativa interessante (BETTIOL et al., 2015; MICHELON et al., 2019).

Portanto, o uso de plantas de cobertura associado à rotação de culturas, de acordo com Balota et al. (2014), é de grande importância para manejos conservacionistas em sistemas de cultivo, que podem auxiliar na disponibilização de nutrientes, aumentar a faixa de enraizamento das culturas, a quantidade e a qualidade da palhada como resíduo para o solo e aumento nas comunidades microbianas e sua atividade no solo. Tornando-se uma importante ferramenta para implantação em parte das áreas cultiváveis de segunda safra ou entressafra buscando assim, melhorias nas propriedades, físicas, químicas e biológicas do solo e melhor controle de plantas daninhas.

Contudo, a baixa adoção no uso das plantas de cobertura pelos produtores rurais não é pelo desconhecimento dos vários benefícios ambientais e potenciais obtidos com o uso das plantas de cobertura, mas sim em função de quesitos econômicos (ROTH et. al., 2018), como preço, custo de produção e adequação dentro dos sistemas agrícolas existentes (LEAL et al., 2005), ou ainda, por não conseguir mensurar esses benefícios em termos econômicos, como por exemplo, quantos reais por hectare representa o aumento da macroporosidade do solo em função do uso de plantas de cobertura? Quantos reais por hectare o produtor pode reduzir dos custos de produção de investir em insumos pelo uso das plantas de cobertura?

Neste contexto, trabalhos que respaldem tais perguntas e elucidem os reais benefícios promovidos pelas plantas de cobertura são necessários, a fim de alavancar o uso e adoção destas em sistemas de produção de grãos.

1.6 Viabilidade econômica de sistemas de produção

Um ambiente de grandes mudanças e competitividade é o que define o agronegócio brasileiro atual, uma vez que a lucratividade e o retorno econômico garantido é a busca incessante pelos produtores rurais, seja pela redução de custos ou ainda, pelo aumento da produtividade e retorno econômico de suas atividades (CHAVES et al., 2010).

A viabilidade e lucratividade dos sistemas de produção dentro de uma propriedade agrícola é o principal fator econômico a ser levado em consideração pelos agricultores, visto que é um indicador se o produtor está ou não tendo retorno lucrativo sobre o seu investimento. Todavia, não é tarefa fácil, pois muitos são os fatores que podem influenciar no retorno econômico de um sistema, tanto de forma direta e indiretamente. De forma direta destaca-se os custos de produção que devem ser previstos, quantificados e monitorados durante todo o processo de cultivo (MELO, SILVA, ESPERANCICNI, 2012).

De acordo com Oro et al. (2009), todo e qualquer investimento tem como finalidade o retorno financeiro e, por isso, a lucratividade é fundamental, já que nenhuma empresa ou propriedade rural consegue manter-se com retornos negativos. Desta forma, a lucratividade é a base para a continuidade das atividades agrícolas a longo prazo.

Nesse sentido, a tomada de decisão dos produtores deve ser baseada em uma gestão financeira que permita ser econômica e sustentavelmente viável, sendo de suma importância o levantamento e as avaliações econômico-financeiras dos sistemas produtivos e suas respectivas atividades agrícolas (BAUMGRATZ et al., 2017).

Grande quantidade de informações faz parte da análise econômica de uma propriedade ou atividade agrícola que, quando analisadas conjuntamente permitem o produtor rural ter decisões mais coerentes em relação ao rumo econômico a ser adotado. Porém, são inúmeras as limitações no dia-a-dia, que vão desde a organização de dados e a estrutura do produtor rural, que acabam por muitas vezes a afetar negativamente todo o processo de análise ou, ainda, resultam em dados que não condizem com a realidade. Por isso, o processo de tomada de decisão torna-se, na maioria dos casos, baseado em experiências, intuição e criatividade do que através de metodologias específicas e de cunho científico (CHAVES et al., 2010).

De forma geral, as tomadas de decisão são realizadas pensando no retorno imediato, a curto prazo, na safra, em função da constante necessidade de capitalização por parte dos produtores. No caso de atividades agrícolas, como o cultivo de culturas anuais, o planejamento depende muito das condições ambientais, especialmente condições de umidade do solo para semeadura, no entanto, muitas vezes o produtor, mesmo em condições ruins de ambiente, efetua a semeadura, uma vez que o seu atraso compromete o planejamento e a época da semeadura da segunda safra de verão. Isso gera frustrações e muitas vezes a soma do retorno de duas safras pode ser até menor que de uma safra apenas, bem-feita. Ainda, semeadura tardias, em final de zoneamento ou até mesmo fora do zoneamento, aumentam os riscos de perdas por geadas, o que podem agravar a questão econômica do produtor (OLIGINI et al., 2021).

Desta forma, a pesquisa é uma ferramenta interessante que oportuniza ao produtor respostas e resultados que podem ser utilizados para a tomada de decisão do melhor sistema de produção a ser adotado.

Na literatura encontram-se alguns trabalhos referentes à utilização de sistemas de sucessão e rotação de culturas como o de Mello (2015), que analisando a viabilidade econômica de sistemas de rotação versus sistemas de sucessão de culturas, utilizando o cultivo de soja verão e plantas de cobertura em três safras produtivas, verificou que o uso da rotação obteve índices de lucratividade de 74,4%, 94,9% e 29,6% superior a sucessão.

Resultados importantes também foram observados por Volsi et al. (2020), em um estudo realizado no noroeste do estado do Paraná com rotação de culturas incluindo soja, milho, feijão, cultivares de trigo, aveia preta, canola, cártamo, centeio, crambe, nabo forrageiro, sorgo, tremoço, trigo mourisco e triticale, verificou que o sistema de rotação que continha maior número de espécies diferentes foi o que apresentou maior lucratividade em 3 safras estudadas.

Fato este que vai de encontro também com os resultados encontrados por Volsi et al. (2021), onde verificaram que os sistemas de produção mais diversificados foram os que apresentaram maior lucratividade em relação ao sistema de sucessão soja/milho, que segundo os autores, apesar do custo variável ser elevado, este foi compensado pela maior receita obtida no sistema.

E ainda, encontram-se alguns trabalhos utilizados avaliando sistemas de sucessão soja-milho como o de Battisti et al. (2020), que observaram a partir de um levantamento

considerando o rendimento de 35 safras (1981 á 2015) uma lucratividade da sucessão de R\$7.400,00 ha⁻¹ para a região do centro-oeste do Brasil e de Oligini et al. (2021) que em um estudo de viabilidade econômica da sucessão soja/milho em diferentes épocas de semeadura no sudoeste do Paraná, verificaram um LO médio de R\$ 8.771.35 ha⁻¹ para a sucessão quando somados os anos safras de 2016 e 2017.

Nesse contexto, percebe-se que a pesquisa pode, através dos resultados e discussão, ajudar na tomada de decisão, aliando ganhos econômicos e sustentabilidade ambiental dentro da propriedade rural.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido a campo na Estação Experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos, localizada a 25° 33' Sul e 51° 29' Oeste, a uma altitude média de 530 m. Segundo a classificação de Köppen, a região é classificada como Cfa, subtropical úmido e a temperatura média do mês mais quente é maior que 22°C e do mês mais frio, menor que 18°C e a precipitação média anual é de 2029 mm (IAPAR, 2021).

O tipo de solo é classificado como Latossolo Vermelho Distroférico, com textura argilosa e relevo suave (BHERING et al., 2009). A área onde se localiza o experimento (Figura 1 e 2) vem sendo manejada com sistema de plantio direto desde a década de 90, com adoção de sistema de rotação de culturas e práticas conservacionistas de manejo de solo, como a adoção de terraço base larga.

Figura 1 – Imagem da área experimental em 2018 (à esquerda), antes do início do



estabelecimento do experimento e em 2019 com o experimento estabelecido (à direita). Dois Vizinhos, 2021.

Fonte: Autora, 2021.

Figura 2 – Distribuição das 12 parcelas principais na primeira safra que compõe as três repetições de cada um dos 4 sistemas de produção e as subparcelas na segunda safra.



Fonte: Autora, 2021.

As características químicas do solo de 0-10 e 10-20 cm foram determinadas antes da instalação do experimento e estão descritas na Tabela 1.

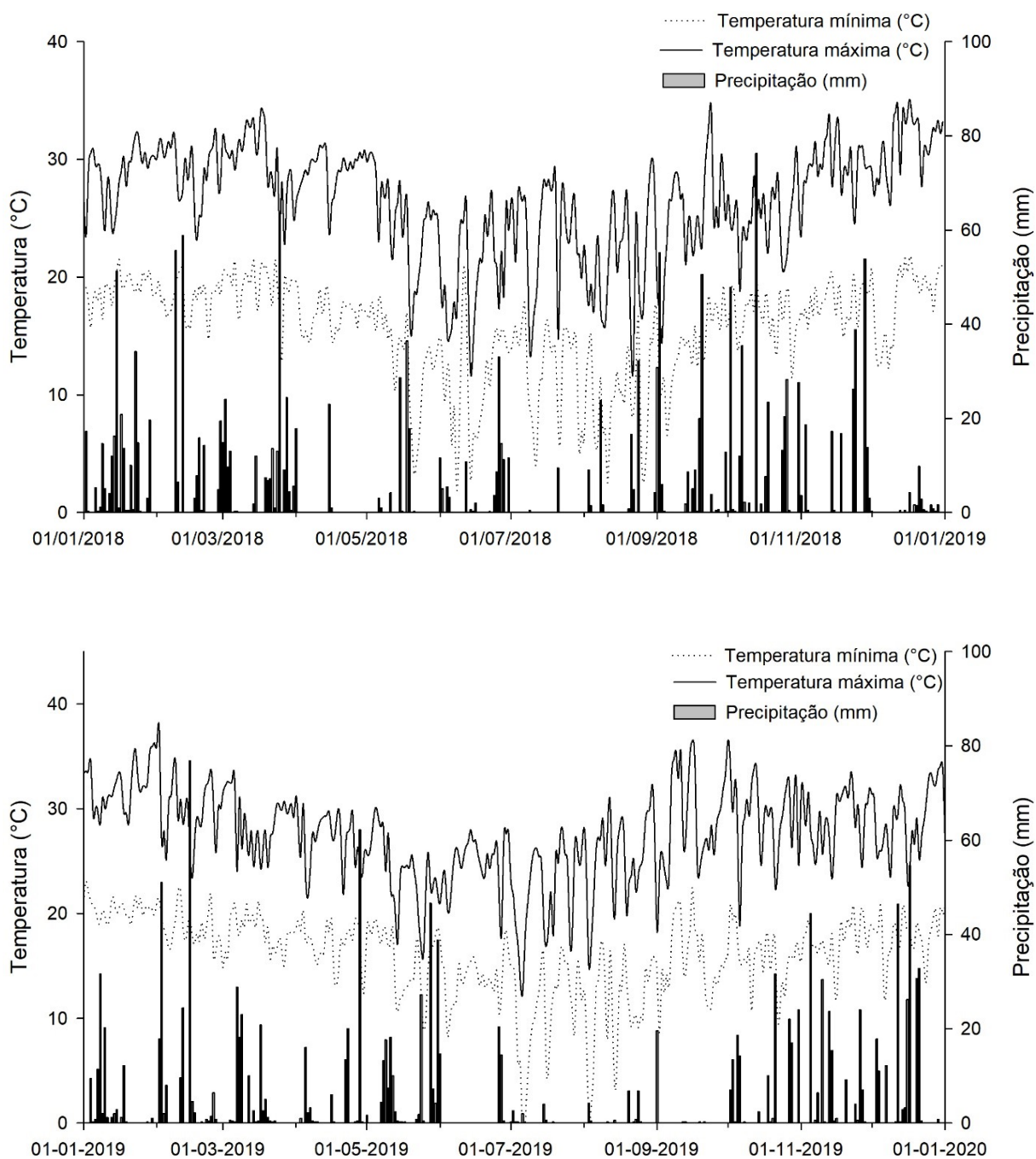
Tabela 1 – Resumo das análises químicas do solo (0 – 10 cm e 0 – 20 cm) nas áreas de realização dos estudos. Dois Vizinhos, 2021.

Camada	cmol _c dm ⁻³									
	MO (gdm ⁻³)	P (mgdm ⁻³)	pH CaCl ²	K	H + Al	Ca	Mg	SB	CTC	
0-10 cm	42,89	17,52	5,4	0,58	3,97	6,4	2,0	8,98	12,95	
10-20 cm	36,19	9,73	5,1	0,38	4,61	5,7	2,6	8,68	13,29	

Fonte: Laboratório de Análise de Solos da UTFPR - câmpus Pato Branco (2018).

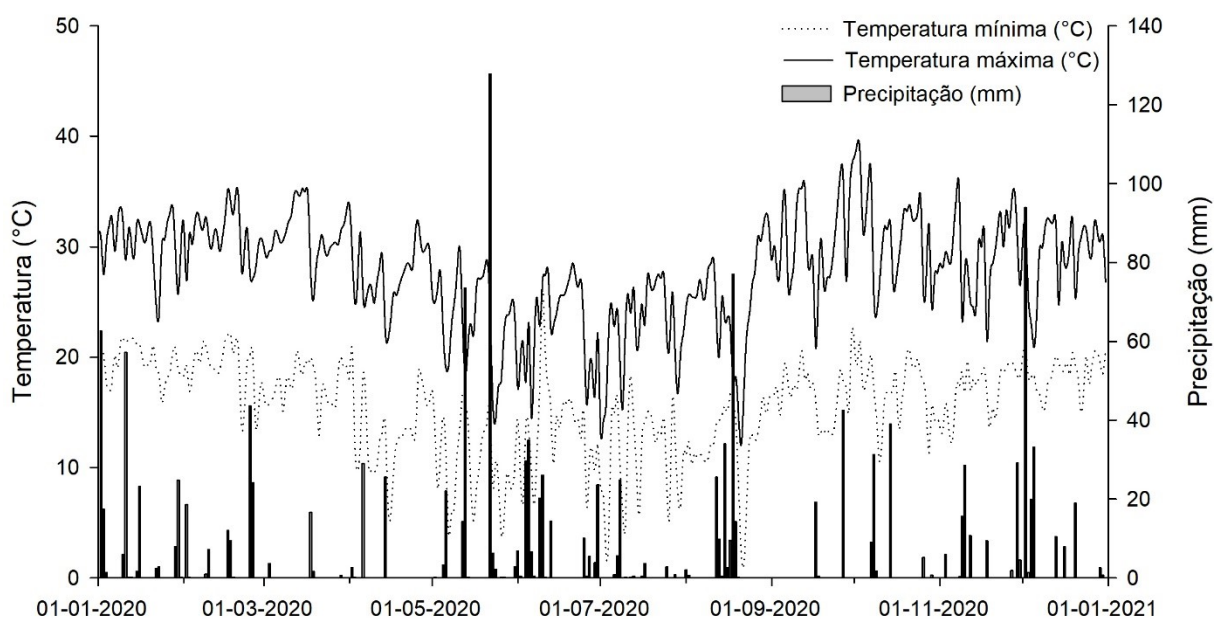
Os dados climáticos referentes à precipitação pluviométrica, temperatura mínima e máxima mensal, durante a condução do experimento, foram obtidos na estação meteorológica de observação de superfície convencional do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) localizada no município de Dois Vizinhos-PR, na área pertencente à Universidade Tecnológica Federal do Paraná (Figuras 3 e 4).

Figura 3 – Precipitação em milímetros e variação de temperatura para os períodos de janeiro de 2018 a janeiro de 2019 e janeiro de 2019 a janeiro de 2020 para o município de Dois Vizinhos – Paraná.



Fonte: Inmet (Instituto nacional de meteorologia) 2021.

Figura 4 - Precipitação em milímetros e variação de temperatura para o período de janeiro de 2020 a janeiro de 2021 para o município de Dois Vizinhos – Paraná.



Fonte: Inmet (Instituto nacional de meteorologia) 2021.

3.2 Delineamento experimental

Trata-se de um experimento perene, que se iniciou em setembro de 2018 na safra de verão, o qual conta com 4 sistemas de produção, sendo dois de sucessão de culturas e dois sistemas de rotação de culturas, incluindo na segunda safra de verão 6 estratégias diferentes de manejo, com o uso de plantas com viés grãos e viés de plantas de cobertura, totalizando 24 diferentes arranjos produtivos (Tabela 2). Foi adotado o delineamento experimental de blocos ao acaso, com três repetições. A parcela principal (12 ao todo) é representada pelo cultivo da primeira safra dentro de cada ano agrícola e as sub-parcelas (72 ao todo) pela segunda safra com plantas de interesse comercial ou plantas de cobertura. Ressalta-se que para este estudo, foram utilizados dados de dois anos/safras agrícolas (safra 2018/19; 2019/20), mas que o experimento se mantém a campo com intenção de análise para os próximos 30 anos (Tabela

2).

Tabela 2 – Espécies utilizadas nos 4 sistemas de produção de grãos ao longo do período de dois anos agrícolas (2018/2019 e 2019/2020). Dois Vizinhos, 2021.

Sistemas	Tratamentos	Ano 1		Ano 2			
		Parcela principal	Sub-parcela Entressaфра	Parcela principal	Sub-parcela Entressaфра		
1	1	Milho	Soja	Av + Nabo*	Milho	Soja	Av + Nabo
	2		Feijão	Av + Nabo		Feijão	Av + Nabo
	3		Crotalária	Av + Nabo		Crotalária	Av + Nabo
	4		Lablab	Av + Nabo		Lablab	Av + Nabo
	5		Milheto	Av + Nabo		Milheto	Av + Nabo
	6		Urochloa	Av + Nabo		Urochloa	Av + Nabo
	7		Feijão	Aveia		Feijão	Aveia
2	8	Soja	Milho	Aveia	Soja	Milho	Aveia
	9		Crotalária	Aveia		Crotalária	Aveia
	10		Lablab	Aveia		Lablab	Aveia
	11		Milheto	Aveia		Milheto	Aveia
	12		Urochloa	Aveia		Urochloa	Aveia
	13		Soja	Av + Nabo		Soja	Av + Nabo
3	14	Feijão	Milho	Av + Nabo	Milho	Feijão	Av + Nabo
	15		Crotalária	Av + Nabo		Crotalária	Av + Nabo
	16		Lablab	Av + Nabo		Lablab	Av + Nabo
	17		Milheto	Av + Nabo		Milheto	Av + Nabo
	18		Urochloa	Av + Nabo		Urochloa	Av + Nabo
	19		Crotalaria	Trigo		Feijão	Av + Nabo
4	20	Soja	Urochloa	Trigo	Soja	Milho	Av + Nabo
	21		M+C*	Trigo		Urochloa	Av + Nabo
	22		Milheto	Trigo		M + C + U*	Av + Nabo
	23		Lablab	Trigo		Crotalaria	Av + Nabo
	24		Pousio	Trigo		Lablab	Av + Nabo

* Av + Nabo – consórcio aveia + nabo. * M + C (Milheto + Crotalária) * M + C + U (Milheto + Crotalária + Urochloa. Fonte: Autora, 2021.

3.3 Implantação e condução do experimento

A implantação das parcelas foi realizada com o uso de uma semeadora - adubadora de arrasto hidráulica da marca SEMEATO® modelo SHM 11/13, composta por 5 linhas e acoplada a um trator John Deere® 5605.

A área destinada às parcelas, subparcelas e bordaduras ocupou cerca de 3 ha, sendo que cada parcela principal mede em torno de 56 metros de comprimento e 40 metros de largura, totalizando 2240 m². Já as subparcelas compreenderam quatro passadas de semeadora, sendo 9 metros de largura por 56 metros de comprimento, o que totaliza 252 m² para as plantas com viés grão e duas passadas de semeadora para as plantas de cobertura. O espaçamento entre as parcelas principais é de 10 metros de largura, a fim de facilitar as manobras do conjunto trator – semeadora. O espaçamento entre linhas adotado para a cultura da soja, milho e feijão foi o de 0,45 metros com profundidade de semeadura entre 3 e 4 cm. Para a cultura do trigo e as plantas de cobertura utilizou-se espaçamento de 17 cm entre linhas.

A semeadura das culturas de grãos (soja, milho, feijão, trigo) foi realizada conforme zoneamento agrícola das culturas, ocorrendo em alguns momentos a antecipação em alguns dias em função das boas condições de ambiente para semeadura (Ex: antecipação do milho devido as boas condições de umidade do solo). Em relação aos ciclos vegetativos das espécies, foram utilizados os melhores genótipos disponíveis no mercado. Como buscou-se cultivar uma segunda safra de verão, optou-se por materiais de ciclo precoce ou superprecoces posicionados dentro de uma época ideal de cultivo. Por exemplo, cultivar de soja de grupo de maturação 5.4, semeada no final de setembro - início de outubro, melhor período para crescimento e desenvolvimento da soja na região. Em síntese, buscou-se adotar um nível intermediário de manejo, para não favorecer um sistema em detrimento do outro.

As cultivares de soja utilizadas no verão do primeiro ano foi Nidera 5445IPRO® para os sistemas 2 (semeadura 21/09/2018) e 4 (semeadura 23/10/2018) e na safra 2019/2020 optou-se pela utilização das cultivares Pioneer 95R90IPRO® (sistema 2) e Pioneer

95R51IPRO® (sistema 4) com semeadura realizada nos dias 13 de setembro e 11 de outubro de 2019, respectivamente. No posicionamento das cultivares, considerou-se o material mais cultivado na região para ambiente com elevado potencial produtivo, bem como um ciclo que conseguisse otimizar a produtividade na safra, possibilitando também o cultivo da segunda safra de verão. A semeadura ocorreu nos dias 01 de fevereiro (sistema 01), 03 de janeiro de 2019 (sistema 3) e 24 de janeiro de 2020 (sistemas 1 e 3) na segunda safra. A cultivar de soja semeada foi TMG 7062IPRO® para ambos os anos estudados. Isso por ser um material com grupo de maturação 6.2 e apresentar maior potencial de rendimento na segunda safra.

Para o milho, no verão, foi utilizado o híbrido Pioneer 30F53VYHR® com semeadura realizada no dia 30 de agosto, para ambos os sistemas utilizados (sistema 1 e 3) e anos safras. Vale ressaltar que, no sistema 3, a cultura do milho foi utilizada somente na safra 2019/2020, pois na safra anterior utilizou-se a cultura do feijão. No primeiro ano, a semeadura de milho na segunda safra ocorreu nos dias 01 de fevereiro (pós-soja) e 03 de janeiro de 2019 (pós-feijão) respectivamente. O híbrido Pioneer 3380HR® foi semeado na segunda safra em ambos os sistemas no primeiro ano de estudo, enquanto que, para o segundo ano utilizou-se o híbrido P3754PWU com plantio realizado nos dias 24 de janeiro e 18 fevereiro de 2020 (sistemas 2 e 4).

A semeadura de feijão na primeira safra (2018/2019) foi realizada no dia 26 de setembro de 2018 (sistema 03), sendo utilizado a cultivar ANFC09®. Já na segunda safra, a cultivar escolhida foi ANFC110® com semeadura realizada no dia 01 de fevereiro de 2019 (sistemas 1 e 2). No último ano de avaliação o feijão foi semeado apenas na segunda safra, mas em todos os sistemas estudados. O plantio ocorreu nos dias 24/01/2020 para os sistemas 1, 2 e 3 e 18/02/2020 para o sistema 4. As diferenças entre épocas de semeadura ocorrem em função dos distintos arranjos entre os sistemas de produção. Soja cultivada após trigo, automaticamente atrasa a semeadura do feijão na segunda safra. Conforme mencionado anteriormente, a época de semeadura e cultivares utilizadas seguiu o que é realizado pela maior parte dos produtores na região de estudo, a fim de representar a realidade regional.

As plantas de cobertura foram semeadas após a colheita das culturas de verão com taxa de semeadura de 20 kg ha⁻¹ de Crotalária e Milheto, 12 kg ha⁻¹ de Urochloa e 35 kg ha⁻¹ de Lablab. Os sistemas 1, 2 e 3 receberam as plantas de cobertura de forma isolada, ou seja, cada planta de cobertura em uma subparcela, enquanto que no sistema 4 optou-se também pela implantação de mix de plantas de cobertura associado ao uso destas isoladamente. No

primeiro ano de estudo, utilizou-se o mix de Milheto + Crotalária ($14 + 6 \text{ kg ha}^{-1}$) e no segundo ano, optou-se pelo uso do mix de Milheto + Crotalária + Urochloa ($12 + 6 + 4 \text{ kg ha}^{-1}$).

Figura 5 - Desenvolvimento das plantas de cobertura no mês de março e mês de abril de 2019 e 2020. Dois Vizinhos, 2021.



Fonte: Autora, 2021.

Após o cultivo das plantas de cobertura, foi realizado no primeiro ano de cultivo, a semeadura de aveia (30 kg ha^{-1}) + nabo (10 kg ha^{-1}) nos sistemas 1 e 3, aveia solteira (50 kg ha^{-1}) no sistema 2 e trigo no sistema 4. A semeadura da entressafra ocorreu no dia 29/04/2019 para todos os sistemas onde foram cultivadas as plantas de cobertura de inverno. No segundo ano, o sistema 4 não recebeu o cultivo de trigo e posicionou-se o consórcio de aveia+ nabo, assim como os sistemas 1 e 3. Já no sistema 2 manteve-se o cultivo da aveia solteira. A data de semeadura foi dia 25/05/2020 para todos os sistemas. Para a escolha das plantas de cobertura na entressafra, objetivou-se o consórcio de aveia + nabo para as parcelas que receberam milho como cultura sucessora, visando um melhor desenvolvimento do mesmo e aveia para as parcelas que na sequência receberam soja ou feijão safra.

Figura 6 - Semeadura de aveia + nabo sobre as plantas de cobertura de 2º safra (á esquerda) e desenvolvimento de aveia solteira (á direita).



Fonte: Autora, 2021.

O trigo foi semeado via semeadora de fluxo contínuo na data de 27 de maio de 2018, com espaçamento entre linhas de 17 cm e profundidade de sementeira de 2,5 cm. A cultivar de trigo utilizado no experimento foi a TBIO Toruk® com taxa de sementeira de 150 kg ha⁻¹.

Com relação à adubação de base das culturas, foi padronizada uma aplicação de 130 kg de P₂O₅ e 65 kg de K₂O, divididos da seguinte forma: 350 kg ha⁻¹ do formulado 05-20-10 (NPK) aplicados na safra de verão e 300 kg ha⁻¹ do mesmo formulado na safra de inverno. A adubação de cobertura consistiu na aplicação de fontes de nitrogênio e potássio, sendo que o nitrogênio foi aplicado entre os estádios V4 e V6 na cultura do milho (180 kg ha⁻¹ na 1ª safra de verão e 100 kg ha⁻¹ na 2ª safra para o milho), enquanto que, a soja, feijão e plantas de cobertura receberam apenas o nutriente através da adubação de base. O potássio foi aplicado em cobertura na dosagem de 60 kg ha⁻¹ de K₂O em todas as culturas cultivadas no verão, sendo que a aplicação ocorreu logo após as operações de sementeira. A adubação foi padronizada entre todos os tratamentos a fim de evitar um erro experimental. No tratamento que tinha trigo, a adubação foi dividida entre a safra de verão e o trigo.

O manejo de plantas daninhas, pragas e doenças foram realizados conforme recomendação da Embrapa (EPAGRI, 2012; OLIVEIRA, ROSA, 2014; PIRES et al., 2014; EMBRAPA, 2017) e estão descritos detalhadamente no Apêndice A, assim como os demais manejos utilizados.

3.4 Avaliações técnicas dos tratamentos

3.4.1 Determinação dos parâmetros produtivos para cada cultura

A colheita dos pontos amostrais das culturas foi realizada de forma manual e a determinação de produtividade foi realizada através de avaliações das UE (Unidades experimentais) e extrapolada para hectare. Para a cultura da soja foram colhidas 3 linhas centrais de 3 metros de comprimento (área amostral de 4,05 m²), para o feijão foram colhidas 3 linhas centrais de 4 metros (área amostral de 5,4 m²) e para o milho adotou-se a colheita de 2 linhas centrais de 5 metros (área amostral de 4,5 m²). Após a colheita, as plantas de soja, milho e feijão foram submetidas à trilhadora estacionária, modelo BC – 80 III, acoplada ao trator, e posteriormente com as amostras definidas realizou-se a determinação da umidade e o rendimento de grãos. Em todas as avaliações foram realizadas duas amostragens por repetição e, em seguida, realizada a média destas. A partir do peso das amostras, estes foram corrigidos para 13% de umidade e determinaram-se as produtividades em kg ha⁻¹. Já para a definição de produtividade de grãos de trigo (kg ha⁻¹) foram colhidos 10 m² de parcela, trilhados e pesados os grãos, com o uso de uma balança e corrigidos a umidade para 13%.

Após a colheita dos pontos de avaliação das amostras para determinação de produtividade, a área foi colhida com uma colheitadeira Massey modelo 32 e no mesmo dia ou no dia seguinte, foi realizado a semeadura das culturas de grãos na segunda safra e ou as plantas de cobertura nos seus respectivos tratamentos.

As plantas de cobertura na 2^o safra de verão foram avaliadas com 58, 86 e 117 dias após a semeadura (DAS) para o primeiro ano de cultivo, sendo que a primeira coleta foi realizada no sistema 4, a segunda nos sistemas 1 e 2 e a última no sistema 3. Já no segundo ano foram realizadas apenas duas coletas com 107 DAS no sistema 4 e 119 DAS nos demais sistemas. Essas avaliações foram realizadas a fim de verificar a produção de massa seca (kg ha⁻¹) de cada tratamento, por meio da coleta de dois pontos de 1 metro linear em cada parcela experimental. Após a coleta as amostras eram pesadas e acomodadas em sacos de papel e submetidas ao processo de secagem em estufa de ar forçado a 60°C até encontrar o peso

constante. A partir do peso foram calculadas as produções de massa seca por hectare.

As coletas de biomassa da entressafra (Aveia e Aveia + Nabo) em ambas as safras seguiram o cronograma de semeadura das culturas sucessoras e, portanto, não foram padronizadas. Para facilitar a visualização, estão descritas nas Tabelas 3 e 4.

Tabela 3 – Datas de semeadura, avaliação e período de permanência no campo de aveia solteira e consórcio aveia + nabo cultivados na entressafra de 2018/2019. Dois vizinhos – PR, 2021.

Sistemas	Cultura antecessora	Semeadura	Avaliação	Período (DAS)
1	Soja 2º safra	27/05/2019		67
	Feijão 2º safra	06/05/2019	02/08/2019	88
	Plantas de cobertura	29/04/2019		95
2	Milho 2º safra	20/06/2019		43
	Feijão 2º safra	06/05/2019	02/08/2019	88
	Plantas de cobertura	29/04/2019		95
3	Soja 2º safra	06/05/2019		88
	Milho 2º safra	20/05/2019	02/08/2019	74
	Plantas de cobertura	29/04/2019		95
4	Plantas de cobertura	29/04/2019	02/08/2019	58

Fonte: Autora, 2021.

O procedimento de coleta e avaliação foi o mesmo realizado para as plantas de cobertura de 2º safra, já descrito anteriormente.

Tabela 4 – Datas de semeadura, avaliação e período de permanência no campo de aveia solteira e consórcio aveia + nabo cultivados na entressafra de 2019/2020. Dois vizinhos – PR, 2021.

Sistemas	Cultura antecessora	Semeadura	Avaliação	Período (DAS)
1	Soja 2º safra	25/05/2020		85
	Feijão 2º safra	27/04/2020	18/08/2020	113
	Plantas de cobertura	25/05/2020		85
2	Milho 2º safra	15/06/2020		91
	Feijão 2º safra	27/04/2020	14/09/2020	140
	Plantas de cobertura	25/05/2020		111
3	Soja 2º safra	25/05/2020		111
	Milho 2º safra	27/04/2020	14/09/2020	140
	Plantas de cobertura	25/05/2020		111
4	Milho 2º safra	15/06/2020		64
	Feijão 2º safra	25/05/2020	18/08/2020	85
	Plantas de cobertura	18/06/2020		61

Fonte: Autora, 2021.

Para calcular a biomassa total da parte aérea dos tratamentos, realizou-se a soma das produções da 1º safra, 2º safra e entressafra. No caso das culturas comerciais que além de massa seca possuem produção de grãos, foram considerados um Índice de Colheita (IC) de 50 % para soja (SPAETH et al., 1984) milho (LI et al., 2015), feijão e trigo (DAI, et al. 2016).

3.5 Avaliações econômicas dos tratamentos

3.5.1 Avaliação dos custos de produção e indicadores de desempenho econômico

Considerou-se para o levantamento dos custos de produção todos os valores utilizados para a aquisição dos insumos e dos serviços necessários para a realização das etapas de semeadura, tratos culturais, colheita e transporte das culturas estudadas, de acordo com a metodologia proposta por Martin et al. (1998), sendo estes considerados como Custos Operacionais Efetivos (COE), ou seja, que consideram apenas os valores referentes aos custos destinados para a realização das atividades agrícolas.

Os custos com insumos foram contabilizados a partir do preço de compra destes para a realização do experimento e os custos com operações agrícolas com base na terceirização destas operações e do valor médio pago pelos produtores da região. Para as operações de semeadura contabilizou-se um valor de 120,00 R\$ ha⁻¹, enquanto que para os tratos culturais referentes às aplicações de herbicidas, inseticidas e fungicidas foi considerado um valor de 30,00 R\$ ha⁻¹ para cada operação. A colheita e transporte dos produtos até o ponto de comercialização foram estimados em relação à produção por hectare, sendo que para a colheita foi considerado 8% e para o transporte, R\$ 1,00 para cada 60 kg de produção.

Com relação ao preço dos produtos finais, foram utilizados os preços médios unitários de venda da soja, do feijão, do milho e do trigo, das três maiores cooperativas da região no momento da colheita, e respaldados pela SEAB (Secretaria da agricultura e Abastecimento) para o município de Dois Vizinhos/PR nas safras estudadas (Tabela 5).

Tabela 5 – Preço de venda de soja, milho, feijão e trigo de acordo com as três maiores cooperativas da região nas safras 2018/2019 e 2019/2020. Dois vizinhos – PR, 2021.

Safra	2018/2019		2019/2020	
Cultura	R\$/Kg	R\$/sc	R\$/Kg	R\$/sc
Soja 1° safra	1,30	78,00	1,30	78,00
Soja 2° safra	1,30	78,00	1,45	87,00
Milho 1° safra	0,63	37,80	0,66	39,60
Milho 2° safra	0,58	34,80	0,68	40,80
Feijão 1° safra	5,00	300,00	-	-
Feijão 2° safra	2,50	150,00	3,00	180,00
Trigo (inverno)	0,75	45,00	-	-

Fonte: Autora, 2021.

A partir do levantamento dos custos de todas as etapas de cultivo (Dessecação, pré-semeadura, semeadura, tratos culturais e colheita) de cada cultura individualmente, foram somados os custos da 1°, 2° e entressafra, onde obteve-se os custos médios de produção por hectare (Apêndice B).

Os indicadores de desempenho utilizados para avaliar a viabilidade econômica de cada tratamento foram: Receita Bruta (RB); Margem Bruta (MB), Lucro Operacional (LO) e

Índice de Lucratividade (IL), de acordo com o proposto por Martin et al. (1998). A receita bruta refere-se ao resultado entre a multiplicação da produtividade (kg ha^{-1}) e o preço unitário de comercialização (R\$/Kg), expresso na equação (1):

$$RB = Pr \times Pu$$

em que: Pr = Produtividade

Pu = Preço unitário

Enquanto que a MB, refere-se à rentabilidade de uma atividade ou negócio, sendo o seu valor dado em percentual. Portanto o resultado é obtido através da subtração do COE da Receita bruta e posteriormente dividido pelo COE e multiplicado por 100, como demonstrado na equação a seguir:

$$MB(COE) = \frac{RB - COE}{COE} \times 100$$

onde RB = Receita Bruta

COE = Custo operacional Efetivo

O Lucro Operacional (LO) é caracterizado pela diferença entre a RB e o COE por área (ha^{-1}) dado em R\$ ha^{-1} , conforme a equação:

$$LO = RB - COE$$

onde RB = Receita Bruta

COE = Custo operacional Efetivo

Já o Índice de Lucratividade (IL): estima-se por meio da relação entre LO e RB, dado em percentual:

$$IL = \frac{LO}{RB} \times 100$$

onde LO = Lucro Operacional

RB = Receita Bruta

O IL representa o retorno sobre o custo de produção das atividades e, portanto, quanto maior esse valor, maior é a possibilidade de retorno econômico do tratamento. Assim como o LO que representa o resultado econômico final da atividade já descontados os custos operacionais. Apesar da importância dos demais indicadores, como explica Martin et al. (1998), estes dois indicadores representam o resultado líquido de uma atividade, ou seja, consideram o desempenho final da atividade após se contabilizarem os custos de produção, sendo desta forma os parâmetros de maior destaque durante a análise dos resultados.

3.6 Análise estatística

Para melhor interpretação dos resultados, foi realizada uma análise descritiva dos dados, comparando os quatro sistemas de produção com intuito de avaliar as diferenças entre os sistemas de sucessão versus rotação de culturas e também considerando os seis diferentes arranjos de forma individualizada dentro de cada um dos quatro sistemas, totalizando 24 diferentes sistemas de produção para a safra 2018/2019 e 2019/2020.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Viabilidade técnica de sistemas de produção de grãos

A safra 2018/2019 apresentou boas condições climáticas (Figura 3 e 4) e de forma geral, tanto o milho, quanto a soja e o feijão apresentaram produtividades acima da média brasileira e paranaense. De acordo com a Conab (2020), a produtividade média nacional de milho, soja e feijão foi de 5.719; 3.337 e 1.033 kg ha⁻¹, respectivamente para a safra verão 2018/2019, enquanto que no presente trabalho obteve-se produtividade média de 13.485 kg ha⁻¹ (milho); 6.027; 5480 kg ha⁻¹ (soja) e 1.912 kg ha⁻¹ (feijão). As produtividades na safra são iguais entre os tratamentos de cada sistema de produção, uma vez que se trata do primeiro ano de avaliação do experimento, e as parcelas principais ainda não sofreram efeito das plantas de cobertura (Tabela 6).

Para a segunda safra de verão 2019, a produtividade de soja e milho pós-feijão, semeados no dia 03/01/2019, apresentaram produtividade de 972 e 360 kg ha⁻¹ superiores quando comparadas com as semeaduras realizadas no dia 01/02/2019 (soja pós-milho e milho pós-feijão). De acordo com Oligini (2019), para cada dia de atraso na semeadura na 2ª safra de verão há uma perda significativa do potencial produtivo, aonde semeaduras de milho em janeiro apresentaram acréscimo de até 28% e 56% superior que as semeaduras realizadas em fevereiro e março, respectivamente.

A redução na produtividade em semeaduras tardias, a partir da segunda quinzena de fevereiro, ocorre devido à diminuição das condições climáticas benéficas à cultura, principalmente a incidência de radiação solar, visto que esta beneficia diretamente os processos fotossintéticos das plantas (SANTOS et al., 2018). Além disso, na região do estudo, à medida que o outono se aproxima na janela de semeadura, verifica-se a redução de temperatura (Figuras 3 e 4), que assim como a radiação, afeta o rendimento de grãos.

O cultivo de feijão pós-milho (2.093 kg ha⁻¹) apresentou maior produtividade quando

comparado com o seu cultivo pós-soja (1.857 kg ha^{-1}), uma vez que a alternância de espécies leguminosas e poáceas, assim como a rotação de culturas, permite maior aproveitamento de nutrientes pela cultura sucessora e promove maior rendimento de grãos (VENKATESH, 2017). Segundo Franchini et al. (2011), devido a necessidade nutricional diferente entre as espécies leguminosas e gramíneas, a liberação de nutrientes que permanece no solo, após o cultivo, são distintas para ambas as espécies, o que favorece o desenvolvimento vegetal, quanto intercalas ou rotacionadas.

Entre as plantas de cobertura, destaca-se a produtividade do milheto em 14,6 e 14,1 t MS ha^{-1} quando semeado após feijão e soja. A semeadura pós-feijão ocorreu dia 02/01/2019 e após soja, no dia 02/02/2019, sendo que ambos foram avaliados no mesmo dia (29/04/2019), ou seja, o tratamento que recebeu milheto após feijão permaneceu por mais tempo no campo, comparado ao tratamento pós-soja, o que justifica o aumento de produção, assim como a data de semeadura que, no mês de janeiro possui condições mais favoráveis ao crescimento e desenvolvimento das culturas em relação ao mês de fevereiro.

Mesmo para o milheto semeado pós-milho, a produtividade de massa seca de 10,8 t ha^{-1} mostra-se como um dos tratamentos com maior potencial de produção de biomassa total, quando somadas as biomassas da 1^o, 2^o safra e entressafra, chegando a valores totais de 33 t MS ha^{-1} ano. Por outro lado, o sistema 4 apresentou menor produção de massa seca total no tratamento de milheto após soja, ou seja, 4,2 t ha^{-1} quando semeado no mês de março, com intervalo de avaliação de apenas 58 dias após a semeadura. Valores de biomassa inferiores foram encontrados Vuicik et al. (2018), em condições de solos semelhantes ao do presente estudo, totalizando uma produção de 3.667 kg MS ha^{-1} . Já Algeri et al. (2018) verificou em seu trabalho, realizado em Latossolo vermelho-amarelo, de textura média, produções de biomassa de milheto que variaram de 6,0 a 10 t MS ha^{-1} (46, e 168 DAS) após o cultivo de soja.

Assim como o milheto, a *U. ruziziensis* também apresentou biomassa interessante no tratamento após o cultivo de feijão (11,6 t MS ha^{-1}), milho (9,0 MS ha^{-1}) e soja (8,5 MS ha^{-1}), indicando bom potencial produtivo de matéria seca para o uso em sistemas de rotação de culturas, com o objetivo de produção de palhada. Dados próximos de massa seca de *U. ruziziensis* foram encontrados por Bettiol et al. (2015), onde os autores relataram uma produção de 8,1 t MS ha^{-1} . Apesar da recomendação prever a rotação entre espécies, o uso da *U. ruziziensis* destacou-se devido a agressividade do seu sistema radicular e potencial de vida

útil de palha (FRANCHINI, 2011). Importante destacar a dificuldade de estabelecimento do nabo pós *U. ruziziensis* devido ao grande volume de palha, sendo que esta estratégia pode ter um efeito negativo, uma vez que a abertura do sulco predispõe a emergência de plantas daninhas e acelera a decomposição da biomassa da *U. ruziziensis*. Associado ao excesso de palha, observou-se o envelopamento da semente do nabo e falhas no estabelecimento, o que permite inferir que, no caso do cultivo da *U. ruziziensis*, é melhor evitar a semeadura de uma segunda espécie de planta de cobertura. Por outro lado, quando na rotação vier milho na sequência, o cultivo do nabo pode ser interessante, sendo a dessecação antecipada da *U. ruziziensis* uma estratégia passível de uso a fim de otimizar o estabelecimento do nabo.

Entre as opções de plantas de cobertura, destaca-se também o uso de leguminosas, em função da sua capacidade de fixação biológica de nitrogênio para as culturas sucessoras, contudo buscam-se também espécies que apresentem, além disso, uma produção de biomassa interessante. No presente trabalho, o lablab apresentou maior biomassa quando semeado após feijão, totalizando 10,3 t MS ha⁻¹, enquanto que no pós-soja e pós-milho a produção de biomassa reduziu 47% e 52%, respectivamente. Essa redução na produtividade se deve, principalmente, pelo efeito da data de semeadura e de avaliação de biomassa, onde no pós-feijão a semeadura foi realizada no início de mês de janeiro, enquanto que no pós-milho e pós-soja foi realizada nos meses de fevereiro e março, sendo que a avaliação de biomassa nesses tratamentos ocorreu, aproximadamente, um mês após a coleta das parcelas que receberam milheto em sucessão do feijão.

Outra leguminosa utilizada no trabalho foi a *C. juncea*, a qual apresentou produções de biomassa semelhantes entre os tratamentos (cerca de 8 t MS ha⁻¹), com exceção do tratamento pós-soja que produziu apenas 2,2 t MS ha⁻¹ (sistema 4), ocasionado pelos mesmos fatores citados anteriormente. Garcia e Staut (2018) em seu trabalho com *C. juncea* verificaram uma produção de biomassa de 8,8 t MS ha⁻¹, produção está semelhante às encontradas no presente trabalho, fortalecendo assim, a premissa de que o uso desta espécie entre a safra de verão e entressafra promove uma produção de biomassa interessante.

Tabela 6 – Produtividade de grãos (kg ha^{-1}) e biomassa seca aérea (kg ha^{-1}) das culturas na 1ª safra, 2ª safra e entressafra (2018/2019). Dois vizinhos – PR, 2021.

Sistemas	Tratamentos	Descrição	Produtividade 1º safra Kg há^{-1}	Produtividade 2º safra Kg há^{-1}	Entressafra* kg há^{-1}	Biomassa total kg há^{-1}
S1	1	Milho - soja - Aveia + Nabo	13.485	3.337	6.900	23.722
	2	Milho - Feijão - Aveia + Nabo	13.485	2.093	7.317	22.895
	3	Milho - Crotalária - Aveia + Nabo	13.485	8.400	8.153	30.038
	4	Milho - Lablab - Aveia + Nabo	13.485	5.023	7.024	25.532
	5	Milho - Milheto - Aveia + Nabo	13.485	10.895	8.231	32.611
	6	Milho - Urochloa - Aveia + Nabo	13.485	9.025	7.511	30.021
S2	7	Soja - Feijão - Aveia	6.027	1.857	5.585	13.469
	8	Soja - Milho - Aveia	6.027	5.400	2.080	13.507
	9	Soja - Crotalária - Aveia	6.027	8.217	5.924	20.169
	10	Soja - Lablab - Aveia	6.027	5.418	5.830	17.275
	11	Soja - Milheto - Aveia	6.027	14.155	5.334	25.516
	12	Soja - Urochloa - Aveia	6.027	8.578	5.363	19.968
S3	13	Feijão - Soja - Aveia + Nabo	1.912	4.309	7.536	13.757
	14	Feijão - Milho - Aveia + Nabo	1.912	5.760	5.574	13.246
	15	Feijão - Crotalária - Aveia + Nabo	1.912	8.800	7.152	17.864
	16	Feijão - Lablab - Aveia + Nabo	1.912	10.310	7.129	19.351
	17	Feijão - Milheto - Aveia + Nabo	1.912	14.611	6.989	23.512
	18	Feijão - Urochloa - Aveia + Nabo	1.912	11.677	6.197	19.785
S4	19	Soja - Crotalária - Trigo	5.480	2.555	3.060	11.095
	20	Soja - Urochloa - Trigo	5.480	2.220	3.999	11.699
	21	Soja - M + C - Trigo	5.480	4.620	3.227	13.327
	22	Soja - Milheto - Trigo	5.480	4.200	3.366	13.046
	23	Soja - Lablab - Trigo	5.480	4.085	3.055	12.620
	24	Soja - Pousio - Trigo	5.480	0	4.023	9.503

*Matéria seca de aveia + nabo nos sistemas 1 e 3, aveia solteira no sistema 2 e Trigo no sistema 4 (produção de grãos). *M + C (Milheto + Crotalária). Fonte: Autora, 2021.

A biomassa das plantas de cobertura dos tratamentos 19 aos 24 (sistema 4) obtiveram valores abaixo dos demais tratamentos, isso porque a semeadura das plantas de cobertura foi realizada no mês de março e avaliadas com apenas 58 DAS, enquanto que nos demais tratamentos a semeadura ocorreu nos meses de janeiro e fevereiro, sendo avaliadas com 86 e 117 DAS. Corroborando assim, com os dados de produção de grãos encontrados no experimento, que também reduziram à medida que se atrasou a semeadura na segunda safra.

Na entressafra, o consórcio de Aveia + Nabo apresentou maiores produções nos cultivos pós-milheto e pós-crotalária (sistema 1), cerca de 8,0 t MS ha⁻¹, comparado ao sistema 3 que sob mesma data de semeadura e período de permanência no campo, produziu cerca de 7,0 t MS ha⁻¹. Essa diferença pode ser explicada pelos sistemas de produção, onde em curto prazo a sucessão apresentou melhor desempenho das espécies da entressafra em relação ao sistema de rotação. A maior média obtida no sistema de rotação (sistema 4) foi verificada no tratamento 13, aproximadamente 8% superior comparado ao sistema 1 (tratamento 1). Contudo vale destacar que no sistema 1, após soja 2º safra, o período entre semeadura e colheita do consórcio ocorreu com 67 dias e no sistema 3 as plantas permaneceram por mais 21 dias no campo, o que resultou em maior produção de biomassa. Produções semelhantes de MS de aveia + nabo consorciados foram relatadas por Krenchinski et al. (2018) no estado do Paraná, onde observaram em três safras consecutivas biomassas de aproximadamente 7,0 t MS ha⁻¹.

O uso de aveia no período de inverno é uma realidade consolidada na região do estudo, principalmente como planta de cobertura ou como fonte de alimento para bovinos de leite e corte, sendo que a bovinocultura de leite se apresenta como forte atividade na região. Esta biomassa poderia ser utilizada para a produção de forragem conservada. No experimento, após o cultivo de plantas de cobertura, a aveia solteira apresentou maiores médias de massa seca nos tratamentos após crotalária (5,9 t MS ha⁻¹) e lablab (5,8 t MS ha⁻¹) e as menores médias sobre o cultivo de milheto e *Urochloa* (5,3 t MS ha⁻¹), indicando assim que a alternância de espécies de famílias diferentes (Fabácea e Poácea) promoveram benefícios para as culturas sucessoras.

O tratamento 7, após milho segunda safra, foi o que apresentou menor média de produção de massa seca de aveia, ficando na faixa de 4,8 t MS ha⁻¹, o que é respaldado pela semeadura tardia e avaliação de biomassa na mesma data aos demais tratamentos dentro do sistema. Ziech et al (2015) constataram produções de massa seca de aveia, após cultivo de

milho, que variaram de 3,0 a 4,7 t MS ha⁻¹ nas entressafras de 2010 e 2011, respectivamente. Contudo, apesar da proximidade das médias de produção, no presente trabalho a avaliação de biomassa da aveia foi realizada com apenas 43 dias após a semeadura, enquanto que os autores realizaram com 93 e 112 dias. Em 2016, Cremonez (2018), aos 65 DAS verificou acúmulo de massa seca de aveia solteira de 4.335 kg MS ha⁻¹, média está contrastante às encontradas no presente trabalho, mas próximas das verificadas por Ziech et al. (2015).

O cultivo de trigo após o tratamento pousio (4.023 kg ha⁻¹) apresentou maior produtividade quando comparado com a semeadura após o cultivo de plantas de cobertura, isso porque a palhada gerada por estas espécies, apesar de ser muito importante na melhoria das características do solo e do sistema como um todo, pode dificultar os processos de germinação, emergência e desenvolvimento inicial da cultura sucessora. No entanto, de maneira geral, as produtividades obtidas pela cultura foram superiores à média brasileira de produção, que para a safra de 2019 foi de 2.639 kg ha⁻¹ (CONAB, 2020).

As maiores médias de biomassa total foram verificadas no sistema que recebeu a cultura do milho no verão e plantas de cobertura no outono e consórcio de aveia + nabo no inverno. A biomassa de milheto no outono associada à cultura do milho verão e aveia + nabo no inverno foi o tratamento que se destacou em termos de produção de massa seca, totalizando 32,6 t ha⁻¹, seguido dos tratamentos que continham *U. ruziziensis* e crotalária (30,0 t MS ha⁻¹ ano). Verifica-se que a cultura do milho possui uma produção alta de palhada e se sobressai quando comparado com as culturas de soja e feijão. Contudo, se analisado a biomassa total dos tratamentos que receberam milho na segunda safra, não se observou diferenças expressivas em relação aos que receberam soja e feijão. Isso porque, na segunda safra, o milho tende a produzir menor quantidade de biomassa do que na safra de verão e, dependendo do ciclo do híbrido, pode atrasar a semeadura e desenvolvimento das culturas de inverno. Já o tratamento que permaneceu na 2ª safra em pousio, foi o que apresentou menor média de biomassa total, cerca de 9 t MS ha⁻¹ ano.

Importante destacar, também, que no caso das gramíneas, existe uma relação entre o que é produzido de biomassa acima do solo e abaixo do solo, na forma de raiz, que pode facilmente chegar a dois, três metros de produtividade. Redin et al. (2018), avaliando 26 diferentes espécies, relatou que a matéria seca da raiz (MS) exibiu, em média, $14,9 \pm 5,7\%$ da biomassa total da parte aérea na floração. Ainda, a relação MS da parte aérea, MS da raiz foi de 6,9 (2,8-15,0) para as 26 espécies consideradas. Espécies leguminosas apresentaram menor

MS de raízes (0,5 a 1,0 Mg ha⁻¹) em relação às gramíneas (1,1 a 2,3 Mg ha⁻¹), considerando os primeiros 20 cm do solo.

No segundo ano de avaliação (2019/2020), as produtividades da safra de verão foram distintas entre os tratamentos de cada sistema, diferentemente do primeiro ano. Este fato se deve, principalmente, pela influência gerada da cultura antecessora sobre a cultura seguinte e das condições climáticas distintas entre os anos. De acordo com o 12º Levantamento da CONAB (2020), as culturas da primeira safra apresentaram produção semelhante e até superior em relação à safra anterior, mesmo diante do atraso na semeadura em função da baixa precipitação, a qual, de maneira geral, não afetou drasticamente as produtividades que se mantiveram em patamares interessantes.

No cultivo de milho no segundo ano verificaram-se produções que variaram entre 10 a 14 t ha⁻¹ de grãos (Tabela 7), sendo que a maior produção obtida foi no tratamento após o cultivo de feijão e aveia + nabo, totalizando 14.877 kg ha⁻¹. Se correlacionado com os dados de produção do primeiro ano, observa-se um aumento de produtividade da cultura de, aproximadamente, 10% quando comparada com a produtividade obtida pós-feijão e aveia + nabo. Produções semelhantes foram obtidas no cultivo pós-milheto (14.631 kg ha⁻¹) e pós Uroclhoa (14.515 kg ha⁻¹), indicando que o uso destas plantas de cobertura pode beneficiar o crescimento e desenvolvimento da cultura do milho.

Segundo dados da Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento (SEAB, 2021), a produtividade média de soja 1º safra para a região abrangente do experimento foi de 4.076 kg ha⁻¹ no ano agrícola de 2019/2020. Já no experimento foram encontradas médias superiores, que variaram entre os sistemas de sucessão e rotação, bem como entre os tratamentos.

O cultivo de *D. lablab*, na segunda safra de 2019, aliado ao uso de aveia no inverno, demonstrou bons resultados quando analisados os dados de produtividade de soja em pós-cultivo, visto que foram observadas produções de 6.247 e 5.348 kg ha⁻¹ (sistemas 2 e 3). No sistema 2 a produtividade da oleaginosa demonstrou um leve acréscimo em relação à safra de 2018/2019, enquanto que no sistema 3 a produtividade apresentou leve redução para o mesmo tratamento. Desta forma, pode-se dizer que o cultivo de Lablab no outono/inverno e aveia no inverno promoveram benefícios para o desenvolvimento da cultura, mesmo em condições pluviométricas desfavoráveis.

Ao analisar os efeitos referentes à produtividade entre os sistemas de sucessão e

rotação de culturas, na safra verão de 2019/2020, verificou-se, para as culturas de milho e soja, que nos sistemas de sucessão (sistema 1 para o milho e sistema 2 para a soja) a média de produtividade dos tratamentos foi de 13.872 e 5.418 kg ha⁻¹, respectivamente, sendo superior à média obtida nos sistemas de rotação (sistema 3 para o milho e sistema 4 para soja), os quais apresentaram produtividade média de 12.200 kg ha⁻¹ de milho e 5.154 kg ha⁻¹ de soja, em relação aos sistemas de sucessão.

A rotação de culturas tende a apresentar seus benefícios a médio e longo prazos e não somente em nível de produção, mas também na redução de custos e no aumento da qualidade química, física e biológica do solo (FONSECA et al., 2007), que em consequência resultará em maior rendimento de grãos ao decorrer das safras. Destaca-se ainda que para os sistemas de rotação e sucessão de culturas contendo soja, essa diferença pode estar associada, também, ao uso de materiais genéticos e datas de semeaduras distintas, onde no sistema 2 foi utilizada a cultivar Pioneer 95R90IPRO e no sistema 4 a cultivar 95R51IPRO, com semeadura realizada nos dias 13 de setembro e 11 de outubro de 2019, respectivamente. Ou seja, no sistema 4 (rotação), em função da época de semeadura, utilizou-se uma cultivar de soja com 15 a 20 dias a menos de ciclo, o que a torna mais suscetível a intempéries climáticas, como por exemplo estresse hídrico que ocorreu nesse período (Figura 3).

Tabela 7 – Produtividade de grãos (kg ha⁻¹) e biomassa seca aérea (kg ha⁻¹) das culturas na 1ª safra, 2ª safra e entressafra (2019/2020). Dois vizinhos – PR, 2021.

Sistemas	Tratamentos	Descrição	Produtividade 1º safra Kg há ⁻¹	Produtividade 2º safra Kg há ⁻¹	Entressafra kg há ⁻¹	Biomassa total kg há ⁻¹
S1	1	Milho - Soja - Aveia + Nabo	13.712	1.531	7.626	22.869
	2	Milho - Feijão - Aveia + Nabo	14.877	1.146	8.526	24.549
	3	Milho - Crotalária - Aveia + Nabo	13.437	6.854	7.668	27.959
	4	Milho - Lablab - Aveia + Nabo	12.059	6.124	6.993	25.176
	5	Milho - Milheto - Aveia + Nabo	14.631	12.920	7.967	35.518
	6	Milho - Urochloa - Aveia + Nabo	14.515	11.960	3.673	30.148
	7	Soja - Feijão - Aveia	5.574	962	8.872	15.408
	8	Soja - Milho - Aveia	5.240	5.503	4.091	14.834
S2	9	Soja - Crotalária - Aveia	5.582	8.479	6.855	20.916
	10	Soja - Lablab - Aveia	6.247	8.547	6.790	21.584
	11	Soja - Milheto - Aveia	5.047	14.406	4.036	23.489
	12	Soja - Urochloa - Aveia	4.817	12.507	4.081	21.405
S3	13	Milho - Soja - Aveia + Nabo	13.033	2.130	7.902	23.065
	14	Milho - Feijão - Aveia + Nabo	10.972	1.325	8.874	21.171
	15	Milho - Crotalária - Aveia + Nabo	12.797	8.373	7.959	29.129
	16	Milho - Lablab - Aveia + Nabo	12.069	7.405	7.775	27.249
	17	Milho - Milheto - Aveia + Nabo	11.654	11.868	7.011	30.533
	18	Milho - Urochloa - Aveia + Nabo	12.678	9.721	5.751	28.150
	19	Soja - Feijão - Aveia + Nabo	5.033	1.339	6.210	12.582
	20	Soja - Milho - Aveia + Nabo	5.502	6.682	4.403	16.587
S4	21	Soja - Urochloa - Aveia + Nabo	4.880	3.041	5.741	13.662
	22	Soja - M + C + U* - Aveia + Nabo	5.245	8.816	5.313	19.374
	23	Soja - Crotalária - Aveia + Nabo	4.918	2.346	5.056	12.320
	24	Soja - Lablab - Aveia + Nabo	5.348	4.493	7.399	17.240

*Massa seca do consórcio aveia + nabo nos sistemas 1, 3 e 4; aveia solteira no sistema 2 *M + C + U (Milheto + Crotalária + Urochloa). Fonte: Autora, 2021.

Uma diferença de produtividade de 28% para o milho e 17% para a soja foi observada na segunda safra de 2020, quando comparados os dados de produção entre os sistemas de rotação (3 e 4) e sucessão de culturas (1 e 2). A cultura do milho, no sistema de sucessão, obteve rendimento de 5.503 kg ha⁻¹, enquanto que no sistema de rotação observou-se uma produtividade de 6.682 kg ha⁻¹. Essa diferença nos valores de produtividade demonstra que a rotação de culturas pode ter promovido efeitos benéficos que contribuíram para o aumento de produção do cereal, que mesmo com semeadura realizada em fevereiro, aproximadamente um mês após a semeadura no sistema de sucessão, apresentou acréscimo no rendimento de grãos. Relacionando os dados de produtividade de milho 2º safra com o relatório emitido pela SEAB (2021) verifica-se que a sucessão apresentou uma diferença de apenas 3% em relação ao estimado para a região (5.725 kg ha⁻¹). Isso se justifica, pois, o sistema soja/milho é o mais utilizado pelos produtores tanto no município do experimento, quanto nos municípios vizinhos. Já o sistema de rotação apresentou uma produtividade média de, aproximadamente, 15% superior à relatada pela SEAB, indicando assim ser viável tecnicamente.

Aumento de produção também foi verificado na segunda safra de feijão, onde foram utilizados os sistemas de rotação de culturas, reforçando a hipótese de que o uso deste tipo de arranjo produtivo, aliado às plantas de cobertura, tem influência positiva sobre a cultura sucessora. A menor produtividade de feijão foi obtida no sistema 2 e a maior no sistema 4, variando entre 962 a 1339 kg ha⁻¹.

Porém, comparando com o primeiro ano de estudo, verificou-se redução de produtividade de soja e feijão pós-milho de 54% e 45%, respectivamente. Já para o feijão pós-soja houve uma redução de aproximadamente 48%. Este declínio está associado às condições climáticas que foram desfavoráveis no início do ano de 2020, principalmente pela redução do regime de chuvas nesse período (Figura 3) e pelo atraso na semeadura da 2º safra, decorrente da anterior (CONAB, 2020). Já o milho, por apresentar ciclo mais longo que a cultura da soja e feijão, apresentou aumento de produtividade, especialmente após o cultivo de *Urochloa* no outono/inverno e trigo no inverno, onde foi realizada a rotação de culturas.

De maneira geral, para o cultivo de plantas de cobertura na segunda safra, verificou-se nos dois anos de estudo que o segundo ano apresentou maiores médias de massa seca, em relação ao primeiro ano, mesmo em condições de clima desfavoráveis. Isso ocorreu devido a fatores já citados anteriormente, onde no segundo ano as parcelas que receberam plantas de

cobertura foram avaliadas quanto a MS em período de dias superiores às avaliações realizadas no primeiro, o que justifica tal redução.

Os tratamentos de plantas de cobertura, no segundo ano, que obtiveram maior produção de MS foram os que receberam Milheto e *Urochloa*, chegando a valores de 14 e 12 t MS ha⁻¹ (Tratamentos 11 e 12), respectivamente. Em relação às espécies leguminosas utilizadas, a produção de massa seca de Crotalária e Lablab variou entre os tratamentos e sistemas utilizados. As plantas de cobertura, se analisadas em comparação à cultura antecessora, demonstraram que as gramíneas, quando semeadas após o cultivo de milho verão (sistema 1 e 3), reduziram a produção de biomassa em relação ao cultivo pós soja. Essa redução de produção, de acordo com Thomas (2018), ocorre em função da diminuição dos níveis de Nitrogênio no solo ocasionada pela alta relação C/N presente na palhada das gramíneas, que fazem com que os microorganismos utilizem o mesmo para decompor a sua produção de resíduo, reduzindo assim, o teor de N na solução do solo e, conseqüentemente, afetando a sua disponibilização para a cultura sucessora.

As leguminosas, por outro lado, não reduziram a produção de MS em sucessão à soja de verão, visto que as plantas dessa família, diferentemente das gramíneas, possuem algumas vantagens descritas por Borges et al. (2018), como a Fixação Biológica de Nitrogênio em simbiose com bactérias de solo, que utilizam o N presente no ar e disponibilizam o nutriente para as plantas e sistema radicular pivotante, com capacidade de se desenvolver em camadas subsuperficiais do solo e captar maiores quantidades de nutrientes e água, principalmente em condições de baixo volume pluviométrico.

O sistema 4 apresentou valores de biomassa inferiores aos demais sistemas, devido à época de semeadura das plantas de cobertura ter ocorrido no dia 3 de março, enquanto que nos sistemas 1, 2 e 3 a semeadura ocorreu no dia 27 de janeiro. Fato este semelhante ao ano anterior para o sistema 4, onde a semeadura das plantas de cobertura ocorreu no dia 01/03/2019. Outro fator impactante foi o tempo de permanência destas culturas no campo, onde para o primeiro ano foi menor em relação ao segundo ano, ocasionando assim menor produção de massa seca.

No segundo ano, de maneira geral, as avaliações referentes à biomassa da entressafra ocorreram em um período de dias superior ao ano anterior, com exceção dos tratamentos 3 ao 6, o que aliado às boas condições pluviométricas no inverno (Figura 4) promoveram na maioria dos tratamentos maior produção de MS das plantas de cobertura (Aveia e Aveia +

Nabo). Entretanto, vale destacar, que além dos tratamentos anteriormente citados, foram também observadas médias de biomassa inferiores nos tratamentos 10, 11 e 17 em relação ao ano de 2019. Os tratamentos que receberam *Urochloa* e Milho na segunda safra de 2020 foram os que expressaram menores rendimentos de MS tanto no consórcio Aveia + Nabo (3,6; 4,4 e 5,0 t MS ha⁻¹) quanto de aveia solteira (4,0 t ha⁻¹), isso porque houve uma redução visual na qualidade da plantabilidade e estabelecimento inicial das culturas da entressafra, decorrente da grande produção de palhada e raízes da *Urochloa* e pelo uso contínuo de gramíneas na mesma área.

As maiores médias de biomassa da entressafra foram obtidas nos tratamentos que continham feijão na segunda safra em todos os sistemas (aproximadamente 8,0 t MS ha⁻¹), com exceção do sistema 4, onde a maior média obtida foi após o mix de plantas de cobertura (6,2 t MS ha⁻¹). Após feijão, a entressafra foi semeada no mês de abril, e permaneceu no campo mais tempo que os tratamentos após soja, milho e plantas de cobertura, o que justifica a maior obtenção de biomassa. Já após o tratamento que recebeu o mix de plantas de cobertura, pode-se dizer que houve a interferência das culturas antecessoras sobre a Aveia + Nabo, visto que mesmo permanecendo apenas 61 dias no campo, obteve produção de MS interessante na entressafra.

Analisando os dados entre os sistemas produtivos, verifica-se que o sistema de rotação (4) obteve médias de produção de aveia + nabo superiores e/ou até próximas ao sistema de sucessão de culturas (1), contudo essas diferenças estão relacionadas ao período entre a semeadura e a avaliação de biomassa da entressafra, que para o sistema de sucessão foi de 85 dias (após soja e plantas de cobertura) e 113 dias (após feijão), enquanto que no sistema de rotação as plantas foram avaliadas com 111 dias (após soja e plantas de cobertura) e 140 dias (após feijão).

A biomassa total, assim como no primeiro ano, foi superior nos tratamentos que continham milho na safra verão, milheto na segunda safra e consórcio aveia + nabo na entressafra, totalizando 35 t MS ha⁻¹ no sistema 1 e 30 t MS ha⁻¹ no sistema 3. Entre os sistemas de produção, observa-se que no sistema 1 (sucessão) a média geral de produção foi apenas 4% superior ao sistema 3 (rotação), enquanto que, para os sistemas 2 e 4 essa diferença aumentou para, aproximadamente, 22%. Vale ressaltar que no sistema 4, além das culturas permanecerem menos tempo no campo, as plantas de cobertura também foram

semeadas no mês de março, o que afetou negativamente a produção de massa seca total do sistema como um todo.

Em ambos os anos, os tratamentos apresentaram biomassa total superior à sugerida por Lovato et al. (2004), onde sugere uma adição de no mínimo 8 t MS hectare ano para manter de forma positiva o sistema de plantio direto. Verifica-se ainda que, mesmo no tratamento aonde se fez pousio na 2^o safra de 2018/2019, este produziu uma biomassa total de cerca de 9 t MS ha⁻¹ ano. Isso porque, a produtividade da safra 1^o safra e entressafra apresentaram alto rendimento, tanto de grãos quanto de MS.

4.2 Viabilidade econômica dos sistemas de produção

4.2.1 Avaliação dos custos de produção dos tratamentos utilizados

O custo de produção do milho safra foi 23,87% superior ao custo da soja no sistema 02 e 17,03% em relação a soja no sistema 4, no primeiro ano, enquanto que no segundo ano, a média de custo do milho no sistema 01 foi aproximadamente 30% superior em relação a soja cultivada no sistema 2, e o milho do sistema 3 foi cerca de 20% superior em relação a soja cultivada no sistema 4 (Apêndice B).

Analisando o custo total dos insumos nos dois anos avaliados, é possível observar que a adubação de cobertura representou 35,70% do custo com insumos para a produção do milho 1^o safra, em 2018/2019. No segundo ano esses percentuais foram de 36,46% no sistema 1 e 38,53% para o sistema 2. Vale ressaltar que, deste percentual, o maior custo está associado ao uso de nitrogênio, sendo, portanto, um dos custos mais representativos dentro do cultivo do cereal e a principal diferença para o cultivo da soja, que por ser uma leguminosa altamente eficiente na FBN, dispensa o uso deste nutriente.

Por outro lado, inúmeros estudos mostram a viabilidade técnica do uso de N em milho. A maior parte destes trabalhos apontam para uma taxa de recuperação entre 15 e 50% e uma eficiência de uso (kg de milho produzido por kg de N aplicado) que pode variar entre 15 a 25 kg de milho por kg de N aplicado, dependendo da dose utilizada (SANTOS et al. 2013;

MOTA et al., 2015; FUENTES et al., 2018, CANDIDO et al., 2020, SANTOS et al., 2020), o que considerando o custo do kg de N em R\$ 5,10 e o preço de venda do milho em R\$ 0,65, em média, nos dois anos de estudo, representa um potencial de lucro de R\$ 7,9 reais para cada kg de N aplicado, se tornando algo técnica e economicamente interessante do ponto de vista de manejo.

De acordo com Langholtz et al. (2021), ao simular aumento de eficiência do uso de nitrogênio em 20% em nível mundial, estes afirmam que o uso do nutriente pode ser reduzido em, aproximadamente, 1,4 milhão de toneladas ao ano, o que pode aumentar a renda líquida dos produtores em até \$ 743 milhões, ou 1,6 % ao ano.

Já no Brasil, Dall'agnol (2016) estimou que a capacidade de fixação biológica de nitrogênio da soja e a consequente dispensa de uso de N na cultura resulta na economia de cerca de R\$ 15 bilhões/ano nos custos de produção e operacionais, o que aliado aos benefícios ambientais, como redução na contaminação de águas e do ar, torna o cultivo de soja a principal opção como espécie produtora de proteína vegetal para cadeia de produção de proteína animal.

Nesse contexto, cabe destacar a importância do uso de plantas de cobertura leguminosas no período de entressafra, uma vez que estas podem fixar de 50 a 200 kg de N ha⁻¹ (SIMIONI et al., 2014) dependendo da cultura, o que considerando um valor intermediário (100 kg de N), pode representar R\$ 510,00 ha⁻¹ se considerado o preço de 5,10 reais o kg de nitrogênio. Uma vez fixado no solo, este N estará disponível no sistema produtivo e poderá, com o tempo, permitir uma redução do aporte de N via fonte mineral, que apresenta balanço energético líquido negativo. Além disso, Kamanga (2002) aponta que no mínimo 50% do N que é reciclado a partir da palhada de plantas leguminosas é utilizado durante o desenvolvimento vegetativo por gramíneas cultivadas em sucessão. Ainda, de acordo com Pimentel et al. (2007), entre 30-70% do custo energético da produção agrícola ocorre em função do uso do nitrogênio e seu processo de produção. Cerca de 5% do consumo anual total de combustível fóssil é utilizado para a síntese de amônia no Haber-Bosch (SMIL, 2008), que é fundamental para a produção sintética de amônia, mas tem um elevado custo energético associado.

De acordo com Amenumey e Capel (2014), de forma geral, cerca de um terço do custo energético ou consumo total de energia para a produção agrícola ocorre na produção de fertilizantes, um terço para mecanização e um terço para outros insumos, incluindo trabalho,

transporte, pesticidas e eletricidade.

De forma geral, os fertilizantes representam a maior parcela do custo de produção com insumos, variando em média de 60% no caso do milho safra, para ambos os anos, e 54% no milho de segunda safra, para o primeiro ano, e 56% para o segundo ano. Importante destacar que, em função das piores condições climáticas e o risco de perdas por geada, o investimento feito no milho segunda safra tende a ser menor, sendo que este varia muito entre os produtores. No trabalho, foi preconizado um investimento para obter produtividade de 8 t ha⁻¹.

Em segundo lugar, nos custos de produção relacionados aos insumos, destaca-se o custo da semente, que representou em média, no caso do milho e da soja verão, 32% e 20% do custo total dos insumos em 2018/2019. No ano safra seguinte esses percentuais médios foram de 34% para o milho e 22% para a soja. O alto potencial genético associado aos eventos transgênicos de tolerância a herbicidas e pragas são os motivos do alto custo da semente (PELAEZ, FUCK, 2014). É importante considerar que no caso do milho, por apresentar vigor híbrido, não existe muita alternativa ao produtor senão adquirir sementes das marcas comerciais existentes. Caso o produtor opte por cultivar cultivares crioulas de milho, o potencial produtivo pode não chegar a 50% do potencial dos híbridos comerciais (SARAIVA, et al., 2019) que atualmente, se tiverem condições de clima e manejo adequados, podem ultrapassar as 15 t ha⁻¹ no milho safra (CAIRES, MILLA, 2016).

Muitas vezes, no caso da semente de soja e de feijão, por serem plantas que se autopolinizam, o produtor acaba produzindo sua própria semente, porém, nem sempre essa semente tem qualidade suficiente para garantir um bom estabelecimento da lavoura, resultando em frustrações e perdas econômicas (BEVILAQUA et al., 2013; BELLÉ, et al., 2016).

Dividindo o custo total de milho na primeira safra, por exemplo, entre custo com insumos (R\$ 2.381,00) e custo operacional (R\$ 1.144,39), em 2018/2019, é possível observar que o operacional representa uma parcela significativa do custo de produção. Importante destacar que este custo operacional, apresentando no apêndice B, considera a terceirização do serviço, o que inclui a mão de obra e os encargos trabalhistas relacionados.

A terceirização dos tratos culturais (em especial pulverizações) é algo comum em países como os EUA, aonde a prestação de serviço é feita por pessoas especializadas, que fazem o monitoramento das lavouras para posicionamento mais assertivo do momento da

aplicação dos defensivos agrícolas. Essa prática não é tão comum no Brasil, o que demanda alto investimento por parte do produtor rural em máquinas e implementos agrícolas (NOVAIS, ROMERO, 2009).

É comum para um produtor de 100 hectares de área cultivada ter em sua propriedade um parque de máquinas com valor superior a 2 milhões de reais, que além de imobilizar capital, representa custos de manutenção e perdas por depreciação ao passar do tempo. Por outro lado, a terceirização nem sempre funciona adequadamente no Brasil, uma vez que o prestador de serviço nem sempre faz a aplicação dos defensivos no momento correto, resultando em perdas no potencial produtivo. Logo, percebe-se fatores positivos e negativos da terceirização das atividades operacionais. Conforme mencionado no material e métodos, nesse trabalho optou-se pela terceirização dos manejos operacionais, considerando que no sudoeste do Paraná, a grande maioria das propriedades possuem entre 1 e 2 módulos fiscais, sendo, portanto, a terceirização dos processos uma estratégia interessante para essas propriedades.

4.2.1 Avaliação dos resultados econômicos dos tratamentos utilizados

Os resultados da Tabela 8 representam o somatório das duas safras estudadas (2018/2019 e 2019/2020), para garantir que todos os tratamentos possuíssem o mesmo período de análise. No entanto os dados por tratamento estão detalhados nos apêndices C, D, E e F. A partir dos resultados, verifica-se que todos os tratamentos foram positivos e são, portanto, economicamente viáveis.

O maior LO, R\$13.572,73, foi observado no tratamento 2 (Tabela 8), que aliado a um IL de 50,96%, apresentou-se como o melhor desempenho econômico entre todos os tratamentos, em relação à lucratividade por área. Os altos preços de venda de feijão e do milho, aliados às altas produtividades da cultura da gramínea, influenciaram no maior retorno econômico do tratamento que recebeu a cultura do milho na 1^o safra, e feijão na 2^o safra.

Apesar de a cultura do feijão não ser uma *commoditie*, em função de apresentar basicamente consumo interno, seu cultivo na safra tem potencial de uso da produção para semente, aonde é colhido em dezembro e utilizado para cultivo na segunda safra pós-soja e/ou

milho, o que associado à demanda de consumo, tem apresentado preços interessantes na safra nos últimos anos (CONAB, 2021a).

Resultados econômicos próximos foram identificados no sistema de rotação feijão/soja – milho/soja, o qual apresentou um LO de R\$13.372, 65 ha⁻¹, apenas R\$ 200,08 ha⁻¹ abaixo do melhor tratamento. Em termos de retorno econômico sobre os custos, o T13 apresenta-se como a melhor opção, visto que resultou em um IL 3,05% maior que o encontrado em T2. Nesse contexto, a rotação de culturas pode ser uma alternativa ao produtor que lhe traga maior segurança e sustentabilidade produtiva ao longo dos cultivos sem ter redução no seu retorno econômico.

Fato este que vai de encontro com os resultados encontrados por Volsi et al. (2021), onde verificaram que os sistemas de produção mais diversificados foram os que apresentaram maior lucratividade em relação ao sistema de sucessão soja/milho, que segundo os autores, apesar do custo variável ser elevado, este foi compensado pela maior receita obtida no sistema. Ainda de acordo com os autores, a alta produtividade de milho, soja e feijão em três anos de estudo influenciaram no maior retorno líquido obtido nos tratamentos que continham essas culturas em rotação, que aliadas aos preços de mercado, destacaram-se entre os demais sistemas.

Tabela 8 – Indicadores econômicos médios dos 24 tratamentos nos dois anos safras (2018/2019 e 2019/2020). Dois vizinhos – PR, 2021.

Sistemas	Tratamentos	COE R\$ ha ⁻¹	RB R\$ ha ⁻¹	MB %	LO R\$ ha ⁻¹	IL (%)
1	1	11.949,29	23.736,66	98,64%	11.787,37	49,66%
	2	13.059,42	26.632,15	103,93%	13.572,73	50,96%
	3	9.216,26	17.049,70	85,00%	7.833,44	45,94%
	4	8.932,64	16.177,01	81,10%	7.244,37	44,78%
	5	8.667,21	17.805,86	105,44%	9.138,65	51,32%
	6	8.787,15	17.732,40	101,80%	8.945,25	50,45%
	7	10.179,16	22.921,58	125,18%	12.742,42	55,59%
	8	10.411,92	21.099,30	102,65%	10.687,38	50,65%
2	9	7.077,90	15.091,70	113,22%	8.013,80	53,10%
	10	6.970,24	15.956,20	128,92%	8.985,96	56,32%
	11	6.381,34	14.396,20	125,60%	8.014,86	55,67%
	12	6.481,59	14.097,20	117,50%	7.615,61	54,02%
	13	11.389,05	24.761,70	117,42%	13.372,65	54,01%
	14	11.908,01	22.356,80	87,75%	10.448,79	46,74%
3	15	8.545,07	15.953,50	86,70%	7.408,43	46,44%
	16	8.306,60	15.589,50	87,68%	7.282,90	46,72%
	17	7.833,67	15.382,00	96,36%	7.548,33	49,07%
	18	8.032,81	15.894,00	97,86%	7.861,19	49,46%
	19	10.562,37	19.978,90	89,15%	9.416,53	47,13%
4	20	10.803,74	21.819,61	101,96%	11.015,87	50,49%
	21	8.526,02	15.992,50	87,57%	7.466,48	46,69%
	22	8.598,53	16.362,75	90,30%	7.764,22	47,45%
	23	8.936,68	15.808,65	76,90%	6.871,97	43,47%
	24	8.654,78	17.093,65	97,51%	8.438,87	49,37%

COE: Custo Operacional Efetivo; RB: Receita Bruta; MB: Margem Bruta; LO: Lucro Operacional; IL: Índice de Lucratividade. Fonte: Autora, 2021.

Relacionando o maior e menor resultado econômico, respectivamente para os tratamentos 2 e 23, observa-se uma diferença de R\$ 6.700,76 ha⁻¹ para o LO e 7,49% para o IL. Esta diferença está associada às culturas utilizadas, onde no tratamento 23 foram cultivadas apenas plantas de cobertura na 2^o safra e trigo na entressafra de 2018/2019, enquanto que no tratamento 2 foram utilizadas plantas de interesse comercial na 1 e 2^o safra dos dois anos safras de estudo. A baixa produtividade da cultura soja no segundo ano safra, aliada a um custo operacional efetivo alto do tratamento 23, e a baixa lucratividade do trigo na entressafra, também influenciaram na obtenção dos menores resultados econômicos deste tratamento.

Em contrapartida, Schneider (2021) relatou um Lucro operacional de R\$ 6.010,15 ha⁻¹ para a cultura da soja semeada após o cultivo de trigo, resultado este 41,66% superior ao encontrado para a cultura da soja após o cultivo de trigo em 2019/2020 (Apêndice D). Tal diferença pode estar relacionada pela alta produtividade obtida com a cultivar BMX Zeus e o menor custo operacional efetivo encontrado pelo autor.

Ao analisar os indicadores econômicos dos tratamentos que possuíam a cultura do milho na parcela principal no sistema de sucessão, o melhor resultado foi obtido no T2, com a cultura do feijão na segunda safra, sendo superior aos demais tratamentos, principalmente com relação ao valor de LO por hectare. Já no T3 e T4, tratamentos com as plantas de cobertura crotalária (R\$7.833,44 ha⁻¹) e lablab (R\$7.244,37 ha⁻¹) foram observados os menores resultados econômicos, logicamente pela menor receita oriunda do não cultivo de culturas com viés grão na segunda safra. Hipoteticamente, esperava-se uma produtividade superior de milho nesses tratamentos no 2º ano de cultivo, em função do uso prévio de uma leguminosa, no entanto, isso não ocorreu na safra 2019/2020 em relação aos outros tratamentos, o que reduziu os indicadores econômicos desses tratamentos. Em outras palavras, o produtor deixou de obter uma receita de R\$ 5.739,29 ha⁻¹ ao longo das duas safras quando adotou o cultivo de plantas de cobertura em relação ao cultivo do feijão na segunda safra.

Projetando à realidade do produtor rural, o cultivo de crotalária, por exemplo, em detrimento do feijão na segunda safra pós-cultivo de milho, faz com que o produtor que cultiva 100 hectares deixe de ter um retorno econômico de R\$537.929,00. Este dado é muito impactante e reflete o porquê prefere-se o cultivo de plantas comerciais em detrimento às plantas de cobertura. Na lógica de destinar anualmente 20 a 25% da área para cultivo com plantas de cobertura, o impacto econômico de curto prazo é bem menor e os benefícios propiciados podem refletir ganhos compatíveis quando analisado o sistema sob a ótica de 8 a 10 anos de manejo.

Outra alternativa que merece atenção da pesquisa é a possibilidade do cultivo da crotalária em consórcio com *Urochloa* pensando na colheita de semente nos meses de junho a julho. Observou-se visualmente no trabalho que a cultura consegue produzir semente e seu cultivo em consórcio com *Urochloa* alia proteção do solo e potencial de retorno econômico no curto prazo com a venda de semente.

No cultivo de milho-soja em sucessão (T1) verificou-se redução de R\$ 1.785,36 ha⁻¹ de LO quando comparado ao tratamento que recebeu feijão após o cultivo de milho (T2). Isto

se explica pelo aumento de produtividade da cultura do milho na safra de 2019/2020 e pelo alto preço de venda do feijão, que mesmo com redução de produtividade na segunda safra alcançou retorno financeiro interessante. A baixa produtividade da soja quando cultivada em 2ª safra de verão é uma consequência das condições climáticas existentes, como dias curtos e menor luminosidade, que tendem a comprometer o potencial produtivo da cultura. Outro aspecto é a maior pressão de pragas e doenças que ocorrem nos meses de fevereiro, março, uma vez que no momento do estabelecimento da cultura, a pressão já é alta. Geralmente, quando cultivada em 2ª safra de verão, a cultura é destinada para produção de sementes, o que pode agregar de 10 a 15% na lucratividade da cultura, porém, no caso do estudo, foi considerado a venda para grãos.

Analisando os resultados dos tratamentos que receberam a cultura da soja na parcela principal pode-se verificar que o uso de feijão (T7) apresentou uma diferença lucrativa de R\$ 2.055,04 por hectare em relação ao uso de milho (T8), aliado a um retorno econômico sobre os custos de 55,59%. Esta margem mais elevada tanto de LO e IL está relacionada, principalmente, pelo menor custo efetivo e o alto valor agregado da cultura do feijão no momento da venda. Ainda, este sistema apresenta menor índice de risco produtivo por perdas ocasionadas por danos de geada, uma vez que o feijão é colhido até final de maio, possibilitando o cultivo de trigo logo na sequência, enquanto o milho segunda safra geralmente é colhido final de junho, início de julho, ficando, portanto, mais exposto ao risco de geada e resultando em uma entressafra de 60 a 90 dias para a próxima safra, o que faz com que a maior parte das áreas permaneçam em pousio durante este período.

De acordo com Castro et al. (2011), o pousio após o cultivo de culturas comerciais na segunda safra ou, ainda, após a safra de verão, levam à maior ocorrência de plantas daninhas e degradação do solo, em relação as áreas que se mantêm com vegetação, tanto de culturas comerciais como de plantas de cobertura.

Apesar da sucessão soja-milho (T8) ser o arranjo produtivo mais utilizado no estado do Paraná (FALEIROS, 2020), esse sistema ficou em 9º colocado com melhor IL e 6º colocado com melhor LO entre os 24 tratamentos. Volsi et al. (2021) verificaram, no norte do estado do Paraná, que o sistema de sucessão soja/milho ficou em 5º colocado, com menor lucratividade por área, e em 4º lugar, com maior custo variável, em um experimento realizado com 5 sistemas de produção entre sucessão e rotação, sendo que o maior número de espécies favoreceu os indicadores econômicos.

A diferença do LO de T8 para o melhor tratamento (milho/feijão) foi de R\$ 2.885,35 ha⁻¹, mostrando a importância da diversificação de espécies dentro da propriedade. Percentualmente, o melhor tratamento foi 20,37% mais lucrativo que a sucessão soja/milho, indicando assim, que o uso de arranjos produtivos diferentes pode ser uma alternativa, a fim de mudar o cenário atual de sistemas de produção utilizados na região do estudo e, de modo geral, trazer novas alternativas de cultivo e, em consequência, maior renda ao produtor rural.

Battisti et al. (2020), com o objetivo de verificar a viabilidade de sistemas de produção de soja e milho, em lavouras solteiras e sob a sucessão, observaram, a partir de um levantamento considerando o rendimento de 35 safras (1981 á 2015) uma lucratividade da sucessão soja/milho de R\$7.400,00 ha⁻¹ para a região do centro-oeste do Brasil.

Já Oligini et al. (2021), em um estudo de viabilidade econômica da sucessão soja/milho em diferentes épocas de semeadura no sudoeste do Paraná verificaram um LO médio de R\$ 8.771.35 ha⁻¹ para a sucessão quando somados os anos safras de 2016 e 2017. Resultado este 18% menos lucrativo que o obtido em T8. O alto preço de venda dos grãos de soja e milho obtidos em 2018/2019 e 2019/2020 foi um dos principais fatores que condicionaram essa diferença, visto que os autores utilizaram como base nos cálculos um preço de venda aproximadamente 16% inferior aos encontrados para a soja e 40% para o milho que, conseqüentemente, resultaram em uma lucratividade menor.

Segundo Nóia Júnior e Sentelhas (2019), o cultivo em sucessão de soja e milho torna-se um sistema de produção com alto risco embutido, sendo que o melhor retorno econômico é influenciado pela decisão da melhor época de semeadura, sem contar que no país os produtores destas culturas são acometidos por um alto investimento, uma vez que possui um alto custo de produção e uma grande oscilação nos preços de vendas.

Comparando os tratamentos com a cultura do feijão na parcela principal verifica-se que o melhor arranjo produtivo e econômico no período de verão foi o tratamento (T13), que continha feijão na primeira safra e soja em sequência, com os valores de LO (R\$ 13.372,65 ha⁻¹) e de IL (54,01%). Mesmo fazendo parte do sistema de rotação de culturas com o milho, os resultados obtidos com o cultivo de feijão como cultura principal no período de verão foi superior 24,24% (LO) e 5,03% (IL) em relação ao maior resultado obtido para a soja no sistema de sucessão (T8), no mesmo ano de cultivo. Em comparação com a cultura do milho verão, sob o sistema de sucessão, estas diferenças foram ainda maiores, 23,61% (LO) e

10,04% (IL), demonstrando que a escolha por este arranjo produtivo também pode ser uma opção importante para o produtor rural.

Tecnicamente é possível dizer que a cultura do trigo utilizada no sistema 4 é a cultura de maior risco produtivo, devido à possibilidade de ocorrência de geadas na antese/espigamento ou chuvas na pré-colheita, que afetam a qualidade industrial do trigo (GUARIENTI et al., 2005; SCHNEIDER, 2021) e, conseqüentemente, seu preço de mercado. Logo, para diminuir esses riscos, a semeadura do trigo ocorre no final do mês de maio, o que resulta em colheita na segunda quinzena de outubro, e acaba por atrasar o cultivo da soja, expondo a cultura a maior pressão de pragas e doenças no mês de fevereiro, destacando-se como principal motivo pelo qual os produtores têm trocado o cultivo de trigo por milho na segunda safra, em especial no estado do Paraná (MAPA, 2021), associado é claro, ao bom retorno econômico do milho segunda safra.

No entanto, na comparação desses sistemas, o tratamento que utilizou um ano trigo e um ano milho (T20) foi R\$216,51 há⁻¹ superior, que a sucessão soja/milho (T8). Isso mostra que, ao mesmo tempo que é fundamental fazer a rotação de culturas para reduzir a pressão de doenças necrotróficas sobre o trigo (REIS, et al., 2011), esse sistema pode ter maior lucratividade ao cultivo de milho segunda safra, o que une vantagens diretas e indiretas do sistema aonde se adota a rotação de culturas. Ainda, o cultivo do trigo possibilita o uso de outras moléculas de herbicidas, mais efetivos no controle de plantas daninhas problemáticas, como a buva, facilitando assim o manejo na cultura da soja em sequência (LAMEGO et al., 2013), que quando após milho, apresenta muitos problemas ou custo mais elevado de manejo.

Nesse contexto, danos referentes às altas infestações de buva levam a uma redução de produtividade da soja a qual pode chegar a 25%, dependendo da sua infestação (TREZZI et al., 2013), o que extrapolando a produtividade versus o valor de venda, pode facilmente representar valores próximos a R\$ 1.800,00, valor este que teria que ser descontado do lucro do milho 2º safra.

Avaliando os resultados dos tratamentos que possuíam as plantas de cobertura após o cultivo das plantas de interesse econômico, verifica-se que, nos tratamentos T5 e T6 o cultivo de *Uruchloa* (R\$ 8.945,25 ha⁻¹) e milheto (R\$ 9.138,65 ha⁻¹) pós-milho apresentaram retorno econômico relevante em relação aos outros tratamentos com plantas de cobertura do sistema 1. Isto ocorreu porque houve elevação da produtividade do milho após o cultivo destas espécies, aliada ao menor custo com a aquisição de sementes e manejo em relação a uma

cultura comercial, como é o caso do tratamento 1. Porém, se verificados os resultados de Lucro Operacional, observa-se que a cultura comercial na segunda safra (T1 e T2) promove maior retorno econômico ao produtor rural.

Em sequência a soja verão, o uso de lablab (T10) mostrou-se como o melhor tratamento entre as demais plantas de cobertura, no sistema de sucessão. Com relação às culturas comerciais, esse tratamento foi, inclusive, 5,67% superior ao tratamento soja/milho (T8), quando analisados o retorno sobre os custos. Em contrapartida, o LO apresentou uma redução de R\$ 1.701,42 ha⁻¹ em comparação com o T8. Este valor, considerando o risco produtivo e as potenciais vantagens do uso das plantas de cobertura nos atributos do solo no médio a longo prazos, mostram um interessante potencial de uso. O baixo custo de estabelecimento e manejo em relação às culturas comerciais acaba por ajudar os bons indicadores econômicos desse sistema.

Nesse mesmo contexto, observa-se que o T10 foi também o tratamento mais seguro em termos econômicos, para o produtor rural, em comparação ao sistema milho/feijão (50,96%), entretanto, quando considerado o LO e/ou lucro líquido, a diferença foi de 4.586,77 reais a mais por hectare no T2. Neste caso, é possível observar menor risco produtivo do cultivo da soja na safra verão e lablab na segunda safra, porém, este acaba por resultar em um menor lucro por área. Estes indicadores permitem a interpretação de que o mais correto seja uma mescla entre risco produtivo e potencial de retorno econômico, no sentido de que o produtor rural deveria trabalhar com um sistema de combinação de espécies (cultivares e híbridos) e épocas de semeadura, a fim de diluir o risco e otimizar a sua lucratividade ao longo do tempo, pensando em retorno de sistemas no prazo de 8-10 anos e não apenas durante uma safra agrícola. Ainda, essa medida possibilita uma melhor distribuição da demanda de mão de obra, possibilitando, por exemplo, a semeadura em melhores condições de ambiente, vantagem essa que não está sendo considerada neste trabalho.

Após o cultivo de feijão e milho na primeira safra sobre o sistema de rotação, as plantas de cobertura que se destacaram em termos econômicos foram os tratamentos que receberam a cultura de milheto (T17) e *Urochloa* (T18), com LO de R\$ 7.548,33 ha⁻¹, R\$ 7.861,19 e IL de 49,07% e 49,46%, respectivamente. Tal circunstância pode estar relacionada com a produtividade elevada do milho e feijão após o cultivo destas plantas e o baixo custo da semente das plantas de cobertura que, em consequência, apresentaram bom resultado econômico. A maior produção de biomassa, associada à agressividade radicular destas

espécies, pode no curto prazo, ter entregue melhorias no componente solo, com adicional supressão de daninhas (BORGES et al., 2014), resultando em vantagens comparativas superiores a adoção das leguminosas, que tendem a expressar maior viabilidade à medida que o sistema se estabiliza.

Os tratamentos T19 e T20 foram os que apresentaram o melhor desempenho econômico dentro do sistema 4, que recebeu soja no verão e trigo na entressafra de 2018/2019. O tratamento que continha *Urochloa* foi o que se destacou em ambos, com um LO de R\$ 11.015,87 ha⁻¹ e um IL de 50,49%, sendo, portanto, o arranjo produtivo mais indicado dentro deste sistema.

De forma resumida, analisando a utilização de plantas de cobertura na segunda safra, verifica-se que em todos os tratamentos, o LO foi inferior quando utilizadas as culturas comerciais. Isso é justificável, já que as culturas como soja, milho, feijão e trigo tem como produto final a comercialização de grãos, enquanto que as plantas de cobertura têm seus efeitos indiretamente associados ao aumento da produtividade via melhoria da qualidade do ambiente produtivo, que tendem a se expressar em maior magnitude após anos contínuos de sua adoção.

4.2.2 Análise do desempenho econômico dos sistemas de produção

A fim de facilitar a comparação entre os sistemas de produção, foram elencados os valores máximo, médio e mínimo de RB, MB, LO e IL de cada sistema, os quais estão descritos na Tabela 9. Estes parâmetros identificam 3 possíveis cenários de resultados, o máximo retorno econômico da utilização daquele sistema, o menor retorno econômico e o valor médio indica o resultado mais provável de obtenção na prática, da utilização dos tratamentos avaliados em cada sistema.

Tabela 9 – Indicadores econômicos médios de dois anos safras por sistema de produção (2018/2019 e 2019/2020). Dois vizinhos – PR, 2021.

Sistemas	Tratamentos	Valores	RB R\$ ha ⁻¹	MB %	LO R\$ ha ⁻¹	IL (%)
1	5	Máximo	17.805,86	98,64%	9.138,65	51,32%
	-	Médio	19.855,63	95,98%	9.753,63	48,85%
	4	Mínimo	16.177,01	81,10%	7.244,37	44,78%
2	10	Máximo	15.956,20	128,92%	8.985,96	56,32%
	-	Médio	17.260,36	118,84%	9.343,34	54,23%
	7	Mínimo	21.099,30	102,65%	10.687,38	50,65%
3	13	Máximo	24.761,70	117,42%	13.372,65	54,01%
	-	Médio	18.322,92	95,63%	8.987,05	48,74%
	15	Mínimo	15.953,50	86,70%	7.408,43	46,44%
4	20	Máximo	21.819,61	101,96%	11.015,87	50,49%
	-	Médio	17.842,68	90,56%	8.495,65	47,43%
	23	Mínimo	15.808,65	76,90%	6.871,97	43,47%

Sistemas 1 e 2 - sucessão de culturas e sistemas 3 e 4 - rotação de culturas. RB: Receita Bruta; MB: Margem Bruta; LO: Lucro Operacional; IL: Índice de Lucratividade. Fonte: Autora, 2021.

O sistema de sucessão que recebeu soja na 1^o safra (S2) apresentou o maior valor médio de IL entre todos os sistemas com percentuais de 5,49% e 6,80% superiores aos encontrados nos sistemas de rotação de culturas S3 e S4, respectivamente. Este resultado indica que os tratamentos que possuem a cultura da soja na safra de verão tendem disponibilizar aos produtores maior porcentagem da renda bruta provável após o pagamento dos custos de produção em relação aos outros arranjos produtivos. Apesar disso, o sistema 1 foi o que apresentou maior Lucro Operacional médio por hectare, ou seja, a adoção de milho safra pode garantir aos produtores um maior lucro por unidade de área (hectare) em relação aos demais sistemas.

Em contrapartida, Mello (2015) analisando a viabilidade econômica de sistemas de rotação versus sistemas de sucessão de culturas, utilizando o cultivo de soja verão e plantas de cobertura em três safras produtivas, verificou que o uso da rotação obteve índices de lucratividade de 74,4%, 94,9% e 29,6% superior à sucessão, que associado ao aumento de produtividade de 8, 18 e 4 sacas por hectare, respectivamente, apresentou-se como o sistema de produção mais viável no viés econômico.

Resultados positivos também foram observados por Volsi et al. (2021), que observaram maior retorno econômico nos sistemas de rotação em relação ao sistema de

sucessão soja/milho, em três safras produtivas, com retorno líquido 2,8 vezes maior no sistema de maior diversificação de espécies.

O sistema 4 apresentou o menor valor médio de IL (47,43%) e, portanto, apresenta-se como a opção menos indicada dentre as avaliadas. No entanto, mesmo apresentando IL mais baixo, este ainda se torna economicamente viável. Assim como IL, o LO médio também foi menor neste sistema, que após consideradas as produtividades e os altos custos dos tratamentos, se obteve, na média, menor lucratividade em relação aos demais sistemas. Outro fator determinante para estes resultados foi o atraso na época de semeadura da segunda safra de verão, o que levou a uma redução de produtividade desses tratamentos.

Se comparados os sistemas 1 (milho verão) e 2 (soja verão) observa-se que a soja traz ao produtor rural maior retorno econômico sobre os custos de produção, pois apresenta maior IL médio entre todos os tratamentos em comparação ao resultado do IL obtido para o sistema 1, com a cultura do milho. Por outro lado, o cereal apresentou diferença de lucratividade média por hectare de R\$ 410,29 ha⁻¹ sendo, portanto, o mais lucrativo por área dentre estes dois sistemas. Além de que, no cenário mais positivo, o sistema 1 apresentou um LO (T1) levemente superior ao sistema 2 (T10), indicando que, se as condições forem favoráveis, o produtor pode ter um lucro por área maior neste sistema.

Já no pior cenário, o cultivo de milho na primeira safra (T4) demonstrou uma redução de lucro de até 32,22 % em relação ao pior resultado obtido com o cultivo de soja (T8), visto que o pior cenário no sistema 1 foi observado na sucessão milho/lablab, enquanto que no sistema 2 foi na sucessão soja/milho. Desta maneira, é possível afirmar que nos melhores cenários o milho pode ser uma alternativa mais lucrativa ao produtor, em relação ao cultivo de soja no verão, contudo, se a busca for por sistemas que lhe tragam maior retorno econômico sobre os custos, o produtor deve optar por arranjos produtivos que contenham soja na safra de verão.

Constatação semelhante foi relatada em um estudo realizado no estado do Paraná, com o cultivo de soja verão comparado ao cultivo de milho. A soja apresentou-se a opção mais viável aos produtores rurais em piores cenários, quando avaliados os níveis de risco em relação ao milho. De acordo com os autores um dos fatores que contribuiu para tal fato foi a receita líquida mais interessante da oleaginosa, em detrimento do cereal, que no pior cenário (100% de risco) apresentou uma receita líquida positiva de 26,78% superior ao milho (MELO et al., 2012).

Já Silva et al. (2019) observaram maior retorno econômico da cultura do milho segunda safra em cenários pessimistas, enquanto que a soja apresentou menor lucratividade a partir de análises de sensibilidade das culturas no estado de Goiás.

Entre os sistemas de rotação observa-se que no sistema 3 o valor médio apresentou uma diferença positiva de R\$ 491,40 no LO e 1,31 % no IL, em relação ao sistema 4. Além de que no melhor e no pior cenário, o sistema 3 também apresentou resultados superiores, sendo, portanto, o mais indicado entre os sistemas de rotação de culturas. O maior número de cultivos com espécies comerciais, tanto na 1^o quanto na 2^o safra, nos dois anos de estudo, favoreceram o maior retorno econômico obtido pelo sistema 3. Outro fator ainda foi o uso de trigo na entressafra que, em função do maior risco de produtividade, baixo retorno econômico e a impossibilidade de cultivo de culturas comerciais na segunda safra, afetaram os índices econômicos deste sistema.

4.2.3 Avaliação do desempenho individual de cada cultura principal

Os resultados econômicos de cada cultura comercial utilizada nos dois anos (2018/2019 e 2019/2020) do experimento estão dispostos nas Tabelas 10 a 13. O isolamento dos índices econômicos por cultura foi utilizado a fim de verificar o desempenho durante os diferentes períodos cultivados de soja, feijão e milho e determinar a influência das plantas de cobertura conduzidas entre os plantios destas culturas nos resultados econômicos e produtivos finais.

Para o milho, no primeiro ano (2018/2019), verifica-se que o melhor período de utilização da cultura foi o cultivo na primeira safra (Tabela 10), o qual apresentou maior LO e IL comparado com seu cultivo na segunda safra. Em relação ao LO, essa diferença foi de R\$ 3.966,33 e R\$ 3.911,42 para o sistema 2 e 3, respectivamente. Na safra de verão as condições climáticas são mais favoráveis ao desenvolvimento da cultura, o que promove maior rendimento de grãos (FARINELLI et al., 2003) e, conseqüentemente, maior lucro ao produtor rural.

De acordo com Nóia Júnior e Sentelhas (2019), o cultivo de milho na segunda safra, para o estado do Paraná e sul de São Paulo, é altamente sensível às condições climáticas,

sendo a temperatura um fator crítico para o seu cultivo nessas regiões, uma vez que o atraso na semeadura pode ocasionar ciclos mais longos, ou ainda, predispor a cultura a maiores riscos com geadas. Nesse contexto, o produtor tende a investir mais no período de verão em comparação a segunda safra, onde os riscos produtivos são superiores.

Na segunda safra, o cultivo de milho apresentou maior LO em T14, sendo 4,98% superior ao indicador de T8, enquanto que o IL foi o inverso, sendo o T8 levemente superior. Um dos fatores que contribuíram para o maior LO foi a produtividade do milho, que foi superior após o cultivo de feijão verão em comparação à cultura da soja, que apesar de também ser uma leguminosa, não proporcionou rendimento de grãos de milho superiores, em função do atraso na semeadura em detrimento de quando cultivada pós feijão.

Resultados econômicos inferiores foram encontrados por Furlaneto e Esperancini (2010) para o milho segunda safra, os quais relataram um LO de R\$ 176,9 ha⁻¹ e um IL de 12,6%. Fatores como preço de venda inferior, menor produtividade e os custos com despesas fixas, como depreciação, encargos trabalhistas podem ter afetado tais diferenças em relação aos resultados encontrados no presente experimento.

Por outro lado, Oligini et al. (2019), em um estudo com diferentes épocas de semeadura de milho segunda safra, verificaram um resultado econômico superior aos do experimento, no tratamento com semeadura realizada no mês de janeiro. Os dados encontrados pelos autores foram de R\$ 1.385,43 ha⁻¹ e 41% para LO e IL, respectivamente. Ao comparar com os resultados obtidos nesse estudo, verificam-se diferenças para o LO e IL de R\$ 282,19 ha⁻¹ e 7,98% em relação ao T4, enquanto que para o T14 essas diferenças são ainda maiores, chegando a patamares de R\$ 397,10 ha⁻¹ para o LO, e 9,44% para o IL. O menor COE (R\$ 2.024,74 ha⁻¹) encontrado pelos autores, aliado a maior produtividade de milho (kg 8.461,95 ha⁻¹) foram fatores que contribuíram para os indicadores econômicos.

Tabela 10 – Indicadores econômicos da 1° e 2° safra de milho em 2018/2019 e 2019/2020. Dois vizinhos – PR, 2021.

Tratamentos 2018/2019	1° Safra					2° Safra				
	COE R\$ ha ⁻¹	RB R\$ ha ⁻¹	MB %	LO R\$ ha ⁻¹	IL (%)	COE R\$ ha ⁻¹	RB R\$ ha ⁻¹	MB %	LO R\$ ha ⁻¹	IL (%)
1	3.525,39	8.540,05	142,24%	5.014,66	58,72%	-	-	-	-	-
2	3.525,39	8.540,05	142,24%	5.014,66	58,72%	-	-	-	-	-
3	3.525,39	8.540,05	142,24%	5.014,66	58,72%	-	-	-	-	-
4	3.525,39	8.540,05	142,24%	5.014,66	58,72%	-	-	-	-	-
5	3.525,39	8.540,05	142,24%	5.014,66	58,72%	-	-	-	-	-
6	3.525,39	8.540,05	142,24%	5.014,66	58,72%	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	2.083,67	3.132,00	50,31%	1.048,33	33,47%
14	-	-	-	-	-	2.237,56	3.340,80	49,31%	1.103,24	33,02%
Tratamentos 2019/2020	COE R\$ ha ⁻¹	RB R\$ ha ⁻¹	MB %	LO R\$ ha ⁻¹	IL (%)	COE R\$ ha ⁻¹	RB R\$ ha ⁻¹	MB %	LO R\$ ha ⁻¹	IL (%)
1	3.955,58	8.638,56	118,39%	4.682,98	54,21%	-	-	-	-	-
2	4.076,51	9.421,60	131,12%	5.345,09	56,73%	-	-	-	-	-
3	3.976,47	8.509,65	114,00%	4.533,18	53,27%	-	-	-	-	-
4	3.880,75	7.636,96	96,79%	3.756,21	49,18%	-	-	-	-	-
5	4.059,42	9.265,81	128,25%	5.206,39	56,19%	-	-	-	-	-
6	4.051,36	9.192,35	126,90%	5.140,99	55,93%	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	2.323,62	3.631,98	56,31%	1.308,36	36,02%
13	3.740,82	6.516,50	74,20%	2.775,68	42,59%	-	-	-	-	-
14	3.691,36	5.486,00	48,62%	1.794,64	32,71%	-	-	-	-	-
15	3.724,42	6.398,50	71,80%	2.674,08	41,79%	-	-	-	-	-
16	3.673,85	6.034,50	64,26%	2.360,65	39,12%	-	-	-	-	-
17	3.605,02	5.827,00	61,64%	2.221,98	38,13%	-	-	-	-	-
18	3.716,16	6.339,00	70,58%	2.622,84	41,38%	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-	2.397,07	4.543,76	89,55%	2.146,69	47,24%

COE: Custo Operacional Efetivo; RB: Receita Bruta; MB: Margem Bruta; LO: Lucro Operacional; IL: Índice de Lucratividade. Fonte: Autora, 2021.

Assim como no primeiro no ano, a cultura do milho apresentou melhor desempenho econômico na primeira safra em relação à segunda safra de 2019/2020 para o sistema 1 (Tabela 10). No verão, os indicadores econômicos sofreram variações entre as subparcelas. Essas variações estão correlacionadas com as diferentes produtividades e COE obtidos, visto que para a contabilização dos custos de cada subparcela foram considerados os seus respectivos valores de produtividade. O melhor desempenho econômico do milho na primeira safra foi observado após o cultivo de feijão segunda safra, o qual apresentou um LO de R\$ 5.345,09 ha⁻¹ e um IL de 56,73%. Já o menor desempenho foi observado após o cultivo de lablab que em relação ao melhor tratamento demonstrou uma diferença de R\$ 1.588,88 ha⁻¹ para o LO e 7,55 % para o IL.

O uso de milheto e *Urochloa* na segunda safra de 2018/2019, no sistema de sucessão, proporcionaram resultados de produtividade interessantes de milho no verão no ano seguinte, o que refletiu diretamente nos indicadores econômicos avaliados neste período. Observa-se ainda, uma proximidade nos resultados obtidos nestes tratamentos com os encontrados em T2, o que permite uma reflexão favorável ao uso destas espécies em substituição ao uso de soja e feijão em arranjos produtivos que contemplem o milho no verão, especialmente em situações onde o objetivo do produtor rural também tenha viés conservacionista e não apenas produtivo e econômico. Essa substituição é interessante, já que a diferença dos resultados econômicos de milho nos tratamentos T5 e T6 para o melhor tratamento foram de apenas R\$ 138,70 ha⁻¹ e R\$ 204,10 ha⁻¹ para o LO e de 0,54% e 0,80% para o IL.

Apesar de não se encontrar na literatura trabalhos que demonstrem economicamente o efeito das plantas de cobertura, Arruda et al. (2021) demonstraram, em seu estudo com diversas espécies de plantas de cobertura, que a *Urochloa* foi a espécie que mais absorveu nitrogênio e fósforo, acumulando-os na sua composição foliar, e o milheto foi a espécie que apresentou maior densidade de esporos de fungos micorrízicos, os quais auxiliam na captação e absorção de nutrientes pelas plantas. De acordo com os autores, a capacidade de alta produção de palhada com alto acúmulo de nutrientes por estas culturas pode ser uma importante ferramenta para o alcance de altos desempenhos agrônômicos de espécies vegetais cultivadas em sequência, especialmente em sistemas de consócio ou rotação de culturas.

Já nos sistemas de rotação, o cultivo de milho na segunda safra apresentou-se mais seguro em relação ao seu cultivo no verão, isso porque seu IL foi de 47,24%, enquanto que na primeira safra esse indicador variou entre 32,71% a 42,59%. Todavia, em termos de

lucratividade, o cultivo de verão foi na maioria dos tratamentos o que apresentou o maior valor de LO, apresentando-se mais lucrativo para o produtor rural. Com exceção apenas do T14 que foi 16,40% menos rentável que T20, mostrando assim que o cultivo consecutivo de uma mesma cultura, como foi o caso deste tratamento (milho segunda safra e milho verão) em sequência, não é uma alternativa viável economicamente. O maior LO e IL foi encontrado no T13 (R\$ 2.775,68 ha⁻¹ e 42,59%), onde foram rotacionadas as culturas de feijão e soja anteriormente ao cultivo de milho, que podem ter favorecido o desenvolvimento e rendimento da cultura, que foi superior aos demais tratamentos dentro do sistema.

Lucratividade inferior às encontradas no presente trabalho foi relatada por Zanachi e Schneider (2018) para o milho segunda safra, que em seu trabalho realizado no oeste do estado do Paraná verificaram uma renda líquida de apenas R\$ 555,88 reais por hectare. Apresentando uma diferença de, aproximadamente, R\$ 500,00 por hectare quando comparado com o menor valor obtido no primeiro ano de estudo e R\$ 700,00 por hectare quando comparado com o menor valor obtido no segundo ano de estudo, do presente trabalho. A semeadura tardia no mês de março e o potencial genético diferente entre os experimentos, além das condições edafoclimáticas diferentes, podem ter favorecido tal diferença.

Uma diferença positiva foi observada nos indicadores econômicos de milho na segunda safra, após dois anos de estudo, entre os tratamentos que receberam a rotação soja/*Uroclhoa*-soja/milho (T20), em relação ao cultivo após o sistema de sucessão soja/milho-soja/milho (T8). O uso da rotação proporcionou um aumento de LO de R\$838,33 ha⁻¹ e 11,22% no IL que aliado a um aumento de produtividade de 1.179 kg ha⁻¹ apresentou-se como o melhor arranjo produtivo e econômico entre ambos os tratamentos.

Em todos os tratamentos utilizados, o cultivo de soja na primeira safra promoveu LO positivo em relação ao seu cultivo na segunda safra de 2018/2019 (Tabela 11). Entre os tratamentos na safra de verão, verifica-se maior lucratividade da cultura nos tratamentos 7 ao 12, os quais apresentaram uma diferença no LO de R\$ 952,29 ha⁻¹ em relação aos tratamentos 19 ao 24. Além de apresentar maior LO, os tratamentos também obtiveram maior IL (6,81%) sendo, desta forma, os arranjos produtivos com maior retorno econômico sobre os custos para o cultivo de soja no verão. As discrepâncias entre os resultados são decorrentes da maior produtividade e menor COE encontrados entre os tratamentos 7 ao 12, os quais foram, aproximadamente, 9% mais produtivos e 8% de menor custo em comparação aos demais tratamentos. Semeadura da soja de forma antecipada reduz a pressão de pragas e doenças no período de enchimento de grãos, reduzindo assim a necessidade de uso de defensivos para manejo e, conseqüentemente, o custo de produção (GODOY et al., 2020).

O cultivo de soja segunda safra após feijão (T13) resultou em maior rendimento de grãos e melhor desempenho econômico em comparação com o seu cultivo após milho (T1). O LO e IL do melhor tratamento foi R\$1.332,21 ha⁻¹ e 12,81% superior ao menor.

Desta forma, o feijão torna-se uma importante cultura a ser considerada nos sistemas de rotação, visto que auxilia no bom desempenho agrônômico e econômico das culturas subsequentes. Segundo Nassary et al. (2020a), um dos benefícios do cultivo de feijão como cultura antecessora é a sua desfolha antecedendo a colheita que beneficia a ciclagem de nutrientes e retorno destes para as camadas superficiais do solo e que permanecem disponíveis para as culturas cultivadas em sequência, permitindo assim, maiores rendimentos de grãos e conseqüentemente maior lucratividade ao produtor rural.

A realização da semeadura de soja na segunda safra no mês de janeiro, e o menor COE, foram fatores que favoreceram a maior produtividade e lucratividade da cultura neste tratamento em relação ao T1. De acordo com o trabalho de Salomão (2017), para cada dia de atraso na semeadura da soja entre 05 de janeiro a 29 de janeiro, há uma perda de potencial produtivo de 0,52 sacas por hectare dia⁻¹ em função de que a soja é submetida a condições climáticas menos adequadas nos meses de abril e maio. Comparando os períodos dentro dos sistemas de rotação, observa-se que o cultivo de soja na segunda safra apresentou-se com maior IL quando comparado ao seu cultivo no verão, isto porque uma diferença de 2,51% foi observada entre ambos os períodos. Já para o LO, o contrário acontece, onde a diferença do LO obtido nos tratamentos no verão é 18,03% maior do que na segunda safra.

Tabela 11 – Indicadores econômicos da 1º e 2º safra de soja em 2018/2019. Dois vizinhos – PR, 2021.

Tratamentos	1º Safra					2º Safra				
	COE R\$ ha ⁻¹	RB R\$ ha ⁻¹	MB %	LO R\$ ha ⁻¹	IL (%)	COE R\$ ha ⁻¹	RB R\$ ha ⁻¹	MB %	LO R\$ ha ⁻¹	IL (%)
1	-	-	-	-	-	2.228,26	4.338,10	94,69%	2.109,84	48,64%
7	2.683,76	7.835,10	191,94%	5.151,34	65,75%	-	-	-	-	-
8	2.683,76	7.835,10	191,94%	5.151,34	65,75%	-	-	-	-	-
9	2.683,76	7.835,10	191,94%	5.151,34	65,75%	-	-	-	-	-
10	2.683,76	7.835,10	191,94%	5.151,34	65,75%	-	-	-	-	-
11	2.683,76	7.835,10	191,94%	5.151,34	65,75%	-	-	-	-	-
12	2.683,76	7.835,10	191,94%	5.151,34	65,75%	-	-	-	-	-
13	-	-	-	-	-	2.159,65	5.601,70	159,38%	3.442,05	61,45%
19	2.924,95	7.124,00	143,56%	4.199,05	58,94%	-	-	-	-	-
20	2.924,95	7.124,00	143,56%	4.199,05	58,94%	-	-	-	-	-
21	2.924,95	7.124,00	143,56%	4.199,05	58,94%	-	-	-	-	-
22	2.924,95	7.124,00	143,56%	4.199,05	58,94%	-	-	-	-	-
23	2.924,95	7.124,00	143,56%	4.199,05	58,94%	-	-	-	-	-
24	2.924,95	7.124,00	143,56%	4.199,05	58,94%	-	-	-	-	-

COE: Custo Operacional Efetivo; RB: Receita Bruta; MB: Margem Bruta; LO: Lucro Operacional; IL: Índice de Lucratividade. Fonte: Autora, 2021.

Comparando os resultados entre os anos agrícolas, a safra de 2018/2019 apresentou melhores resultados econômicos da soja em comparação com a safra seguinte (Tabelas 11 e 12). Essa redução nos indicadores econômicos no cultivo de verão, especialmente no IL, está relacionada com as menores produtividades, lucratividade final e aumento no custo operacional efetivo na maioria dos tratamentos. Já na segunda safra, os menores valores de IL e LO estão ligados principalmente com a menor produtividade ocasionada pelo baixo volume hídrico durante o desenvolvimento da cultura, que resultou em menor lucratividade em relação ao ano safra anterior.

De acordo com Battisti et al. (2018), os principais fatores que afetam a alcance de altas produtividades e lucratividade da soja são o baixo regime de chuvas, principalmente no período de enchimento de grãos e temperaturas extremas.

Em 2019/2020 (Tabela 12) o maior valor de LO e IL foi encontrado, assim como no ano anterior, na primeira safra em relação à segunda. O T10 foi o que se destacou entre os tratamentos dentro do sistema de sucessão e rotação, apresentando uma lucratividade de R\$ 5.197,72 ha⁻¹ e um retorno sobre os custos de 64,00%. Neste tratamento houve o cultivo de lablab na segunda safra do ano anterior, que favoreceu o desenvolvimento e rendimento final de grãos da cultura da soja na safra verão. Já o pior desempenho econômico da cultura na primeira safra no sistema de sucessão foi verificado no T12, que recebeu anteriormente *Urochloa*, o qual apresentou um LO de R\$ 1.686,45 ha⁻¹ e um IL 7,93% inferior ao melhor tratamento (T10). A nível de campo, nas parcelas que continham *Urochloa*, foram observadas grande quantidade de palhada da gramínea e um pior estabelecimento inicial da cultura da soja.

Já entre os tratamentos do sistema de rotação de culturas ocorreu o inverso, onde os maiores indicadores econômicos foram encontrados após o cultivo de *Urochloa* (T20), com um LO de R\$ 4.226,99 ha⁻¹ e IL de 59,10% e o menor no cultivo após o mix de milho + *Urochloa* (T21), com um LO R\$ 3.494,65 ha⁻¹, IL 54,09%. Essa diferença entre os sistemas de rotação e sucessão, para a mesma cultura antecessora, pode estar relacionada com as diferentes datas de semeadura, cultivares e condições pluviométricas entre as épocas. Já que no sistema de sucessão foi utilizada a cultivar 95R90IPRO® e no sistema de rotação a cultivar 95R51IPRO®, com semeaduras realizadas nos dias 13/09/2019 e 11/10/2019, respectivamente. Em relação às condições pluviométricas, em setembro houve menor

precipitação em comparação com o mês de outubro, que aliado à alta produção de palhada pela *Urochloa* pode ter afetado o desenvolvimento e crescimento da cultura da soja.

Tabela 12 – Indicadores econômicos da 1º e 2º safra de soja em 2019/2020. Dois vizinhos – PR, 2021.

Tratamentos	1º Safra					2º Safra				
	COE R\$ ha ⁻¹	RB R\$ ha ⁻¹	MB %	LO R\$ ha ⁻¹	IL (%)	COE R\$ ha ⁻¹	RB R\$ ha ⁻¹	MB %	LO R\$ ha ⁻¹	IL (%)
1	-	-	-	-	-	1.693,86	2.219,95	31,06%	526,09	23,70%
7	2.842,18	7.246,20	154,95%	4.404,02	60,78%	-	-	-	-	-
8	2.801,87	6.812,00	143,12%	4.010,13	58,87%	-	-	-	-	-
9	2.843,14	7.256,60	155,23%	4.413,46	60,82%	-	-	-	-	-
10	2.923,38	8.121,10	177,80%	5.197,72	64,00%	-	-	-	-	-
11	2.778,58	6.561,10	136,13%	3.782,52	57,65%	-	-	-	-	-
12	2.750,83	6.262,10	127,64%	3.511,27	56,07%	-	-	-	-	-
13	-	-	-	-	-	1.768,93	3.088,50	74,60%	1.319,57	42,73%
19	2.867,82	6.542,90	128,15%	3.675,08	56,17%	-	-	-	-	-
20	2.925,61	7.152,60	144,48%	4.226,99	59,10%	-	-	-	-	-
21	2.849,35	6.344,00	122,65%	3.494,65	55,09%	-	-	-	-	-
22	2.893,40	6.818,50	135,66%	3.925,10	57,57%	-	-	-	-	-
23	2.853,94	6.393,40	124,02%	3.539,46	55,36%	-	-	-	-	-
24	2.905,83	6.952,40	139,26%	4.046,57	58,20%	-	-	-	-	-

COE: Custo Operacional Efetivo; RB: Receita Bruta; MB: Margem Bruta; LO: Lucro Operacional; IL: Índice de Lucratividade. Fonte: Autora, 2021.

O T13 mostrou-se como o melhor tratamento entre os cultivos na segunda safra, com uma diferença positiva de R\$ 793,48 ha⁻¹ no LO e 19,03% no IL, em relação ao T1. Neste caso, o uso da rotação feijão/soja-milho/soja foi muito mais interessante no âmbito econômico do que a sucessão milho/soja-milho/soja.

Um LO de R\$ 6.381,55 ha⁻¹ foi encontrado no cultivo de feijão na safra de verão (Tabela 13), o qual apresentou-se 59,98% e 63,33% superior ao seu cultivo na segunda safra. Igualmente o IL foi superior neste período sendo 17,98% e 16,39% maior que os tratamentos T2 e T7 que foram cultivados na segunda safra. O preço alto do feijão no momento da comercialização foi um dos fatores que favoreceram os indicadores econômicos na safra de verão que percentualmente estava 50% maior que na segunda safra, além da produtividade superior neste período.

De acordo com Godfray et al. (2010), muitos são os fatores que afetam o preço dos produtos agrícolas, sendo principalmente os efeitos climáticos, estimativas de produção, demanda e políticas governamentais que norteiam a precificação em nível nacional e mundial. No caso do feijão, além destes fatores, a qualidade do grão, como coloração e tempo de cozimento são requisitos importantes, visto que este é comercializado quase que exclusivamente para o consumo humano (ARAÚJO et al., 2012). Vale ressaltar que as condições ambientais, como chuvas excessivas na colheita, é um dos principais fatores que influenciam na qualidade final do grão (PERINA et al., 2014).

Richetti e Melo (2013), analisando a viabilidade econômica de feijão-comum no estado do Mato Grosso do Sul, em cultivos realizados no verão e outono, sob três níveis de investimento (baixo, médio e alto), verificaram uma renda líquida que variou de R\$1.107,59 a R\$ 2.301,80 ha⁻¹ e uma lucratividade de 38,5% a 50,10% entre o menor e maior investimento. O preço de venda de feijão, utilizado pelos autores foi de, aproximadamente, 60% inferior que o encontrado, sendo um dos principais fatores que auxiliou na diferença entre os indicadores, além de ser considerado o COT e não apenas o COE, como foi o caso do presente trabalho.

Entre os tratamentos cultivados na segunda safra (Tabela 13), verifica-se que o cultivo após milho (T2) trás ao produtor rural maior produtividade e uma lucratividade por hectare de, aproximadamente, 8% maior que seu cultivo após soja, entretanto, quando verificado o seu retorno sobre os custos, o cultivo após soja (T7) é cerca de 1,6% mais vantajoso.

Nassary et al. (2020b) também observaram melhor desempenho de feijão após o cultivo de milho que segundo os autores foi beneficiado pela melhoria da qualidade do solo e redução de pragas e doenças sendo, portanto, o sistema mais viável em relação ao seu cultivo em monocultura.

Comparando os resultados encontrados para a cultura em 2018/2019 e 2019/2020 (Tabela 13), o primeiro ano safra foi mais rentável economicamente para o cultivo do feijão 2º safra, que demonstrou melhor desenvolvimento a campo e maior produtividade comparado com os tratamentos do segundo ano. Condições climáticas mais favoráveis, principalmente maior regime de chuvas, e semeadura antecipada são fatores que propiciaram maior rendimento de grãos e retorno econômico dos tratamentos cultivados em 2018/2019.

No segundo ano safra não foi realizado cultivo de feijão no verão, visto que no sistema 3 foi utilizado apenas arranjos produtivos que contemplassem rotação de culturas. Por outro lado, na segunda safra, a cultura foi disposta em todos os sistemas de produção.

Os melhores resultados econômicos, tanto de LO quanto IL, foram obtidos no T19, sobre o sistema de rotação soja/crotalária-soja/feijão. Os resultados encontrados neste tratamento, comparado com T7 (soja/feijão-soja/feijão), mostrou-se 46,74% (LO) e 12,75% (IL) mais interessante do ponto de vista econômico e 28,16% do ponto de vista técnico. Sendo, desta maneira, o arranjo mais produtivo e rentável, para o cultivo de feijão segunda safra.

Tabela 13 – Indicadores econômicos da 1º e 2º safra de feijão em 2018/2019 e 2019/2020. Dois vizinhos – PR, 2021.

Tratamentos	1º Safra					2º Safra				
	COE R\$ ha ⁻¹	RB R\$ ha ⁻¹	MB %	LO R\$ ha ⁻¹	IL (%)	COE R\$ ha ⁻¹	RB R\$ ha ⁻¹	MB %	LO R\$ ha ⁻¹	IL (%)
2	-	-	-	-	-	2.678,48	5.232,50	95,35%	2.554,02	48,81%
7	-	-	-	-	-	2.302,55	4.642,50	101,62%	2.339,95	50,40%
13	3.173,45	9.555,00	201,09%	6.381,55	66,79%	-	-	-	-	-
14	3.173,45	9.555,00	201,09%	6.381,55	66,79%	-	-	-	-	-
15	3.173,45	9.555,00	201,09%	6.381,55	66,79%	-	-	-	-	-
16	3.173,45	9.555,00	201,09%	6.381,55	66,79%	-	-	-	-	-
17	3.173,45	9.555,00	201,09%	6.381,55	66,79%	-	-	-	-	-
18	3.173,45	9.555,00	201,09%	6.381,55	66,79%	-	-	-	-	-

Tratamentos	1º Safra					2º Safra				
	COE R\$ ha ⁻¹	RB R\$ ha ⁻¹	MB %	LO R\$ ha ⁻¹	IL (%)	COE R\$ ha ⁻¹	RB R\$ ha ⁻¹	MB %	LO R\$ ha ⁻¹	IL (%)
2	-	-	-	-	-	2.232,84	3.438,00	53,97%	1.205,16	35,05%
7	-	-	-	-	-	1.831,67	2.886,00	57,56%	1.054,33	36,53%
14	-	-	-	-	-	2.259,44	3.975,00	75,93%	1.715,56	43,16%
19	-	-	-	-	-	2.037,48	4.017,00	97,16%	1.979,52	49,28%

COE: Custo Operacional Efetivo; RB: Receita Bruta; MB: Margem Bruta; LO: Lucro Operacional; IL: Índice de Lucratividade. Fonte: Autora, 2021.

5 CONCLUSÕES

A maior produtividade de soja e milho na primeira safra de verão de 2019/20 foi observada no cultivo após lablab e feijão, respectivamente, com produtividade de 6.247 kg ha⁻¹ e 14.877 kg ha⁻¹.

No primeiro e segundo ano de estudo, a soja na segunda safra de verão foi 22,5% e 28,1% mais produtiva no sistema de rotação de culturas em comparação ao sistema de sucessão. Para o milho, esse percentual foi de 6,25% e 17,64%, respectivamente, para o primeiro e segundo ano. O feijão cultivado na segunda safra foi até 28% mais produtivo sob os sistemas de rotação de culturas quando comparado à sucessão de culturas.

O milho se destacou entre as plantas de cobertura, com produção de biomassa total de 14 t MS ha⁻¹. O maior valor de biomassa total foi verificado, em ambos os anos, no tratamento que continha a sucessão milho-milheto-aveia + nabo, com valor de 34.064 kg MS ha⁻¹ ano (média dos dois anos).

O sistema de sucessão que recebeu soja na 1^o safra (S2) apresentou o maior valor médio de índice de lucratividade entre todos os sistemas, com percentuais de 5,49% e 6,80% superiores aos encontrados nos sistemas de rotação de culturas S3 e S4, respectivamente.

No âmbito econômico, o melhor arranjo, nos dois anos agrícolas, foi a sucessão milho-feijão-consórcio de aveia + nabo com um LO total de R\$ 13.572,73 ha⁻¹, diferindo em R\$ 200,08 ha⁻¹ do arranjo produtivo de rotação, feijão-soja – milho-soja.

A sucessão soja-milho ficou em 9^o colocado com melhor índice de lucratividade e em 6^o lugar com melhor lucro operacional. Percentualmente, feijão/milho foi 20,37% mais lucrativo que a sucessão soja/milho, indicando assim, que o uso da rotação de culturas é uma alternativa frente ao cenário atual de sucessão de culturas adotados na região do estudo.

O feijão destacou-se entre as culturas antecessoras, apresentando LO de R\$ 5.345,09 ha⁻¹ para o milho cultivado na primeira safra e R\$ 3.442,05 ha⁻¹ para a soja cultivada na segunda safra.

De maneira geral, a primeira safra representou maior participação na lucratividade dos arranjos produtivos, onde o LO do milho segunda safra (T8), por exemplo, foi de R\$ 2.356,69 ha⁻¹, ou apenas 22,05% do LO total do T8, o que demonstra a importância da 1^a safra em detrimento da 2^a safra e a viabilidade do cultivo de plantas de cobertura.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sistema de sucessão de culturas apresentou melhores resultados econômicos e produtivos em relação ao sistema de rotação de culturas. Contudo, este estudo também evidenciou a proximidade de resultados econômicos da rotação de culturas e da substituição das plantas comerciais por plantas de cobertura já no curto prazo, o que evidencia os benefícios aos produtores rurais em pouco tempo após a sua adoção.

Os resultados econômicos ainda nos permitem a interpretação de que o mais correto seja uma mescla entre risco produtivo e potencial de retorno econômico, no sentido de que o produtor rural deveria trabalhar com um sistema de combinação de espécies (cultivares e híbridos) e épocas de semeadura, a fim de diluir o risco e otimizar a sua lucratividade ao longo do tempo, pensando em retorno de sistemas no prazo de 8-10 anos e não apenas durante uma safra agrícola.

Entende-se que a receita oriunda da segunda safra de grãos é importante e fundamental para viabilização econômica do produtor, no entanto, recomenda-se também trabalhar com um planejamento de uso anual entre 20 a 25% da área para cultivo com plantas de cobertura, onde o impacto econômico de curto prazo é bem menor e os benefícios propiciados, especialmente sob a ótica de médio a longo prazo.

Entende-se, também, que uso de mix de espécies de plantas de cobertura possa ser mais promissor e atender melhor as demandas dos sistemas de produção do que seu cultivo de forma singular. Ainda, o uso contínuo da mesma espécie, no caso o uso contínuo de espécies gramíneas, tende a apresentar menor potencial produtivo que seu uso em rotação.

REFERÊNCIAS

ADAMI, P. F.; COLET, R. A.; LEMES, E. S.; OLIGINI, K. F.; BATISTA, V. V. Cover plants in soybean-wheat and soybean-soybean offseason. **Brazilian Journal of development**, v.6 n. 3, 2020. Disponível em: < <https://doi.org/10.34117/bjdv6n3-505>>. Acesso em: 05 jan. 2021.

ADETUNJI, A. T.; NCUBE, B.; MEYER, A. H.; MULIDZI, R.; LEWU, F. B. Soil β glucosidase activity, organic carbon and nutrients in plant tissue in response to cover crop species and management practices. **South African Journal of Plant and Soil**, v. 37, 2020. Disponível em: < <https://doi.org/10.1080/02571862.2020.1718786>>. Acesso em: 18 mai. 2021.

ALGERI, A.; VILAR, C. C.; USHIWATA, S. Y. REIS, R. Produção de biomassa e cobertura do solo por milho, braquiária e crotalaria cultivados em cultura pura e consorciados. **Global Science and Technology**, v. 11, n. 2, 2018. Disponível: < https://www.researchgate.net/publication/327988021_PRODUCAO_DE_BIOMASSA_E_COBERTURA_DO_SOLO_POR_MILHETO_BRAQUIARIA_E_CROTALARIA_CULTIVADOS_EM_CULTURA_PURA_E_CONSORCIADOS>. Acesso em: 17 nov. 2020.

ALVARENGA, R.C.; CABEZAS, W. A. L.; CRUZ, J. C.; SANTANA, D. P. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. **Informe Agropecuário**, v.22, n.208, p.25-36, 2001. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/485005/plantas-de-cobertura-de-solo-para-sistema-plantio-direto>>. Acesso em: 17 mar. 2020.

AMENUMEY, E. S.; CAPEL, P. D. Fertilizer Consumption and Energy Input for 16 Crops in the United States. **Natural Resources Research**, v. 23, 2014. Disponível em: <DOI:10.1007/s11053-013-9226-4>. Acesso em: 23 ago. 2020.

ANTOLIN L. A. S.; HEINEMANN, A. B.; MARINA, F. R. Impact assessment of common bean availability in Brazil under climate change scenarios. **Agricultural Systems**, v. 191, 2021. Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2021.103174>>. Acesso em: 02 jul. 2021.

ARAÚJO, L. C. A.; RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. F. B. Estimates of genetic parameters of late seed-coat darkening of carioca type dry beans. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v. 36, n. 2, p. 156-162, 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1413-70542012000200003>>. Acesso em: 12 Jul 2020.

ARRUDA, B.; HERRERA, W. F. B.; GARCÍA, J. C. R.; TURNER, C.; PAVINATO, P. C. Cover crop species and mycorrhizal colonization on soil phosphorus dynamics. **Rhizosphere**, v. 19, 2021. Acesso em: 13 jul. 2021. Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.rhisph.2021.100396>>.

BALOTA, E. L.; CALEGARI, A.; NAKATANI, A. S.; COYNE, M. S. Benefits of winter cover crops and no-tillage for microbial parameters in a Brazilian Oxisol: A long-term study. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 197, p. 31-40, 2014. Disponível em:< <https://doi.org/10.1016/j.agee.2014.07.010>>. Acesso em: 30 abr. 2020.

BARBIERI, M.; DOSSIM, M. F.; NORA, D. D.; SANTOS, W. B.; BEVILACQUA, C. B.; ANDRADE, N.; BOENI, M.; DEUSCHLE, D.; JACQUES, R. J. S.; ANTONIOLLI, Z. A. Ensaio sobre a bioatividade do solo sob plantio direto em sucessão e rotação de culturas de inverno e verão. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 42 n. 1. p. 122-134, 2019. Disponível em: < <https://doi.org/10.19084/RCA17068>>. Acesso em: 23 fev. 2020.

BATTISTI R.; FERREIRA, M. D. P.; TAVARES, E. B.; KNAPP, F. M.; BENDER, F. D.; CASAROLI, D.; ALVES JÚNIOR, J. Rules for grown soybean-maize cropping system in Midwestern Brazil: Food production and economic profits. **Agricultural Systems**, v. 182, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.102850>>. Acesso em: 15 nov. 2020.

BATTISTI, R.; BENDER, F.D.; SENTELHAS, P. C. Avaliação de diferentes dados meteorológicos em grade para simulações de produtividade de soja no Brasil. **Theor Appl Climatol**, v. 135, p. 237-247, 2019. Disponível em: < <https://doi.org/10.1007/s00704-018-2383-y>>. Acesso em: 12 jun. 2021.

BATTISTI, R.; SENTELHAS, P. C; PASCOALINO, J. A. L.; SAKO, H.; DANTAS, J. P. S.; MORAIS, M. F. Diferença de produtividade da soja no concurso de áreas de produtividade no Brasil. **Jornal Internacional de Produção de Plantas**, v. 12, p. 159–168, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s42106-018-0016-0>>. Acesso em: 25 abr. 2020.

BAUMGRATZ, E. I. Produção de trigo A decisão por análise econômicofinanceira. **Revista de Política Agrícola**, v. 26, n. 3, p. 8-21, 2017. Disponível em: <https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/view/1293>. Acesso em: 12 jan. 2020.

BELLÉ, C.; KULCZYNSKI, S. M. KUHN, P. R.; MIGLIORINI, P.; SANGIOGO, M.; KOCH, F. Physiological and sanitary quality of soybean of farm saved seeds from the Northern Rio Grande do Sul State. **Agrarian**, Dourados v.9, n.31, p.1-10, 2016. Disponível em: <DOI:10.30612/agrarian.v9i31.3520>. Acesso em: 18 fev. 2020.

BETTIOL, J. V. T.; PEDRINHO, A.; MERLOTI, L. F.; BOSSOLANI, J. W.; SÁ, M. E. Plantas de Cobertura utilizando *Urochloa ruziziensis* solteira e em consórcio com leguminosas e seus efeitos sobre a produtividade de sementes do feijoeiro. **Uniciências**, v.19, p. 13-10. 2015. Disponível em: < <https://doi.org/10.17921/1415-5141.2015v19n1p%25p>>. Acesso em: 13 fev. 2020.

BEVILAQUA, G.; ANTUNES, I.; EBERHARDT, P.; EICHHOLZ, C.; GREHS, R. **Indicações técnicas para produção de sementes de feijão para a agricultura familiar**. Embrapa Clima Temperado, Circular técnica, 2013. Disponível em: < <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/106269/1/circular141.pdf>>. Acesso em: 16 ago. 2020.

BHERING, S. B.; SANTOS, H. G.; BOGNOLA, I. A.; CURCIO, G. R.; CARVALHO JUNIOR, W.; CHAGAS, C. S.; MANZATTO, C. V.; AGLIO, M. L. D.; SILVA, J. S. **Mapa de solos do Estado do Paraná**, legenda atualizada, Embrapa Florestas, 2009.

BORGES, W. L. B.; FREITAS, R. S.; MATEUS, G. P.; SÁ, M. E.; ALVES, M. C. Supressão de plantas daninhas utilizando plantas de cobertura do solo. **Revista Planta Daninha**, v. 32, n. 4, p. 755-763, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-83582014000400010>>. Acesso em: 12 out. 2020.

BORGES, W. L.; SOUZA, D. C. J.; RODRIGUES, D. S.; RIOS, R. M. **Cobertura do solo, acúmulo de biomassa e de nutrientes em leguminosas para uso como adubo verde**. Embrapa Amapá- Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E), 2018. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1102721>>. Acesso em: 11 fev. 2019.

CABANOS, C.; MATSUOKA, Y.; MARUYAMA, N. Soybean proteins/peptides: A review on their importance, biosynthesis, vacuolar sorting, and accumulation in seeds. **Peptides**, v.143, 2021. Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.peptides.2021.170598>>. Acesso em: 14 jul. 2021.

CAIRES, E. F.; MILLA, R. Adubação nitrogenada em cobertura para o cultivo de milho com alto potencial produtivo em sistema de plantio direto de longa duração. **Bragantia**, v. 75, n. 1, p. 87-95, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1678-4499.160>>. Acesso em: 25 out. 2020.

CÂNDIDO, T. F.; CARVALHO A. C.; FELITO M. A. C.; YAMASHITA, R. A.; MITSUO O. Doses de nitrogênio na forrageira consorciada com milho sob efeito residual da co-

inoculação na cultura da soja. **Revista de la Facultad de Agronomía**, v. 119, n. 02, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.24215/16699513e055>>. Acesso em: 14 ago. 2020.

CASTRO, G., S., A.; CRUSCIOL C., A., C.; NEGRISOLI, E.; PERIM L. Sistemas de produção de grãos e incidência de plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 29, p. 1001-1010, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582011000500006>. Acesso em: 01 jul. 2021.

CATTELAN A. J.; DALL'AGNOL, A. **O rápido crescimento da soja no Brasil**. Brasília: Embrapa, 2018. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1043614/1/LivroEmbrapaSoja desenvolvimentoBROL.pdf>>. Acesso em: 25 mai. 2021.

CHAVES, R. Q.; MAGALHÃES, A. M.; BENEDETTI, O. I. S.; BLOS, A. L. F.; SILVA, T. N. Tomada de decisão e empreendedorismo rural: um caso da exploração comercial de ovinos de leite. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, Taubaté, SP, v. 6, n. 3, p. 3-21, 2010. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/28646/1/chaves.pdf>>. Acesso em: 13 mai. 2020.

CONAB(b). Companhia Nacional de Abastecimento: Análise mensal – soja – junho de 2021. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuaria-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-soja/item/download/37520_acb9aab4d9a15828f779671a9a9af25a>. Acesso em: 10 jul. 2021.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento: **Acompanhamento da safra brasileira - Grãos**, safra 2020/2021 10 levantamento v. 8 n. 10, Brasília, 2021. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>>. Acesso em: 10 jul. 2021.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento: **Acompanhamento da safra brasileira - Grãos**, safra 2019/2020 12 levantamento. Brasília, v. 7 n. 12, 2020. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>>. Acesso em: 10 set. 2020.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento: Perspectivas para a agropecuária – safra 2019/2020 v. 7 Brasília, 2019. Disponível em: <<file:///C:/Users/Dene/Downloads/PerspectivaZparaZaZAgropecuariaZZ-ZV.7ZZ2019-2020.pdf>>. Acesso em: 10 jul. 2021.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento: Sistema de Informação Agrícola – série

histórica. Disponível em: <<https://portaldeinformacoes.conab.gov.br/index.php/safras/safra-serie-historica> 2018>. Acesso em 20 de maio de 2019.

CONTINI, E.; MOTA M. M.; MARRA, R.; BORGHI, E.; MIRANDA, R. A.; SILVA, A. F.; SILVA, D. D.; MACHADO, J. R. A.; COTA, L. V.; COSTA, R. V.; MENDES, S. M. **Milho - Caracterização e Desafios Tecnológicos. Série desafios do agronegócio brasileiro (NT2)**, Embrapa, 2019. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/195075/1/Milho-caracterizacao.pdf>>. Acesso em: 12 jun. 2020.

CREMONEZ, F. E. **Uso de plantas de cobertura na entressafra de milho e soja**. 2018. 63 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2018. Disponível em: <<http://tede.unioeste.br/handle/tede/3749>>. Acesso em: 23 ago. 2019.

DALL'AGNOL, A. Embrapa Soja no contexto do desenvolvimento da soja no Brasil - Histórico e contribuições. Brasília: Embrapa, 2016. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1043614>>. Acesso em: 15 mai. 2019.

DONEGA, A. J.; DOS SANTOS, E. L. Produtividade de soja em função da cultura antecessora e do manejo do solo. **Revista Cultivando o Saber**, p. 72-82, 2015. Disponível em: <https://www.fag.edu.br/upload/revista/cultivando_o_saber/566ec45220767.pdf>. Acesso em: 29 abr. 2020.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistemas de produção: conceitos e definições no contexto agrícola**. Londrina, 2012.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Indicações técnicas para o cultivo de milho e de sorgo no Rio Grande do Sul: safras 2017/2018 e 2018/2019**. LXII Reunião Técnica Anual da Pesquisa do Milho; XLV Reunião Técnica Anual da Pesquisa do Sorgo, Sertão, RS, 17 a 19 de julho de 2017. – Brasília, DF: Embrapa, 2017.

EPAGRI. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. **Informações técnicas para o cultivo de feijão na Região Sul brasileira**. Florianópolis, 2ed., 2012.

FALEIROS, G. D. **Risco de produção agrícola no Sul do Brasil: aspectos de sistemas produtivos e rentabilidade**. 2020. Dissertação (Mestrado em Agronegócios e Organizações) -

Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2020. Disponível em: <doi:10.11606/D.11.2020.tde-22062020-085821>. Acesso em: 15 dez. 2020.

FARINELLI, R.; PENARIOL, G. F.; BORDIN L.; COICEV, L.; FORNASIERI FILHO D. Desempenho Agronômico de cultivares de milho nos períodos de safra e safrinha. **Bragantia** v. 62, n. 2, p. 235-241, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0006-87052003000200008>. Acesso em: 19 nov. 2020.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Outlook Brasil 2022: projeções para o agronegócio. São Paulo, 2012. Disponível em: <http://www.fiesp.com.br/outlookbrasil> Acesso em: 10 mai. 2019.

FONSECA, G. C.; CARNEIRO, M. A. C.; COSTA, A. R.; OLIVEIRA, G. C.; BALBINO, L. C. Atributos físicos, químicos e biológicos de latossolo vermelho distrófico submetido a duas rotações de cultura. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.37, n.1, p.22-30, 2007. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/pat/article/view/1861> >. Acesso em: 11 out. de 2019.

FRANCHINI, J. C.; COSTA, J. M.; DEBIASI, H. **Rotação de culturas: prática que confere maior sustentabilidade a produção agrícola no Paraná**. Informações Agronômicas, Piracicaba, v. 134, n. 1, p. 1-13, 2011.

FRANCO, A. A. N; MARQUES, O. J.; VIDIGAL FILHO, P. S. Sistemas de Produção do Milho Safrinha no Paraná. In: SEMINÁRIO NACIONAL MILHO SAFRINHA: ESTABILIDADE E PRODUTIVIDADE, 12, 2013, Dourados – MS, Anais. EMBRAPA, 2013. Disponível em: <<https://www.cpa0.embrapa.br/cds/milhosufrinha2013/palestras/13PEDROSOARESVIDIGALFILHO.pdf>>. Acesso em: 13 mar. 2019.

FRENCH, R. J.; MALIK, R. S.; SEYMOUR, M. Crop-sequence effects on productivity in a wheat-based cropping system at Wongan Hills, Western Australia. **Crop & Pasture Science**. v. 66, 2015. Disponível: < <https://doi.org/10.1071/CP14262>>. Acesso em: 09 jan. 2020.

FUENTES L. F. G.; SOUZA L. C. F.; SERRA, A. P. ; RECH J.; VITORINO, A. C. T. Corn agronomic traits and recovery of nitrogen from fertilizer during crop season and off-season. **Revista Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 53, n. 10, 2018. Disponível em: < <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2018001000009>>. Acesso em: 27 jul. 2020.

FURLANETO, F. P. B.; ESPERANCINI, M. S. T. Custo de produção e indicadores de

rentabilidade da cultura do milho safrinha. **Pesq. Agropec. Trop.**, Goiânia, v. 40, n. 3, p. 297-303, 2010. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.5216/pat.v40i3.8609>>. Acesso em: 12 ago. 2020.

GARCIA, R. A.; STAUT, L. A. **Como inserir crotalária em sistemas de produção de grãos**. EMBRAPA, Dourados, MS, Circular técnica 44, 2018. Disponível em: < <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/191614/1/CT-44.pdf>>. Acesso em: 17 dez. 2020.

GAZOLA, T. Viabilidade econômica para implantação do sistema soja-milho safrinha no estado de São Paulo. **Revista de Economia Agrícola**, v.68, 2021. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/ftpiea/rea/2021/REA-03-2019.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2021.

GODFRAY, H. C. J.; BEDDINGTON, J. R., CRUTE, I. R.; HADDAH L.; LAWRENCE, D.; MUIR, J.F.; PRETTY, J.; ROBINSON, S.; THOMAS S. M.; TOULMIN C. Segurança alimentar: o desafio de alimentar 9 bilhões de pessoas. **Revista Science**, v. 327 p. 812-818., 2010.

GODOY, C. V.; SEIXAS, C. D. S.; MEYER, M. C.; SOARES, R. M. **Ferrugem-asiática da soja: bases para o manejo da doença e estratégias antirresistência**. Londrina: Embrapa Soja, 2020. 39 p., Documentos 428. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/soja/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1122923/ferrugem-asiatica-da-soja-bases-para-o-manejo-da-doenca-e-estrategias-antirresistencia>>. Acesso em: 17 mar. 2020.

GUARIENTI, E. M.; CIACCO, C. F.; CUNHA, G. R.; DUCA, L. J. A. D.; CAMARGO, C. M. O. Efeitos da precipitação pluvial, da umidade relativa do ar e de excesso e déficit hídrico do solo no peso do hectolitro, no peso de mil grãos e no rendimento de grãos de trigo. **Food Science and Technology**, v. 25, n. 3 p. 412-418, 2005. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0101-20612005000300004>>. Acesso em: 14 dez. 2020.

GUIDUCCI R. C. N.; ALVES, E. R. A.; LIMA FILHO J.R; MOTA M. M. **Aspectos metodológicos da análise de viabilidade econômica de sistemas de produção**. In: Viabilidade econômica de sistemas de produção agropecuários. Brasília, Embrapa, p.17-78, 2012.

HOUSMAN, M.; TALLMAN, S.; JONES, C.; MILLER, P.; ZABINSKI, C. Soil biological response to multi-species cover crops in the Northern Great Plains. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 313, 2021. Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107373>>. Acesso em: 23 jun. 2021.

HUBNER, O. Análise da conjuntura agropecuária safra 2010/11 – soja. Curitiba: Secretaria da Agricultura e do Abastecimento-Departamento de Economia Rural, 2010.

IAPAR. INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Sistema de monitoramento agroclimático do Paraná.** Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=595>>. Acesso em 10 de maio de 2021>. Acesso em: 17 jun. 2021.

KAMANGA, B. C. G. Farmer Experimentation to Assess the Potential of Legumes in Maize-Based Cropping Systems in Malawi. **Risk Management Project Working Paper**, Mexico, 2002. Disponível em: <<https://repository.cimmyt.org/xmlui/bitstream/handle/10883/903/447956.pdf>>. Acesso em: 20 mai. 2020.

KIM N.; ZABALOY, M. C; GUAN, K.; VILLAMIL M. B. As culturas de cobertura beneficiam o microbioma do solo? Uma meta-análise da pesquisa atual. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 142, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2019.107701>>. Acesso em: 15 fev. 2021.

KRENCHINSKI, F. H.; CESCO, V. J. S.; RODRIGUES, D. M.; ALBRECHT, L. P.; WOBETO, K. S.; ALBRECHT, A. J. P. Desempenho agronômico da soja cultivada em sucessão a coberturas de inverno. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 53, n. 8, p. 909-917, 2018. Disponível em <<https://doi.org/10.1590/s0100-204x2018000800005>>. Acesso 12 mai. de 2021.

LAMEGO, F.P.; KASPARY, T. E.; RUCHEL, Q.; GALLON, M.; BASSO, C. J.; SANTI, A. L. Manejo de *Conyza bonariensis* resistente ao glyphosate: coberturas de inverno e herbicidas em pré-semeadura da soja. **Planta Daninha**, v. 31, n. 2, p. 433-442, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-83582013000200022>>. Acesso em: 12 set. 2020.

LANGHOLTZ, M.; DAVISON, B. H.; JAGER, H. I.; EATON L.; BASKARAN, L. M.; DAVIS, M.; BRANDT, C. C. Increased nitrogen use efficiency in crop production can provide economic and environmental benefits. **Science of The Total Environment**. v. 758, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143602>>. Acesso em: jun. 2021.

LAZZAROTTO, J. J.; HIRAKURI, M. H. **Evolução e perspectivas de desempenho econômico associadas com a produção de soja nos contextos mundial brasileiro.** Londrina: Embrapa Soja, p. 46, 2010. (Embrapa Soja. Documentos, 319).

LEAL, A. J. F.; LAZARINI, E.; TARSITANO, M. A. A.; SÁ, M. E.; GOMES JÚNIOR, F. G. Viabilidade econômica da rotação de culturas e adubos verdes antecedendo o cultivo do milho em sistema de plantio direto em solo de cerrado. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.4, n.3, p. 298-307, 2005. Disponível em: <<https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v4n03p%25p>>. Acesso em: 17 nov. 2020.

LIMA, E. V.; CRUSCIOL, A. C.; CAVARIANI, C.; NAKAGAWA, J. Características agronômicas, produtividade e qualidade fisiológica da soja "safrinha" sob semeadura direta, em função da cobertura vegetal e da calagem superficial. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 1, p. 69-80, 2009. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0101-31222009000100008>>. Acesso em: 11 jan. 2020.

LINK, L. Plantas de cobertura de verão: crescimento e acúmulo de nutrientes, épocas de dessecação e produtividade do trigo. 2020. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2020. Disponível em: <<http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/5013>>. Acesso em: 17 mai. 2021.

LOVATO, T.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; VEZZANI, F. Adição de carbono e nitrogênio e sua relação com os estoques no solo e com o rendimento do milho em sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, p.175-187, 2004. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-06832004000100017>>. Acesso em: 12 jul. 2019.

MAPA – Ministério da Agricultura, pecuária e abastecimento. **VPB – Resumo do Valor Bruto de produção**, 2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/valor-da-producao-agropecuaria-esta-previsto-em-r-1-032-trilhao-neste-ano>> Acesso em: 06 mai. 2021.

MAPA – Ministério da Agricultura, pecuária e abastecimento. **Zarc - Sistema de zoneamento de risco climático** - Disponível em: <<http://indicadores.agricultura.gov.br/zarc/index.htm>> Acesso em: 06 jan. 2021.

MARTIN, N.B.; SERRA, R.; OLIVEIRA, M. D. M.; ÂNGELO, J. A.; OKAWA, H. Sistema integrado de custos agropecuários – CUSTAGRI. **Informações econômicas**, São Paulo, v. 28, n. 1, p. 7-27, 1998. Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/ftp/iea/ie/1998/tec1-0198.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2019.

MATTOS, F. L.; SILVEIRA, R. L. F. The Expansion of the Brazilian Winter Corn Crop and Its Impact on Price Transmission. **International Journal of Financial Studies**, v. 6. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/ijfs6020045>>. Acesso em: 07 mai. 2021.

MELO, C., SILVA, G., ESPERANCICNI, M. Análise econômica da produção de soja e de milho na safra de verão, no Estado do Paraná. **Revista de Política Agrícola**, v. 21, 2012. Disponível em: <<https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/view/78/64>>. Acesso em: 11 jun. 2021.

MELO, D. A. **Avaliação econômica do cultivo da soja em rotação e sucessão de culturas: um estudo de caso no município de ourinhos-SP**. Dissertação – Botucatu, SP, 2015. Disponível em:<<https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/123220/000829565.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. ACESSO EM: 03 OUT. 2020.

MICHELON, C. J.; JUNGES, E.; CASALI, C. A.; PELLEGRINI, J. B. R.; NETO, L. R.; DE OLIVEIRA, Z. B.; DE OLIVEIRA, M. B. Atributos do solo e produtividade do milho cultivado em sucessão a plantas de cobertura de inverno. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 18, n. 2, p. 230-239, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.5965/223811711812019230>>. Acesso em: 30 set. 2020.

MORAES, E. S.; MENELAU, A. S. Análise do mercado de feijão comum. **Revista de política agrícola**, v. 26, n. 1, 26 ago. 2017. Disponível em: <https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/view/1245>>. Acesso em: 08 jul. 2021.

MOTA, M. R.; SANGOI, L.; SCHENATTO, D. E.; GIORDANI, W.; BONIATTI, C. M.; DALL'IGNA, L. Fontes estabilizadas de nitrogênio como alternativa para aumentar o rendimento de grãos e a eficiência de uso do nitrogênio pelo milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, n. 2 p. 512-522, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/01000683rbc20140308>>. Acesso em: 16 jun. 2020.

NASSARY (a), E. K.; BAIJUKY, F.; NDAKIDEMI, P. A. Productivity of intercropping with maize and common bean over five cropping seasons on smallholder farms of Tanzania. **European Journal of Agronomy**, v.113, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.eja.2019.125964>>. Acesso em: 18 mai. 2021.

NASSARY (b), E. K.; BAIJUKY, F.; NDAKIDEMI, P. A. Intensification of common bean and maize production through rotations to improve food security for smallholder farmers. **Journal of Agriculture and Food Research**, v. 2, 2020. Disponível em: < <https://doi-org.ez48.periodicos.capes.gov.br/10.1016/j.jafr.2020.100040>>. Acesso em: 15 jan. 2021.

NÓIA JÚNIOR(a), R.S.; SENTELHAS, P. C. Soybean-maize succession in Brazil: Impacts of sowing dates on climate variability, yields and economic profitability. **European Journal**

of **Agronomy**, v. 103, p. 140-151, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.eja.2018.12.008>>. Acesso em: 12 jun. 2021.

NÓIA JÚNIOR(b), R.S.; SENTELHAS, P. C. Soybean-maize off-season double crop system in Brazil as affected by El Niño Southern Oscillation phases. **Agricultural Systems**, v. 173, p. 254-267, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.agry.2019.03.012>>. Acesso em: 12 jan. 2021. Acesso em: 12 jun. 2021.

NOVAIS, R; ROMERO, E. A. Retorno econômico em função da terceirização dos serviços agrícolas ao nível de propriedade. **Custos e @gronegocio**, v. 5, n. 2, 2009. Disponível em: <<http://www.custoseagronegocioonline.com.br/numero2v5/retorno%20economico.pdf>>. Acesso em: 28 nov. 2020.

OLIGINI, K. F. Relação entre épocas de semeadura e grupos de maturação de cultivares de soja na viabilidade técnica e econômica do milho safrinha no sul do Brasil. 2019. 99 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Área de Concentração: Produção vegetal), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2019.

OLIGINI, K. F.; BATISTA, V. B.; ADAMI, P. F.; FERREIRA, M. L.; CAMANA, D.; SILVA, E. J. Efeito da época de semeadura sobre a viabilidade econômica do cultivo de milho safrinha. XI EPCC, **Anais Eletrônicos**, 2019. Disponível em: <https://rdu.unicesumar.edu.br/bitstream/123456789/4060/1/KARINE%20FUSCHTER%20OLIGINI.pdf>>. Acesso em: 08 out. 2020.

OLIGINI, K. F.; BATISTA, V. V.; ELISA SOUZA LEMES, E. S.; SILVA, É. J. S.; ADAMI, P. F. Sowing date and maturity groups on the economic feasibility of soybean-maize double summer crop system. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 59, n. 4, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1806-9479.2021.235472>>. Acesso em: 01 jul. 2021.

OLIVEIRA, A. C. B.; ROSA, A. P. S. A. **Indicações Técnicas para a Cultura da Soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina, safras 2014/2015 e 2015/2016**. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, Documentos 382, 2014. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/120121/1/Indicacoes-Tecnicas-Embrapa-003.pdf>>.

ORO, I. M.; BEUREN, I. M.; HEIN, N. Análise da relação entre a estrutura de capital e o lucro operacional nas diversas gerações de empresas familiares brasileiras. **Revista Contabilidade Vista & Revista**, v.2 n.1, p. 67-94, 2009. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/pdf/1970/197015470004.pdf>>. Acesso: 21 set. 2020.

PELAEZ, V.; FUCK, M. P. Custos de produção de commodities nos EUA. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, DF. v. 23, n. 3, p. 65-80, 2014. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1003968>>. Acesso em: 12 fev. 2020.

PERINA, E. F.; CARVALHO, C. R. L.; CHIORATO, A. F.; LOPES, R. L. T.; GONÇALVES, J. G. R.; CARBONELL, S. A. M. Technological quality of common bean grains obtained in different growing seasons. **Revista Bragantia**, v. 73, n. 1, p. 14-22, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/brag.2014.008>>. Acesso em: 12 mai. 2021.

PIMENTEL, D.; GARDNER, J.; BONNIFIELD, A.; GARCIA, X.; GRUFFERMAN, J., HORAN, C.; SCHLENKER, J.; WALLING, E. Energy efficiency and conservation for individual Americans Environment. **Development and Sustainability**, v. 11, p. 523-546, 2007. Disponível em: < DOI: 10.1007 / s10668-007-9128-x>. Acesso em: 22 fev. 2020.

PIRES, J.L.F.; SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S. **Cultivo do trigo**. Passo Fundo, RS, Embrapa Trigo, 2ed., Sistemas de Produção 4, 2014. Disponível em: <https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_lifecycle=0&p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducaolf6_lgalceportlet&p_p_col_count=1&p_p_col_id=column1&p_p_state=normal&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=3704&p_r_p_996514994_topicoId=3047&p_p_mode=view>. Acesso em: 02 set. 2019.

QIAN, X.; GU, J.; PAN, D.; HONG, J.; KAI YU, Z.; WEI, S.; XIAO J, W.; HUA, G. Efeitos de coberturas vivas sobre o conteúdo de nutrientes do solo, atividades enzimáticas e diversidades da comunidade bacteriana de solos de pomares de macieira, **European Journal of Biologia do Solo**, v. 70, p. 23 – 30, 2015.

RECKLING, M.; BERGKVIST, G.; WATSON, C. A.; STODDARD, F. L.; ZANDER, P. M.; WALKER, R. L.; PRISTERI, A.; TONCEA, I.; BACHINGER, J. Trade-Offs between Economic and Environmental Impacts of Introducing Legumes into Cropping Systems. **Frontiers in Plant Science**. v. 7, n. 669, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.3389/fpls.2016.00669>>. Acesso em: 17 mai. 2020.

REDIN, M., RECOUS, S., AITA, C, CHAVES, B., PFEIFER, I.C., BASTOS, L.M., PILECCO, G. E, GIACOMINI, S. J. Root and shoot contribution to carbon and nitrogen inputs in the topsoil layer in no-tillage crop systems under subtropical conditions. **Rev Bras Cienc Solo**, v.42, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/18069657rbcs20170355>>. Acesso em: 19 mar. 2020.

REIS, E.M.; BARUFFI, D.; REMOR, L; ZANATTA, M. Decomposition of corn and soybean

residues under field conditions and their role as inoculum source. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.37, n.1, p. 65-67, 2011. Disponível em: < <https://doi.org/10.1590/S0100-54052011000100011>>. Acesso em: 28 nov. 2020.

RICHETTI, A.; MELO, C. L. P. **Análise da viabilidade econômica do cultivo do feijão-comum, safra 2013 em Mato Grosso do Sul**. Comunicado técnico 183, 2013. Disponível em: < <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/949188/1/COT2012183.pdf>>. Acesso e: 13 jul. 2021.

ROTH, R. T.; RUFFATTI, M. D.; O'ROURKE, P. D.; ARMSTRONG, S. D. A cost analysis approach to valuing cover crop environmental and nitrogen cycling benefits: A central Illinois on farm case study. **Agricultural Systems**, v. 159, p. 6977, 2018. Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.10.007>>. Acesso em: 22 out. 2020.

SALOMÃO, E. C. **Consórcio milho-plantas de cobertura e viabilidade técnica da soja safrinha**. 2017. 73 f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2017. Disponível em: < <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/2676>>. Acesso em: 17 mai. 2020.

SANTOS, A. L. F.; MECI, I. A.; RIBEIRO, L. M.; CECCON, G. Eficiência fotossintética e produtiva de milho safrinha em função de épocas de semeadura e populações de plantas. *Journal of Neotropical Agriculture*, v. 5, n. 4, p. 52-60, 2018. Disponível em: < <https://doi.org/10.32404/rean.v5i4.1631>>. Acesso em: 21 ago. 2020.

SANTOS, J. B.; SILVA, A. N.; CRUZ, J. O; SANTOS, B. R.; SILVA, R. F. Características agronômicas e avaliação econômica do milho sob diferentes doses de nitrogênio na forma de ureia comum e peletizada. **Revista Agri-environmental sciences**, v. 6, n. 10, 2020. Disponível em: < <https://doi.org/10.36725/agries.v6i0.3561>>. Acesso em: 05 jan. 2020.

SANTOS, L.P.D.; AQUINO, L. A. NUNES, P. H. M. P.; XAVIER, F. O. Doses de nitrogênio na cultura do milho para altas produtividades de grãos. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.12, n.3, p. 270-279, 2013. Disponível em: < <https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v12n3p270-279>>. Acesso em: 03 jul. 2020.

SARAIVA, E. A., GUIMARÃES, A. G., OLIVEIRA, J. R., SILVA, N. O.; OLIVEIRA, L. L.; CAMPOS, A. A. A.; MOREIRA, L. C.; COSTA, M. R. Desempenho agrônomico de variedades de milhos crioulos cultivados no vale do jequitinhonha. **Revista Brasileira De Agropecuária Sustentável**, v. 9 n.2, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.21206/rbas.v9i2.3535>>. Acesso em: 17 set. 2020.

SCHNEIDER, R. J. **Viabilidade do sistema de cultivo intercalar trigo-soja e milho em sucessão**. 2021. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2021. Disponível em: <<http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/24948>>. Acesso em: 18 jun. 2021.

SEAB. Secretaria da Agricultura e do Abastecimento: Paraná - comparativo de área, produção e rendimento de culturas selecionadas - safras 18/19 - 19/20 - 20/21, 2021. Disponível em: <<https://www.agricultura.pr.gov.br/deral/safras>>. Acesso em: 18 jun. 2021.

SILVA O. F.; WANDER A. E. **O feijão-comum no Brasil passado, presente e futuro. Santo Antônio de Goiás, Embrapa Arroz e Feijão**. Documentos 287, p. 63, 2013. Disponível em: <https://www.bibliotecaagptea.org.br/agricultura/culturas_anuais/livros/O%20FEIJAO%20COMUM%20NO%20BRASIL%20PASSADO%20PRESENTE%20E%20FUTURO.pdf>. Acesso em: 26 nov. 2020.

SILVA, K. D.; ROCHA, L. G.; SILVA, A. C.; ARAÚJO, M. S.; PEREIRA, V. L. G. SOUZA, C. J. Economic feasibility study of soybean and corn crops second harvest, **Revista Agrotecnologia**, Ipameri, v. 10, n. 2, p. 36-46, 2019. Disponível em: <<https://core.ac.uk/download/pdf/287295483.pdf>>. Acesso em: 14 fev. 2020.

SILVA, L. I.; CAMPOS, M. C. C.; WADT, P. G. S.; CUNHA, J. M.; OLIVEIRA, I. A.; FREITAS, L.; SANTOS, E. A. N.; BRITO FILHO, E. G. de. Resistência à penetração de um Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico sob diferentes manejos e métodos. **Revista do Departamento de Geografia**. Universidade de São Paulo, v. 40, p. 40-48, 2020. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1128794>>. Acesso em: 10 mai. 2021.

SILVA, R. A.; NUNES, N. A.; SANTOS, T. S. F.; IWANO, F. K. Efeito da rotação e sucessão de culturas no manejo de nematoides da soja em área arenosa. **Revista Nematropica**, v. 48, n. 2, 2018. Disponível em: <<https://journals.flvc.org/nematropica/article/view/107832>>. Acesso em: 10 mai. 2021.

SIMIONI, T.A.; GOMES, F.J.; TEIXEIRA, U.H.G.; FERNANDES, G.A.; BOTINI, L.A.; MOUSQUER, C.J.; CASTRO, W.J.R. & HOFFMANN, A. Potencialidade da consorciação de gramíneas e leguminosas forrageiras em pastagens tropicais. **PUBVET**, v. 8, n. 13, p. 1551-1697, 2014. Disponível em: <<http://pubvet.com.br/artigo/1298/p-styletext-align-justify-aligncenterstrongpotencialidade-da-consorciaccedilatildeo-de-gramiacuteneas-e-leguminosas-forrageiras-em-pastagens-tropicaisstrongp>>. Acesso em: 19 jan. 2019.

SMIL, V. **Energy in nature and society: general energetics of complex systems**. Cambridge, Mass.: The MIT Press, 2008.

SOUSA, M. F.; GUIMARÃES, R. M.; ARAÚJO M. O.; BARCELOS, K. R.; CARNEIRO, N. S.; LIMA, D. S.; SANTOS, D. C.; BATISTA, K. A.; FERNANDES, K. F.; LIMA, M. C. P. M.; EGEA, M. B. Characterization of corn (*Zea mays* L.) bran as a new food ingredient for snack bars. **LWT**, v. 101, p. 812-818, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.11.088>>. Acesso em: 07 jul. 2020.

SOUZA H. A.; NATALE W.; ROZANE, D. E.; HERNANDES A.; ROMUALDO L. M. Calagem e fertilização com boro na produção de feijão. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 2, p. 249-257, 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1806-66902011000200001>>. Acesso em: 19 jul. 2020.

SOUZA, P. C. Potencial de espécies forrageiras na recuperação de áreas arenizadas. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Agrícola, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha (IFFAR, RS) e da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA, RS), 2017.

SOUZA, R. S.; WANDER, A. E. Aspectos econômicos da produção de feijão no Brasil. **Revista de Política Agrícola**, Brasília-DF, v. 23, n. 3, jul./ago. 2014. Disponível em: <<https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/view/934>>. Acesso em: 21 jan. 2020.

SPAETH, S. C.; RANDALL, H. C.; SINCLAIR, T. R.; VENDELAND, J. S. Stability of Soybean Harvest Index. **Agronomy journal**, v. 76, ed. 3. p. 482-486, 1984. Disponível em: <<https://doi.org/10.2134/agronj1984.00021962007600030028x>>. Acesso em: 17 fev. 2020.

THOMAS, E. M. **Plantas de cobertura de verão em cultivo solteiro no fornecimento de nitrogênio para o milho safrinha**. 2018. 40 f. Monografia (Bacharel em Agronomia) – Universidade Federal da Fronteira Sul – Campus Cerro Largo, 2018. Disponível em: <<https://rd.uffs.edu.br/handle/prefix/2366>>. Acesso em: 19 out. 2020.

TREZZI, M. M; BALBINOT JR., A. A; BENIN, G.; DEBASTIANI, F.; PATEL, F.; MIOTTO, JR, E.; Competitive ability of soybean cultivars with horseweed (*Conyza bonariensis*). **Planta daninha**, v. 31, n. 3, p. 543-550, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-83582013000300006>>. Acesso em: 12 jan. 2020.

VENKATESH, M. S.; HAZRA, K. K.; GHOSH, P. K.; KHUSWAH, B. L.; GANESHAMURTHY, A. N.; ALI, M.; SINGH, J.; MATHUR, R. S. Long-term effect of crop rotation and nutrient management on soil-plant nutrient cycling and nutrient budgeting

in Indo-Gangetic plains of India. **Archives of Agronomy and Soil Science**, v. 63 n. 14, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/03650340.2017.1320392>>. Acesso em: 23 set. 2020.

VOLSI, B.; BORDIN, I.; HIGASHI, G. E.; TELLES, T. S. Rentabilidade econômica dos sistemas de rotação de culturas na área de arenito Caiuá. **Cienc. Rural**, Santa Maria, v. 50, n. 2, 2020. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782020000200931&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 21 de mar. 2021.

VOLSI, B.; HIGASHI, G. E.; BORDIN, I.; TELLES, T. S. Produção e rentabilidade de sistemas agrícolas diversificados. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 93, n. 2, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/0001-3765202120191330>>. Acesso em 9 jul. de 2021.

VUICIK, E.; BORSOI, A.; FRONK, B. A.; MONARI, B. R.; CUSIN, D. P. M. Plantas de cobertura na entressafra das culturas da soja e trigo. **Revista Cultivando o Saber**, v. 11, n. 3, p. 44-51, 2018. Disponível em: <https://www.fag.edu.br/upload/revista/cultivando_o_saber/5b97c2e6acb08.pdf>. Acesso em: 03 out. 2020.

YANG, H.; GRASSINI, P.; CASSMAN, K. G.; AIKEN, R. M.; COYNE, P. I. Improvements to the Hybrid-Maize model for simulating maize yields in harsh rainfed environments. **Field crops research**, Amsterdam, v. 204, p. 180-190, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.fcr.2017.01.019>>. Acesso em: 27 jan. 2020.

ZANACHI, L. D.; SCHNEIDER, C. F. Influência do sistema de produção agrícola sobre a viabilidade econômica das culturas e a dinâmica populacional de plantas daninhas durante o período de inverno. **Cultivando o Saber**, v. 11 n. 2, 2018. Disponível em: <<https://cultivandosaber.fag.edu.br/index.php/cultivando/article/view/863>>. Acesso em: 29 out. 2020.

ZIECH, A. R. D.; CONCEIÇÃO, P. C.; LUCHESE, A. V.; BALIN, N. M.; CANDIOTTO, G.; GARMUS, T. G. Proteção do solo por plantas de cobertura de ciclo hibernal na região Sul do Brasil. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 50, n. 5, p. 374-382, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-204X2015000500004>> Acesso em: Jul. 2020.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Práticas culturais nos 4 sistemas de produção

Tabela práticas culturais SISTEMA 1			
Item	Milho 1º safra		
	Safra	Data	Aplicação detalhada
Dessecação pré-semeadura	2018/19	02/08	Herbicida: Roundup Original (Equivalente ácido de Glifosato 360 g/L+ Glifosato - Sal de Isopropilamina 480 g/L) Dose: 3 L p.c ha ⁻¹
	2019/20	07/08	
	2020/21	17/08	Herbicida: Verdict (Haloxifope-P-metilico 540 g/l) Dose: 300 ml p.c ha ⁻¹ +2,4D (Dose 1 L ha ⁻¹)
Variedade/ Densidade de semeadura/adubação de base	2018/19	30/08	Semeadura Milho Pioneer 30F53VYHR. 70 mil sementes ha ⁻¹ 350 kg /ha formulado NPK 05-20-10
	2019/20	30/08	Semeadura Milho Pioneer 30F53VYHR. 70 mil sementes ha ⁻¹ 350 kg /ha formulado NPK 05-20-10
	2020/21	27/08	Semeadura Milho P3016 (3,6 sementes/m/linear) 300 kg /ha formulado NPK 04-30-10.
Inseticidas/ Herbicidas/ Fungicidas	2018/19	10/09	Inseticida Connect (Imidacloprido e Beta-ciflutrina) Dose: 700 ml p.c ha ⁻¹
		15/09	Herbicida: Atrazina Nortox (Atrazina). Dose 5 L p.c ha ⁻¹ + Herbicida: Accent (Nicosulfuron) Dose:350 e 300 ml p.c ha ⁻¹
	2019/20	26/09	Herbicida: Atrazina Nortox (Atrazina). Dose 5 L p.c ha ⁻¹ + Herbicida: Accent (Nicosulfuron) Dose: 300 ml p.c ha ⁻¹ Inseticida: Galil (imidacloprido 250g/l + Bifentrina 50g/l) Dose: 400 ml p.c ha ⁻¹
		17/10	Fungicida: Nativo (Trifloxistrobina; Tebuconazol) 0,5 L p.c ha ⁻¹ + Priori xtra (Azoxistrobina 200g/L Ciproconazol 80 g/L) 150 ml p.c ha ⁻¹ "
	2020/21	31/08	Herbicida: Glifosato na área toda (1200 g i. a ha ⁻¹)
		09/08	Inseticida: Expedition (300 ml ha ⁻¹) (20 dias sem chuva)
		30/09	Herbicida+inseticida: atrazina (4 litros ha) + glifosato (1 kg de Cruciol ha) + 150 ml de mustang ha. Muitas parcelas tinham brachiaria que manifestou rebrota...
Adubação Nitrogenada/Potassada	2018/19	30/08	60 kg ha ⁻¹ de potássio
		20/09	90 kg ha ⁻¹ de N (4 sacas ureia)
	04/10	90 kg ha ⁻¹ de N (4 sacas ureia)	
2019/20	30/08	60 kg ha ⁻¹ de potássio	

		02/10	90 kg ha ⁻¹ de N (4 sacas ureia)
		21/10	90 kg ha ⁻¹ de N (4 sacas ureia)
	2020/21	04/08	60 kg ha ⁻¹ de potássio
		17/09	90 kg ha ⁻¹ de N (4 sacas ureia)
		05/10	90 kg ha ⁻¹ de N (4 sacas ureia)
Dessecação	-	-	Não houve
Colheita	2018/19	01/02	
	2019/20	23/01	
	2020/21	03/02	Produtividade média a 13% de umidade. Houve muita pressão de cigarrinha e problemas de enfezamento, o que resultou em acamamento das plantas de milho. Por isso, foi colhido com 27% de umidade, alguns dias antes do normal
			Teor de umidade médio 25%
Avaliação de Solo	2018/19	27/08	Amostragem do solo para análise química inicial.
	2020/21	30/09	Amostragem do solo para análise química
Plantas daninhas	2020/21	04/02/21	Avaliação das plantas daninhas
Item	Soja 2º safra		
Dessecação pré-plantio	2018/19	01/02	Herbicida: Roundup Original (Equivalente ácido de Glifosato 360 g/L+ Glifosato - Sal de Isopropilamina 480 g/L). Dose: 3 L p.c ha ⁻¹
	2019/20	24/01	
Variedade/ Densidade de semeadura/adubação de base	2018/19	01/02	TMG 7062. 300 mil plantas ha ⁻¹ 300 kg ha ⁻¹ do formulado NPK 05-20-10
	2019/20	24/01	TMG 7062. 315 mil plantas ha ⁻¹ 300 kg do ha ⁻¹ formulado NPK 05-20-10
	2020/21	08/02	TMG 7062. 300 mil plantas ha ⁻¹ 160 kg do ha ⁻¹ formulado NPK 04-30-10
Inseticidas/ Herbicidas/ Fungicidas	2018/19	12/02	Herbicida: Fusiflex (Fluazifope-p-butyl 125 g/L + Fomesafem 125 g/L) Dose: 1,5 L p.c ha ⁻¹
		25/02	Herbicida: Fusiflex (Fluazifope-p-butyl 125 g/L + Fomesafem 125 g/L) Dose: 1,5 L p.c ha ⁻¹ + Inseticida: Turbo (Beta-ciflutrina 50 g/L) Dose: 200 ml p.c ha ⁻¹
		26/03	Fungicida: Mancozeb sabero (mancozeb 800g/l) Dose: 2 kg p.c ha ⁻¹ ; Fungicida: Fox (Trifloxistrobina 150g/l + Protiocanazol 175g/l) Dose: 400 ml p.c ha ⁻¹ Adjuvante: Nimbus (Oleo mineral 428 g/l) Dose: 500 ml p.c ha ⁻¹ Inseticida: Galil (imidacloprido 250g/l + Bifentrina 50g/l) Dose: 400 ml p.c ha ⁻¹
		12/04	Fungicida: Fox (Trifloxistrobina 150g/l + Protiocanazol

Adubação Nitrogenada/Potassada	2019/20	29/04	175g/l) Dose: 400 ml p.c ha ⁻¹ Adjuvante: Nimbus (Oleo mineral 428 g/l) Dose: 500 ml p.c ha ⁻¹ Inseticida: Galil (imidacloprido 250g/l + Bifentrina 50g/l) Dose: 400 ml p.c ha ⁻¹		
		14/02	Fungicida: Fox (Trifloxistrobina 150g/l + Protiocanazol 175g/l) Dose: 400 ml p.c ha ⁻¹ Adjuvante: Nimbus (Oleo mineral 428 g/l) Dose: 500 ml p.c ha ⁻¹ Inseticida: Galil (imidacloprido 250g/l + Bifentrina 50g/l) Dose: 400 ml p.c ha ⁻¹		
		17/02	Herbicida: Verdict max (Haloxifope-P-metilico 540 g/l) Dose: 300 ml p.c ha ⁻¹		
		25/03	Herbicida: Glifosato Dose: 2,5 L p.c ha ⁻¹		
		16/04	Fungicida: Fox (Trifloxistrobina 150g/l + Protiocanazol 175g/l) Dose: 400 ml p.c ha ⁻¹ Adjuvante: Nimbus (Oleo mineral 428 g/l) Dose: 500 ml p.c ha ⁻¹		
		2020/21	20/02	Roundup Original (Equivalente ácido de Glifosato 360 g/L+ Glifosato - Sal de Isopropilamina 480 g/L). Dose: 3 L p.c ha ⁻¹	
			10/03	Fungicida: Fox (Trifloxistrobina 150g/l + Protiocanazol 175g/l) Dose: 400 ml p.c ha ⁻¹ + Adjuvante: Nimbus (Oleo mineral 428 g/l) Dose: 500 ml p.c ha ⁻¹ Inseticida: Galil (imidacloprido 250g/l + Bifentrina 50g/l) Dose: 400 ml p.c ha ⁻¹	
			26/03	Aplicação do fungicida Elatus (300 g ha) + Inseticida Expedition (Lambda Cialotrina 150 g/L + Sulfoxaflor 100 g/L) na dose de 0,3 l ha.	
		Dessecação		10/04	Aplicação do fungicida Versatilis (Fenpropimorfe 750g/L) para manejo de Oídio e ferrugem. Condição de clima muito seco e em função disso, encerrou-se as aplicações.
					Não houve
			Não houve		
Colheita	2018/19	27/06			

	2019/20	25/05	
	2020/21	17/05	Período de março a abril teve uma estiagem muito grande. Houve uma chuva de 17 mm dia 12/03/21 e outra de 8 mm dia 25/03/21. No mês de abril não ocorreu precipitação. Isso adiantou um pouco o ciclo da soja
Item	Feijão 2ºsafra		
Dessecação pré-plantio	2018/19	01/02	Roundup Original (Equivalente ácido de Glifosato 360 g/L+ Glifosato - Sal de Isopropilamina 480 g/L). Dose: 3 L p.c ha ⁻¹
	2019/20	24/01	
Variedade/ Densidade de sementeira/adubação de base	2018/19	01/02	ANFC110. 290 mil plantas ha ⁻¹ 300 kg do formulado NPK 05-20-10
	2019/20	24/01	ANFC110. 290 mil plantas ha ⁻¹ 300 kg do formulado NPK 05-20-10
	2020/21	08/02	Triunfo. 250 mil plantas ha ⁻¹ 160 kg do formulado NPK 04-30-10
Inseticidas/ Herbicidas/ Fungicidas	2018/19	12/02	Herbicida: Fusiflex (Fluazifope-p-butyl 125 g/L + Fomesafem 125 g/L) Dose: 1,5 L p.c ha ⁻¹
		25/02	Herbicida: Fusiflex (Fluazifope-p-butyl 125 g/L + Fomesafem 125 g/L) Dose: 1,5 L p.c ha ⁻¹ Inseticida: Turbo (Beta-ciflutrina 50 g/L) Dose: 200 ml p.c ha ⁻¹
		26/03	Fungicida: Mancozeb sabero (mancozeb 800g/l) Dose: 2 kg p.c ha ⁻¹ Fungicida: Fox (Trifloxistrobina 150g/l + Protiocanazol 175g/l) Dose: 400 ml p.c ha ⁻¹ Adjuvante: Nimbus (Oleo mineral 428 g/l) Dose: 500 ml p.c ha ⁻¹ Inseticida: Galil (imidacloprido 250g/l + Bifentrina 50g/l) Dose: 400 ml p.c ha ⁻¹
	2019/20	12/04	Fungicida: Fox (Trifloxistrobina 150g/l + Protiocanazol 175g/l) Dose: 400 ml p.c ha ⁻¹ . Adjuvante: Nimbus (Oleo mineral 428 g/l) Dose: 500 ml p.c ha ⁻¹ Inseticida: Galil (imidacloprido 250g/l + Bifentrina 50g/l) Dose: 400 ml p.c ha ⁻¹
		14/02	Herbicida: Verdict max (Haloxifope-P-metilico 540 g/l) Dose: 300 ml p.c ha ⁻¹
		17/02	Inseticida: Acefato (970 g/kg) Dose: 1 kg p.c ha ⁻¹ Herbicida: Fusiflex (Fluazifope-p-butyl 125 g/L + Fomesafem 125 g/L) Dose: 1,0 L p.c ha ⁻¹
	2020/21	25/03	Fungicida: Lannate (Metomil 215 g/l) Dose: 400 ml p.c ha ⁻¹ Fungicida: Fox (Trifloxistrobina 150g/l + Protiocanazol

		19/02	175g/l) Dose: 400 ml p.c ha ⁻¹ Adjuvante: Nimbus (Oleo mineral 428 g/l) Dose: 500 ml p.c ha ⁻¹
		26/02	Herbicida: Fusiflex (Fluazifope-p-butil 125 g/L + Fomesafem 125 g/L) Dose: 1,0 L p.c ha ⁻¹ + Mustag 350 EC (Zeta-cipermetrina 350 g/L) 150 ml ha
		09/03	Herbicida: Poquer (Cletodim 240 g/L) na dose de 0,45 L ha para controle de milho guaxo
			Fungicida: Mancozeb (mancozeb 800g/l) Dose: 2 kg p.c ha ⁻¹ Fungicida: Fox xpro (Trifloxistrobina 150g/l + Protiocanazol 175g/l) Dose: 400 ml p.c ha ⁻¹ Adjuvante: Nimbus (Oleo mineral 428 g/l) Dose: 500 ml p.c ha ⁻¹
Adubação Nitrogenada/Potassada	2018/19	20/02	60 kg ha ⁻¹ de N
	2019/20	18/02	60 kg ha ⁻¹ de N
	2020/21	23/02	60 kg ha ⁻¹ de N
Dessecação	2018/19	29/04	Dessecante: Reglone (Dibrometo de diquate 200 g/L) Dose: 2 L p.c ha ⁻¹
	2019/20	16/04	Dessecante: Patrol (Glufosinato- Sal de amônio 200 g/l) Dose: 2 p.c ha ⁻¹
	2020/21	06/05	Dessecante: Reglone (Dibrometo de diquate 200 g/L) Dose: 2 L p.c ha ⁻¹
Colheita	2018/19	06/05	
	2019/20	27/04	
	2020/21	19/05	Muito abortamento de vagem.
Item			Plantas de Cobertura 2º safra
Dessecação pré - semeadura	2018/19	01/02	Herbicida: Roundup Original (Equivalente ácido de Glifosato 360 g/L+ Glifosato - Sal de Isopropilamina 480 g/L). Dose: 3 L p.c ha ⁻¹
	2019/20	24/01	
	2020/21		
Variedade/ Densidade de semeadura/adubação de base	2018/19	02/01	Lab lab (35 kg ha ⁻¹); Crotalaria (20 kg ha ⁻¹); Milheto (20 kg ha ⁻¹); Urochloa (12 kg ha ⁻¹) 300 kg do formulado NPK 05-20-10
	2019/20	27/01	Lab lab (35 kg ha ⁻¹); Crotalaria (20 kg ha ⁻¹); Milheto (20 kg ha ⁻¹); Urochloa (12 kg ha ⁻¹). 300 kg do formulado NPK 05-20-10

Colheita	2020/21	09/02	*1, 4, 7, 11 e 4 mm de abertura da semente para semear Urochloa, milheto, crotalária e lablab e mix respectivamente na regulagem para 3,5 sementes de milho por hectare. Na Safrinha 2021 foi utilizado 3,5mm (15kg ha ⁻¹) da crotalária Ochoroleuca 160 kg há do formulado NPK 04-30-10 (2021)
	2018/19	28/03	Avaliação de biomassa plantas de cobertura
		12/04	
		29/04	
	2019/20	09/03	Avaliação de biomassa das plantas de cobertura
06/04			
25/05			
2020/21	29/04	Avaliação de biomassa das plantas de cobertura de todos os talhões. Materiais sofreram com a seca no mês de abril. Todos já estavam em fase de florescimento.	
	08/05	Semeadura das plantas de cobertura sobre as subparcelas com plantas de cobertura. Nos talhões 1,5 e 11 foi semeado um consórcio (aveia + centeio + nabo + ervilhaca – 30 + 20 + 10 + 5 kg ha). Nos demais talhões, foi semeado aveia + centeio (60 + 15 kg ha)	
	19/05	Semeadura sobre as áreas de feijão e soja. Foi utilizado a mesma taxa de semeadura e espécies respectivamente para cada talhão.	
Item			Entressafra
Dessecação pré - semeadura	2018/19	29/04	Roundup Original (Equivalente ácido de Glifosato 360 g/L+ Glifosato - Sal de Isopropilamina 480 g/L) Dose: 3 L p.c ha ⁻¹
		06/05	
		27/05	
2019/20	A área não foi dessecada.		
2020/21	Reglone 2 l p.c ha ⁻¹		
Variedade/ Densidade de semeadura/adubação de base	2018/19	29/04	Aveia + Nabo forrageiro - 40 kg ha ⁻¹ (30 kg aveia + 10 kg nabo) Misturado na caixa da semeadora
		06/05	
		27/05	
2019/20	27/04	Aveia + Nabo forrageiro 40 kg/ha ⁻¹ (30 kg aveia + 10 kg nabo)	
25/05			
Inseticidas/ Herbicidas/ Fungicidas	2020/21	08/05	Plantio de aveia + centeio + nabo + ervilhaca (35 + 15 + 10 + 10 kg ha)

Colheita			
	2018/19	02/08	Avaliação de biomassa aveia+nabo
	2019/20	18/08	

Tabela práticas culturais SISTEMA 2			
Item	Soja 1º safra		
	Safra	Data	Aplicação detalhada
Dessecação pré - semeadura	2018/19	05/09	Dessecante: Roundup Original (Equivalente ácido de Glifosato 360 g/L+ Glifosato - Sal de Isopropilamina 480 g/L) Dose: 3 L p.c ha ⁻¹
	2019/20	02/09	
	2020/21	08/09	
Variedade/ Densidade de semeadura/adubação de base	2018/19	21/09	Nidera 5445IPRO 300 mil plantas ha ⁻¹ 350 kg ha ⁻¹ formulado NPK 05-20-10
	2019/20	13/09	P 95R90 IPRO 377 mil plantas ha ⁻¹ 350 kg ha ⁻¹ formulado NPK 05-20-10
	2020/21	29/09	P90R51 331 mil plantas ha ⁻¹ 300 kg ha ⁻¹ formulado NPK 04-30-10. * Estava um pouco úmido e teve problema de enbuchamento.
Inseticidas/ Herbicidas/ Fungicidas	2018/19	11/10	Herbicida: Roundup Original (Equivalente ácido de Glifosato 360 g/L+ Glifosato - Sal de Isopropilamina 480 g/L) Dose: 3 L p.c ha ⁻¹
		13/11	Fungicida: Fox (Trifloxistrobina 150g/l + Protiocanazol 175g/l) Dose: 400 ml p.c ha ⁻¹ Adjuvante: Nimbus (Oleo mineral 428 g/l) Dose: 500 ml p.c ha ⁻¹
		03/12	Fungicida: Mancozeb sabero (mancozeb 800g/l) Dose: 2 kg p.c ha ⁻¹ Fungicida: Fox (Trifloxistrobina 150g/l + Protiocanazol 175g/l) Dose: 400 ml p.c ha ⁻¹ Inseticida: Engeo Pleno (Tiametoxam 141 g/l + Lambda-Cialotrina 106 g/l) Dose: 300 ml p.c ha ⁻¹ Adjuvante: Nimbus (Oleo mineral 428 g/l) Dose: 500 ml p.c ha ⁻¹
		26/12	Inseticida: Engeo Pleno (Tiametoxam 141 g/l + Lambda-Cialotrina 106 g/l) Dose: 300 ml p.c ha ⁻¹ Fungicida: Elatus (Azoxistrobina 300 g/kg+ Benzovindiflupir 150 g/kg) Dose:0,2 kg p.c ha ⁻¹ Adjuvante: Nimbus (Oleo mineral 428 g/l) Dose: 500 ml p.c ha ⁻¹

	2019/20	28/10	Herbicida: Roundup Original (Equivalente ácido de Glifosato 360 g/L+ Glifosato - Sal de Isopropilamina 480 g/L) Dose: 3 L p.c ha ⁻¹ Herbicida: Cletodim (240 g/L) Dose: 0,5 L p.c ha ⁻¹ ¹ Inseticida: Cipermetrina (250 g/L) Dose: 100 ml p.c ha ⁻¹
		01/12	Fungicida: Fox (Trifloxistrobina 150g/l + Protiocanazol 175g/l) Dose: 400 ml p.c ha ⁻¹ Adjuvante: Nimbus (Oleo mineral 428 g/l) Dose: 500 ml p.c ha ⁻¹ Inseticida: Galil (imidacloprido 250g/l + Bifentrina 50g/l) Dose: 400 ml p.c ha ⁻¹
		19/12	Fungicida: Fox (Trifloxistrobina 150g/l + Protiocanazol 175g/l) Dose: 400 ml p.c ha ⁻¹ Fungicida: Mancozeb (mancozeb 800g/l) Dose: 2 kg p.c ha ⁻¹ Adjuvante: Nimbus (Oleo mineral 428 g/l) Dose: 500 ml p.c ha ⁻¹ Inseticida: Galil (imidacloprido 250g/l + Bifentrina 50g/l) Dose: 400 ml p.c ha ⁻¹
		02/01	Fungicida: Elatus (Azoxistrobina 300 g/kg + Benzovindiflupir 150 g/kg) Dose: 300 g p.c ha ¹ Inseticida: Galil (imidacloprido 250g/l + Bifentrina 50g/l) Dose: 350 ml p.c ha ⁻¹ Adjuvante: Nimbus (Oleo mineral 428 g/l) Dose: 500 ml p.c ha ⁻¹
	2020/21		
		15/09	Herbicida: Roundup WG 720 g/L+ Glifosato - Sal de Isopropilamina 480 g/L) Dose: 1,5 kg p.c ha ⁻¹
		22/10	Herbicida: Roundup WG 720 g/L+ Glifosato - Sal de Isopropilamina 480 g/L) Dose: 1,5 kg p.c ha ⁻¹
		08/12	Fungicida (Approach 350 ml ha + Mancozeb 2,0 kg ha) Inseticida Expedition – 300 ml ha.
		22/12	Fungicida Fox (400 ml ha) Inseticida Expedition – 300 ml ha.
		15/01	Aplicação Versatilis
Adubação Potassada	2018/19		
		13/09	60 kg ha ⁻¹ de potássio
	2019/20		
		21/09	60 kg ha ⁻¹ de potássio
Dessecação	2018/19	24/01	Reglone (Dibrometo de diquate 200 g/L) Dose: 2 L p.c ha ⁻¹

Colheita	2019/20	14/01	Gramoxone (Paraquate 200 g/L) Dose: 2 L p.c ha ⁻¹
	2020/21	02/02	Gramoxone (Paraquate 200 g/L) Dose: 2 L p.c ha ⁻¹
	2018/19	30/01	
	2019/20	23/01	
	2020/21	08/02	
Item	Milho 2º safra		
Dessecação pré-semeadura	2018/19		Não houve aplicação, pois foi realizado a dessecação pré-colheita da soja
	2019/20		
Variedade/ Densidade de semeadura/adubação de base	2018/19	01/02	Pioneer P3380 HR 60 mil plantas há ¹ 300 kg ha formulado NPK 05-20-10
	2019/20	24/01	P3754 PWU 55 mil plantas ha ⁻¹ 300 kg ha ⁻¹ formulado NPK 05-20-10
	2020/21	09/02	Grão: P3282 VYH 2,8 sementes m/L 160 kg ha formulado NPK 04-30-10
Inseticidas/ Herbicidas/ Fungicidas	2018/19	15/02	Herbicida: Atrazina Nortox (Atrazina). Dose 5 L p.c ha ⁻¹ Inseticida: Certero (Triflumurom 480 g/l) Dose:100 ml p.c ha ⁻¹
	2019/20	05/02	Herbicida: Atrazina Nortox (Atrazina). Dose 5 L p.c ha ⁻¹ Inseticida: Acefato (Acefato 750 g/kg) Dose:1 kg p.c ha ⁻¹
	2020/21	25/03	Inseticida: Lannate (Metomil 215 g/l) Dose: 400 ml p.c ha ⁻¹
		15/02	Herbicida: Atrazina Nortox (Atrazina). Dose 5 L p.c ha ⁻¹ + Expedition (Lambda Cialotrina 150 g/L + Sulfoxaflor 100 g/L)
		22/02	Inseticida: Acefato (Acefato 750 g/kg) - Dose:1 kg p.c ha ⁻¹ Para controle de cigarrinha
	27/02	Inseticida: Lannate (Metomil 215 g/l) Dose: 400 ml p.c ha ⁻¹	

Adubação Nitrogênio	2018/19	18/02	100 kg ha ⁻¹ de N
Dessecação	2019/20	18/02	100 kg ha ⁻¹ de N
	2020/21	22/02	100 kg ha ⁻¹ de N
Colheita	-	-	-
	2018/19	20/06	
	2019/20	15/07	
	2020/21	21/07	Milho teve uma boa emergência, mas a fase pós pendoamento sofreu bastante com a estiagem. No mês de março houve 17 entre os dias 12 e 15 e 8 mm no dia 25/03...mês de abril não choveu e voltou a chover início de maio
Item	Feijão 2º safra		
Dessecação pré - semeadura	2018/19 2019/20		Não houve aplicação, pois foi realizado a dessecação pré-colheita da soja
Variedade/ Densidade de semeadura/adubação de base	2018/19	01/02	
	2019/20	24/01	ANFC110. 290 mil plantas ha ⁻¹ 300 kg do formulado NPK 05-20-10
	2020/21	08/02	ANFC110. 290 mil plantas ha ⁻¹ 300 kg do formulado NPK 05-20-10 Cultivar Triunfo. 250 mil plantas ha ⁻¹ 160 kg do formulado NPK 04-30-10

Inseticidas/ Herbicidas/ Fungicidas	2018/19	12/02	Herbicida: Fusiflex (Fluazifope-p-butyl 125 g/L + Fomesafem 125 g/L) Dose: 1,5 L p.c ha ⁻¹
		13/03	Fungicida: Fox (Trifloxistrobina 150g/l + Protiocozol 175g/l) Dose: 400 ml p.c ha ⁻¹ Adjuvante: Nimbus (Oleo mineral 428 g/l) Dose: 500 ml p.c ha ⁻¹ Inseticida: Galil (imidacloprido 250g/l + Bifentrina 50g/l) Dose: 400 ml p.c ha ⁻¹
		12/04	Fungicida: Fox (Trifloxistrobina 150g/l + Protiocozol 175g/l) Dose: 400 ml p.c ha ⁻¹ Adjuvante: Nimbus (Oleo mineral 428 g/l) Dose: 500 ml p.c ha ⁻¹ Inseticida: Galil (imidacloprido 250g/l + Bifentrina 50g/l) Dose: 400 ml p.c ha ⁻¹
	2019/20	11/02	Herbicida: Gladium (Etoxissulfurom 600g/kg) Dose: 40 g p.c ha ⁻¹
		02/03	Herbicida: Verdict max (Haloxifope-P-metilico 540 g/l) Dose: 290 ml p.c ha ⁻¹
		25/03	Inseticida: Lannate (Metomil 215 g/l) Dose: 400 ml p.c ha ⁻¹
	2020/21	17/02	Aplicação de Mustang para controle de vaquinha
		22/02	Aplicação de Flex + gladium para controle de plantas daninhas
		05/03	Aplicação de fox + produto a base de cobre. Não foi aplicado inseticida porque não havia pragas. O ano foi muito seco e não houve pressão de doença.
	Adubação Nitrogenada/Potassada	2018/19	18/02
2019/20		18/02	60 kg ha ⁻¹ de N
2020/21		25/02	60 kg ha ⁻¹ de N
Dessecação	2018/19	29/04	Dessecante pré colheita Gramoxone (Paraquate 200 g/L) Dose: 2 L p.c ha ⁻¹
	2019/20	16/04	Dessecante pré colheita Gramoxone (Paraquate 200 g/L) Dose: 2 L p.c ha ⁻¹
	2020/21	25/04/21	Reglone 2 l p.c. ha ⁻¹
Colheita	2018/19	06/05	

	2019/20	27/04	
	2020/21	10/05	* Mesmo com a seca, abortamento de vagens e grãos, a produtividade foi surpreendente...
Item			Plantas de cobertura 2º safra
Dessecação pré - semeadura	2018/19 2019/20 2020/21		Não houve aplicação, pois foi realizado a dessecação pré-colheita da soja
Variedade/ Densidade de semeadura/adubação de base	2018/19	02/02	Lablab (35 kg ha ⁻¹); Crotalaria (20 kg ha ⁻¹); Milheto (20 kg ha ⁻¹); Urochloa (12 kg ha ⁻¹) 300 kg do formulado NPK 05-20-10
	2019/20	27/01	Lablab (35 kg ha ⁻¹); Crotalaria (20 kg ha ⁻¹); Milheto (20 kg ha ⁻¹); Urochloa (12 kg ha ⁻¹) 300 kg do formulado NPK 05-20-10
	2020/21	09/02	Lablab (35 kg ha ⁻¹); Crotalaria (30 kg ha ⁻¹); Milheto (20 kg ha ⁻¹); Urochloa (12 kg ha ⁻¹); MIX (Milheto (12 kg) + Crotalaria (6 kg) + Brachiaria (4 kg)) . 160 kg do formulado NPK 05-20-10 *1, 4, 7, 11 e 4 mm de abertura da semente para semear Urochloa, milheto, crotalaria e lab-lab e mix respectivamente na regulagem para 3,5 sementes de milho por hectare. Safrinha 2021 foi usado crotalaria Ochroleuca (100% pureza) abertura de 3,5mm = 15kg ha ⁻¹ . Adubo 160 kg ha ⁻¹ NPK 04-30-10
Colheita	2018/19	28/03 12/04 29/04	Avaliação de biomassa das plantas de cobertura
	2019/20	09/03 06/04 25/05	Avaliação de biomassa das plantas de cobertura
	2020/21	29/04	Avaliação biomassa de todas as parcelas de plantas de cobertura
Item			Entressafra
Dessecação pré - semeadura	2018/19	29/04	Roundup Original (Equivalente ácido de Glifosato 360 g/L+ Glifosato - Sal de Isopropilamina 480 g/L) Dose: 3 L p.c ha ⁻¹
		06/05 20/06	
	2019/20	27/04 25/05 15/07	Roundup Original (Equivalente ácido de Glifosato 360 g/L+ Glifosato - Sal de Isopropilamina 480 g/L) Dose: 3 L p.c ha ⁻¹
	2020/21	05/05/21	

Variedade/ Densidade de semeadura/adubação de base	2018/19	29/04 06/05 20/06	IAPAR 61 - 50 kg ha ⁻¹
	2019/20	27/04 25/05 15/07	APAR 61 - 50 kg ha ⁻¹
	2020/21	08/05 19/05 21/07	Aveia Iapar 61 (50 kg ha) + centeio (20 kg ha) Aveia Iapar 61 (50 kg ha) + centeio (20 kg ha) sobre as plantas de cobertura de verão Aveia Iapar 61 (50 kg ha) + centeio (20 kg ha) sobre as parcelas de feijão. Aveia Iapar 61 (50 kg ha) + centeio (20 kg ha) sobre as parcelas de milho.
Inseticidas/ Herbicidas/ Fungicidas	2018/19	17/07	Herbicida: Ally (Metsulfurom-metílico 600 g/kg) Dose: 6 g p.c ha ⁻¹
	2019/20	15/06	Herbicida: Ally (Metsulfurom-metílico 600 g/kg) Dose: 6 g p.c ha ⁻¹
	2020/21	08/06 16/06	Herbicida: Ally (Metsulfurom-metílico 600 g/kg) Dose: 7 g p.c ha ⁻¹ Herbicida 2,4-D - Aminol 0,6 L ha ⁻¹
Colheita	2018/19	02/08	Avaliação da biomassa da aveia
	2019/20	14/09	

Tabela práticas culturais **SISTEMA 3**

Item	Feijão/Milho/Soja 1º safra		
	Safra	Data	Aplicação detalhada
Dessecação pré – semeadura	2018/19	02/09	Dessecante: Roundup Original (Equivalente ácido de Glifosato 360 g/L+ Glifosato - Sal de Isopropilamina 480 g/L) Dose: 3 L p.c ha ⁻¹
	2019/20	07/08	
	2020/21	17/08	
Variedade/ Densidade de semeadura/adubação de base	2018/19	26/09	ANFC09 253 mil plantas ha ⁻¹ 350 kg ha ⁻¹ formulado NPK 05- 20-10
	2019/20	30/08	P30F53 70 mil plantas ha ⁻¹ 350 kg ha ⁻¹ formulado NPK 05- 20-10
	2020/21	29/09	Soja P90R51 331 mil plantas ha ⁻¹ 300 kg do fertilizante 04-

			30-10
Inseticidas/ Herbicidas/ Fungicidas	2018/19	11/10	Herbicida: Basagran (Bentazona 600g/L) Dose: 1,2 L p.c ha ⁻¹ Herbicida: Flex (Fomesafem 250 g/L) Dose: 1 L p.c ha ⁻¹ Inseticida: Turbo (Beta-ciflutrina 50 g/L) Dose:200 ml p.c ha ⁻¹
		05/11	Fungicida: Fox (Trifloxistrobina 150g/l + Protioconazol 175g/l) Dose:400 ml p.c ha ⁻¹ Adjuvante: Nimbus (Oleo mineral 428 g/l) Dose:500 ml p.c ha ⁻¹ Fungicida: Difere (Equivalente em cobre metálico 350 g/L+ Oxicloreto de cobre 588 g/L) Dose: 2 L p.c ha ⁻¹
		03/12	Fungicida: Fox (Trifloxistrobina 150g/l + Protioconazol 175g/l) Dose: 400 ml p.c ha ⁻¹ Adjuvante: Nimbus (Oleo mineral 428 g/l) Dose: 500 ml p.c ha ⁻¹ Fungicida: Mancozeb sabero (mancozeb 800g/l) Dose: 2 kg p.c ha ⁻¹
	2019/20		Inseticida: Engeo Pleno (Tiametoxam 141 g/l + Lambda-Cialotrina 106 g/l) Dose: 300 ml p.c ha ⁻¹
		17/10	Fungicida: Nativo (Trifloxistrobina; Tebuconazol) 0,5 L p.c ha ⁻¹ + Priori xtra (Azoxistrobina 200g/L Ciproconazol 80 g/L) Dose: 150 ml p.c ha ⁻¹ Adjuvante: Nimbus (Oleo mineral 428 g/l) Dose: 500 ml p.c ha ⁻¹
	2020/21	22/10	Herbicida: Roundup WG 720 g/L+ Glifosato - Sal de Isopropilamina 480 g/L) Dose: 1,5 kg p.c ha ⁻¹
		08/12	Fungicida (Approach 350 ml ha + Mancozeb 2,0 kg ha) Inseticida Expedition – 300 ml ha ⁻¹
		22/12	Fungicida Fox (400 ml ha ⁻¹) Inseticida Expedition – 300 ml ha ⁻¹
		15/01	Aplicação Versatilis
	Adubação Nitrogenada/Potassada	2018/19	26/09
20/10			60 kg ha ⁻¹ de nitrogênio
2019/20		07/10	60 kg ha ⁻¹ de potássio
		02/10	90 kg ha ⁻¹ de nitrogênio
		21/10	90 kg ha ⁻¹ de nitrogênio
2020/21			

		-	-
Dessecação	2018/19	26/12	Dessecante: Reglone (Dibrometo de diquate 200 g/L) Dose: 2 L p.c ha ⁻¹
	2020/21	02/02	Gramoxone (Paraquate 200 g/L) Dose: 2 L p.c ha ⁻¹
Colheita	2018/19	02/01	
	2019/20	23/01	
	2020/21	08/02	
Item	Soja 2° safra		
Dessecação pré - semeadura	2018/19	-	Não houve aplicação, pois foi realizado a dessecação pré-colheita do feijão
	2019/20	24/01	Roundup Original (Equivalente ácido de Glifosato 360 g/L+ Glifosato - Sal de Isopropilamina 480 g/L) Dose: 3 L p.c ha ⁻¹
Variedade/ Densidade de semeadura/adubação de base	2018/19	03/01	TMG 7062. 350 mil plantas ha ⁻¹ 300 kg ha ⁻¹ formulado NPK 05-20-10
	2019/20	24/01	TMG 7062. 350 mil plantas ha ⁻¹ 300 kg ha ⁻¹ formulado NPK 05-20-10
Inseticidas/ Herbicidas/ Fungicidas	2018/19	22/01	Herbicida: Roundup Original (Equivalente ácido de Glifosato 360 g/L+ Glifosato - Sal de Isopropilamina 480 g/L) Dose: 3,5 L p.c ha ⁻¹
		22/02	Fungicida: Fox (Trifloxistrobina 150g/l + Protioconazol 175g/l) Dose:400 ml p.c ha ⁻¹ Adjuvante: Nimbus (Oleo mineral 428 g/l) Dose:500 ml p.c ha ⁻¹ Herbicida: Roundup Original (Equivalente ácido de Glifosato 360 g/L+ Glifosato - Sal de Isopropilamina 480 g/L) Dose: 3 L p.c ha ⁻¹ Inseticida: Engeo Pleno (Tiametoxam 141 g/l + Lambda- Cialotrina 106 g/l) Dose: 300 ml p.c ha ⁻¹
		13/03	Fungicida: Fox (Trifloxistrobina 150g/l + Protioconazol

			175g/l) Dose: 400 ml p.c ha ⁻¹ Adjuvante: Nimbus (Oleo mineral 428 g/l) Dose: 500 ml p.c ha ⁻¹ Fungicida: Mancozeb sabero (mancozeb 800g/l) Dose: 2 kg p.c ha ⁻¹ Inseticida: Galil (imidacloprido 250g/l + Bifentrina 50g/l) Dose: 400 ml p.c ha ⁻¹
	2019/20	26/03	Fungicida: Fox (Trifloxistrobina 150g/l + Protiocanazol 175g/l) Dose: 400 ml p.c ha ⁻¹ Adjuvante: Nimbus (Oleo mineral 428 g/l) Dose: 500 ml p.c ha ⁻¹ Fungicida: Mancozeb sabero (mancozeb 800g/l) Dose: 2 kg p.c ha ⁻¹ Inseticida: Galil (imidacloprido 250g/l + Bifentrina 50g/l) Dose: 400 ml p.c ha ⁻¹
		14/02	Herbicida: Verdict max (Haloxifope-P-metilico 540 g/L) Dose: 290 ml p.c ha ⁻¹
		17/02	Herbicida: Roundup Original (Equivalente ácido de Glifosato 360 g/L+ Glifosato - Sal de Isopropilamina 480 g/L) Dose: 3,5 L p.c ha ⁻¹
		25/03	Fungicida: Fox (Trifloxistrobina 150g/l + Protiocanazol 175g/l) Dose:400 ml p.c ha ⁻¹ Adjuvante: Nimbus (Oleo mineral 428 g/l) Dose:500 ml p.c ha ⁻¹ Inseticida: Lannate (Metomil 215 g/l) Dose: 400 ml p.c ha ⁻¹
		16/04	Fungicida: Fox (Trifloxistrobina 150g/l + Protiocanazol 175g/l) Dose:400 ml p.c ha ⁻¹ Adjuvante: Nimbus (Oleo mineral 428 g/l) Dose:500 ml p.c ha ⁻¹ Inseticida: Lannate (Metomil 215 g/l) Dose: 400 ml p.c ha ⁻¹
Adubação Nitrogenada/Potassada			Não houve
Dessecação			Não houve
Colheita	2018/19	06/05	
	2019/20	25/05	
Item	Milho/Feijão 2º safra		
Dessecação pré - semeadura	2018/19	-	Não houve aplicação, pois foi realizado a dessecação pré-colheita do feijão
	2019/20	24/01	Herbicida: Roundup Original (Equivalente ácido de Glifosato 360 g/L+ Glifosato - Sal de Isopropilamina 480 g/L). Dose: 3

Variedade/ Densidade de semeadura/adubação de base	2018/19	03/01	L p.c ha ⁻¹ Milho P3380HR 60 mil plantas por ha ⁻¹ 350 kg ha ⁻¹ formulado NPK 05-20-10
	2019/20 2020/21	24/01 08/02 08/02	ANFC110. 251 mil plantas ha ⁻¹ 300 kg ha ⁻¹ do formulado NPK 05-20-10 Milho P3282 VYHR. 160 kg ha ⁻¹ formulado NPK 04-30-10 Cultivar Triunfo. 250 mil plantas ha ⁻¹ 160 kg do formulado NPK 04-30-10
Inseticidas/ Herbicidas/ Fungicidas	Milho 2018/19	11/01	Herbicida: Roundup Original (Equivalente ácido de Glifosato 360 g/L+ Glifosato - Sal de Isopropilamina 480 g/L) Dose: 3 L p.c ha ⁻¹ Inseticida: Engeo Pleno (Tiametoxam 141 g/l + Lambda-Cialotrina 106 g/l) Dose: 300 ml p.c ha ⁻¹
		22/01	Herbicida: Roundup Original (Equivalente ácido de Glifosato 360 g/L+ Glifosato - Sal de Isopropilamina 480 g/L) Dose: 3 L p.c ha ⁻¹ Inseticida: Cipermetrina (cipermetrina 200g/L) Dose:100 ml p.c ha ⁻¹
		31/01	Inseticida: Acefato Nortox (Acefato 750 g/L) Dose: 1 L p.c ha ⁻¹
		05/02	Inseticida: Acefato Nortox (Acefato 750 g/L) Dose: 1 L p.c ha ⁻¹
		14/02	Herbicida: Verdict max (Haloxifope-P-metílico 540 g/l \) Dose: 290 ml p.c ha ⁻¹
	Feijão 2019/20	17/3	Herbicida: Flex (Fomesafem 250 g/L) Dose: 1 L p.c ha ⁻¹
		25/03	Fungicida: Fox (Trifloxistrobina 150g/l + Protiocozol 175g/L) Dose:400 ml p.c ha ⁻¹ Adjuvante: Nimbus (Oleo mineral 428 g/L) Dose:500 ml p.c ha ⁻¹ Inseticida: Lannate (Metomil 215 g/l) Dose: 400 ml p.c ha ⁻¹
		Milho 2021/21	15/02
	20/02		Aplicação de Glifosato + atrazina (2 + 5 litros por hectare) + lannate para controle de cigarrinha
	25/02		Aplicação de Acefato para controle de cigarrinha

Adubação Nitrogenada/Potassada	Feijão 2021/21	17/02	Aplicação de Mustang para controle de vaquinha	
		22/02	Aplicação de Flex + gladium para controle de plantas daninhas	
		05/03	Aplicação de fox + produto a base de cobre. Não foi aplicado inseticida porque não havia pragas. O ano foi muito seco e não houve pressão de doença.	
	Dessecação	2018/19	18/02	100 kg ha ⁻¹ de N no milho
		2019/20	18/02	60 kg ha ⁻¹ de N no feijão
		2020/21	25/02	100 kg ha ⁻¹ de N no milho e 60 kg ha ⁻¹ de N no feijão
	Colheita	2019/20	16/04	Dessecante: Patrol (Glufosinato- Sal de amônio 200 g/l) Dose: 2 p.c ha ⁻¹
		2018/19	Milho 20/05	
		2019/20	Feijão 20/04	
		2020/21	Feijão 10/05 Milho 21/07	
Item			Plantas de Cobertura 2º safra	
Dessecação pré - semeadura	2018/19	01/02	Não houve aplicação, pois foi realizada a dessecação pré-colheita de feijão.	
	2019/20	27/01	Herbicida: Roundup Original (Equivalente ácido de Glifosato 360 g/L+ Glifosato - Sal de Isopropilamina 480 g/L). Dose: 3 L p.c ha ⁻¹	
	2020/21	08/02/21	Herbicida: Roundup Original (Equivalente ácido de Glifosato 360 g/L+ Glifosato - Sal de Isopropilamina 480 g/L). Dose: 3 L p.c ha ⁻¹	
Variedade/ Densidade de semeadura/adubação de base	2018/19	02/01	Crotalária (20 kg ha ⁻¹) Milheto (20 kg ha ⁻¹) Urochloa (12 kg ha ⁻¹) Lablab (35 kg ha ⁻¹) 300 kg do formulado NPK 05-25-10	
	2019/20	27/01	Crotalária (20 kg ha ⁻¹) Milheto (20 kg ha ⁻¹) Urochloa (12 kg ha ⁻¹) Lablab (35 kg ha ⁻¹) 300 kg do formulado NPK 05-25-10	
	2020/21	09/02	*1, 4, 7, 11 e 4 mm de abertura da semente para semear	

Colheita	2018/19	28/03 12/04 29/04	Urochloa, milheto, crotalária e lab-lab e mix respectivamente na regulagem para 3,5 sementes de milho por hectare. Safrinha 2021 foi usado crotalária Ochroleuca (100% pureza) abertura de 3,5mm = 15kg ha ⁻¹ . Adubo 160 kg ha ⁻¹ NPK 04-30-10
	2019/20	09/03 06/04 25/05	Avaliação de biomassa das plantas de cobertura
	2020/21	29/04	Avaliação de biomassa das plantas de cobertura
			Uma única avaliação em plena floração
Item	Entressafra		
Dessecação pré - semeadura	2018/19	29/04 06/05 20/05	Herbicida: Roundup Original (Equivalente ácido de Glifosato 360 g/L+ Glifosato - Sal de Isopropilamina 480 g/L) Dose: 3 L p.c ha ⁻¹
	2019/20	-	Não houve aplicação de dessecação, as plantas de cobertura de verão foram roladas.
	2020/21	08/05	Herbicida: Roundup Original (Equivalente ácido de Glifosato 360 g/L+ Glifosato - Sal de Isopropilamina 480 g/L) Dose: 3 L p.c ha ⁻¹
Variedade/ Densidade de semeadura/adubação de base	2018/19	29/04 06/05 20/05	Aveia Iapar 61 + Nabo forrageiro (30/10) Taxa de semeadura: 40 kg ha ⁻¹
	2019/20	27/04 25/05	Aveia Iapar 61 + Nabo forrageiro (30/10) Taxa de semeadura: 40 kg ha ⁻¹
	2020/21	08/05	Aveia Iapar 61 + centeio (50 + 20 kg ha) sobre feijão safrinha Aveia Iapar 61 + centeio (50 + 20 kg ha) sobre milho safrinha
Inseticidas/ Herbicidas/ Fungicidas		21/07	
	2019/20	15/05	Herbicida: Ally (Metsulfurom-metílico 600 g/kg) Dose: 6 g p.c ha ⁻¹
Colheita	2020/21	08/06	Herbicida: Ally (Metsulfurom-metílico 600 g/kg) Dose: 7 g p.c ha
	2018/19	02/08	Avaliação de biomassa aveia+nabo
	2019/20	17/08	
Tabela práticas culturais SISTEMA 4			
Item	Soja/Milho 1º safra		

	Safra	Data	Aplicação detalhada
Dessecação pré - semeadura	2018/19	03/10	Herbicida: Roundup Original (Equivalente ácido de Glifosato 360 g/L+ Glifosato - Sal de Isopropilamina 480 g/L) Dose: 3 L p.c ha ⁻¹
	2019/20	20/09	
	2020/21	17/08	
Variedade/ Densidade de semeadura/adubação de base	2018/19	23/10	N5445 350 mil plantas ha ⁻¹ 350 kg ha ⁻¹ formulado NPK 05-20-10
	2019/20	11/10	P95R51IPRO 377 mil plantas ha ⁻¹ 300 kg ha ⁻¹ formulado NPK 05-20-10
	2020/21	27/08/20	P3016 80 mil plantas ha ⁻¹ 350 kg ha ⁻¹ formulado NPK 05-30-10 *problema com embuchamento - MILHO
Inseticidas/ Herbicidas/ Fungicidas	2018/19	05/11	Herbicida: Roundup Original (Equivalente ácido de Glifosato 360 g/L+ Glifosato - Sal de Isopropilamina 480 g/L) Dose: 3 L p.c ha ⁻¹
		03/12	Fungicida: Fox (Trifloxistrobina 150g/l + Protiocanazol 175g/l) Dose: 400 ml p.c ha ⁻¹ Fungicida: Mancozeb sabero (mancozeb 800g/l) Dose: 1,5 kg p.c ha ⁻¹ Adjuvante: Nimbus (Oleo mineral 428 g/l) Dose: 500 ml p.c ha ⁻¹ Inseticida: Engeo pleno (Tiametoxam 145 g/l; Lambda-Cialotrina 106 g/l) Dose: 300 ml p.c ha ⁻¹
		26/12	Inseticida: Engeo Pleno (Tiametoxam 141 g/l + Lambda-Cialotrina 106 g/l) Dose: 300 ml p.c ha ⁻¹ Adjuvante: Nimbus (Oleo mineral 428 g/l) Dose: 500 ml p.c ha ⁻¹ Fungicida: Elatus (Azoxistrobina 300 g/kg+ Benzovindiflupir 150 g/kg) Dose:0,2 kg p.c ha ⁻¹
		18/01	Inseticida: Engeo Pleno (Tiametoxam 141 g/l + Lambda-Cialotrina 106 g/l) Dose: 250 ml p.c ha ⁻¹ Fungicida: Elatus (Azoxistrobina 300 g/kg+ Benzovindiflupir 150 g/kg) Dose: 0,2 kg p.c ha ⁻¹ Adjuvante: Nimbus (Oleo mineral 428 g/l) Dose: 500 ml p.c ha ⁻¹

Adubação Nitrogenada/Potassada	2019/20	31/01	Fungicida: Fox (Trifloxistrobina 150g/l + Protiocanazol 175g/l) Dose: 400 ml p.c ha ⁻¹ Inseticida: Acefato (Acefato 750 g/kg) Dose: 1 kg p.c ha ⁻¹ Adjuvante: Nimbus (Oleo mineral 428 g/l) Dose: 500 ml p.c ha ⁻¹
		28/10	Herbicida: Roundup Original (Equivalente ácido de Glifosato 360 g/L+ Glifosato - Sal de Isopropilamina 480 g/L) Dose: 3 L p.c ha ⁻¹ Herbicida: Cletodim (240 g/L) Dose: 0,5 L p.c ha ⁻¹
		01/12	Fungicida: Fox (Trifloxistrobina 150g/l + Protiocanazol 175g/l) Dose: 400 ml p.c ha ⁻¹ Adjuvante: Nimbus (Oleo mineral 428 g/l) Dose: 500 ml p.c ha ⁻¹ Inseticida: Galil (imidacloprido 250g/L + Bifentrina 50g/l) Dose: 400 ml p.c ha ⁻¹
		19/12	Fungicida: Fox (Trifloxistrobina 150g/l + Protiocanazol 175g/l) Dose: 400 ml p.c ha ⁻¹ Adjuvante: Nimbus (Oleo mineral 428 g/l) Dose: 500 ml p.c ha ⁻¹ Fungicida: Mancozeb (mancozeb 800g/l) Dose: 2 kg p.c ha ⁻¹ Inseticida: Galil (imidacloprido 250g/l + Bifentrina 50g/l) Dose: 400 ml p.c ha ⁻¹
		02/01	Fungicida: Elatus (Azoxistrobina 300 g/kg+ Benzovindiflupir 150 g/kg) Dose: 300 g p.c ha ⁻¹ Adjuvante: Nimbus (Oleo mineral 428 g/l) Dose: 500 ml p.c ha ⁻¹ Inseticida: Galil (imidacloprido 250g/l + Bifentrina 50g/l) Dose: 400 ml p.c ha ⁻¹
	15/01	Fungicida: Elatus (Azoxistrobina 300 g/kg+ Benzovindiflupir 150 g/kg) Dose: 300 g p.c ha ⁻¹ Adjuvante: Nimbus (Oleo mineral 428 g/l) Dose: 500 ml p.c ha ⁻¹ Inseticida: Galil (imidacloprido 250g/l + Bifentrina 50g/l) Dose: 400 ml p.c ha ⁻¹	
	2020/21	09/08	Herbicida: Roundup Original (Equivalente ácido de Glifosato 360 g/L+ Glifosato - Sal de Isopropilamina 480 g/L) Dose: 3 L p.c ha ⁻¹
		31/08	Herbicida+inseticida: atrazina (4 litros ha) + glifosato (1 kg de Cruciol ha ⁻¹) + 150 de mustang ha. 60 kg ha ⁻¹ de potássio
	2018/19	23/10	60 kg ha ⁻¹ de potássio
	2019/20		80 kg ha ⁻¹ de nitrogênio

Dessecação	2020/21	11/10	80 kg ha ⁻¹ de nitrogênio	
		17/09		
		28/09		
Colheita	2018/19	22/02	Dessecante pré-colheita: Gramoxone (Paraquate 200 g/L) Dose: 2 L p.c ha ⁻¹	
		2019/20	Não foi feito	
		2018/19	28/02	
		2019/20	17/02	
	2020/21	03/02		
Item	Milho 2º safra			
Dessecação pré - semeadura	2018/19	-	Não houve aplicação, pois foi realizado a dessecação pré-colheita da soja	
	2019/20	-	-	
Variedade/ Densidade de semeadura/adubação de base	2018/19	-	Não houve plantio	
	2019/20	18/02	P3754 PWU 55 mil plantas ha ⁻¹ 300 kg ha ⁻¹ formulado NPK 05-20-10	
	2020/21	09/02	-	
Inseticidas/ Herbicidas/ Fungicidas	2019/20	12/03	Inseticida: Lannate (Metomil 215 g/l) Dose: 400 ml p.c ha ⁻¹	
		25/03	Fungicida: Fox (Trifloxistrobina 150g/l + Protiocanazol 175g/l) Dose: 400 ml p.c ha ⁻¹ Adjuvante: Nimbus (Oleo mineral 428 g/l) Dose: 500 ml p.c ha ⁻¹ Inseticida: Lannate (Metomil 215 g/l) Dose: 400 ml p.c ha ⁻¹	
Adubação Nitrogenada/Potassada	2019/20	18/03	100 kg ha ⁻¹ de N	
Dessecação	-	-	Não houve	

Colheita		15/07	
Item	Feijão 2º safra		
Dessecação pré - semeadura	2018/19	-	Não houve aplicação, pois foi realizado a dessecação pré-colheita da soja
	2019/20	-	-
Variedade/ Densidade de semeadura/adubação de base	2018/19		Não houve plantio
	2019/20	18/02	ANFC110. 290 mil plantas ha ⁻¹ NPK 05-20-10 300 kg ha ⁻¹ formulado
Inseticidas/ Herbicidas/ Fungicidas	2019/20	12/03	Herbicida: Gladium (Etoxissulfurom 600g/kg) Dose: 40 g p.c ha ⁻¹ Inseticida: Lannate (Metomil 215 g/l) Dose: 400 ml p.c ha ⁻¹
		15/03	Fungicida: Fox (Trifloxistrobina 150g/l + Protiocanazol 175g/l) Dose: 400 ml p.c ha ⁻¹ Adjuvante: Nimbus (Oleo mineral 428 g/l) Dose: 500 ml p.c ha ⁻¹
		16/04	Inseticida: Lannate (Metomil 215 g/l) Dose: 400 ml p.c ha ⁻¹
Adubação Nitrogenada/Potassada	2019/20	18/03	60 kg ha ⁻¹ de N
Dessecação	2019/20	18/05	Dessecante: Patrol (Glufosinato- Sal de amônio 200 g/l) Dose: 2 p.c ha ⁻¹
Colheita	2019/20	25/05	
Item	Pousio		
Dessecação pré - semeadura	2018/19 2019/20	-	Não houve aplicação, pois foi realizado a dessecação pré-colheita da soja
Variedade/ Densidade de semeadura/adubação de base	2018/19 2019/20	-	-
Inseticidas/ Herbicidas/ Fungicidas	2018/19	12/04	Herbicida: Select (Cletodim 240 g/L + Alquilbenzeno 670,9 g/L) Dose: 0,6 L p.c ha ⁻¹ 2,4 D (2,4 D 806 g/L) Dose: 0,8 L p.c ha ⁻¹
	-	04/06	Herbicida: Ally (Metsulfurom-metilico 600 g/kg) Dose: 6 g p.c ha ⁻¹

Dessecação	-	-	-
Colheita	-	-	-
Item			Plantas de Cobertura
Dessecação pré - semeadura	2018/19	-	Não houve aplicação, pois foi realizado a dessecação pré-colheita da soja
	2019/20	-	-
Variedade/ Densidade de semeadura/adubação de base	2018/19	02/03	Crotalária (20 kg ha ⁻¹); M +C (14 kg, 6 kg ha ⁻¹); Urochloa (12 kg ha ⁻¹); Lablab (35 kg ha ⁻¹); Milheto (20 kg ha ⁻¹) 300 kg ha ⁻¹ formulado NPK 05-20-10
	2019/20	03/03	Lab lab (35 kg ha ⁻¹); Crotalária (20 kg ha ⁻¹); Milheto (20 kg ha ⁻¹); Urochloa (12 kg ha ⁻¹); MIX (Milheto (12 kg) + Crotalária (6 kg) + Urochloa (4 kg) 300 kg do formulado NPK 05-20-10
	2020/21	09/03	*1, 4, 7, 11 e 4 mm de abertura da semente para semear Brachiaria, milheto, crotalária e lab-lab e mix respectivamente na regulagem para 3,5 sementes de milho por hectare. Safrinha 2021 foi usado crotalária Ochroleuca (100% pureza) abertura de 3,5mm = 15kg ha ⁻¹ . Adubo 160 kg ha ⁻¹ NPK 04-30-10
	2019/20	-	-
Dessecação	-	-	Avaliação de biomassa das plantas de cobertura
	2018/19	28/03 12/04 29/04	
Colheita	2019/20	09/03 06/04 25/05	Avaliação de biomassa das plantas de cobertura Avaliação de biomassa das plantas de cobertura
Item			Entressafr
Dessecação pré - semeadura	2018/19	20/05	Herbicida: Roundup Original (Equivalente ácido de Glifosato 360 g/L+ Glifosato - Sal de Isopropilamina 480 g/L) Dose: 3 L p.c ha ⁻¹
	2019/20	20/05	Roundup Original (Equivalente ácido de Glifosato 360 g/L+ Glifosato - Sal de Isopropilamina 480 g/L) Dose: 3 L p.c ha ⁻¹
Variedade/ Densidade de semeadura/adubação de base	2018/19	27/05	Trigo TBIO Toruk 150 kg ha ⁻¹ 208 kg ha ⁻¹ formulado 16-36-00 (DAP)
	2019/20	25/05 15/06	Aveia Iapar 61 + Nabo forrageiro (30/10) 40 kg ha ⁻¹

		18/06	
	2020/21	25/05	Semeadura do trigo Audaz - 150 kg de Semente por hectare. Não foi adubado, somente com 150 kg de ureia na base
Adubação de cobertura	2018/19	19/05	Equivalente a 40 kg ha ⁻¹ de N
Inseticidas/ Herbicidas/ Fungicidas		04/06	Herbicida: Ally (Metsulfurom-metílico 600 g/kg) Dose: 6 g p.c ha ⁻¹
		24/06	Herbicida: Hussar (Iodossulfurom-metílico-sódico 50 g/kg) Dose: 120 g p.c ha ⁻¹
		17/07	Fungicida: Tilt (Propiconazol 250 g/L) Dose: 0,4 L p.c ha ⁻¹ Fungicida: Nativo (Tebuconazol 200 g/L + Trifloxistrobina 100 g/L) Dose: 0,7 L p.c ha ⁻¹ Adjuvante: Nimbus (Oleo mineral 428 g/l) Dose: 500 ml p.c ha ⁻¹
		01/08	Fungicida: Tilt (Propiconazol 250 g/L) Dose: 0,4 L p.c ha ⁻¹ Fungicida: Priori Xtra (Azoxistrobina 200 g/L + Ciproconazol 80 g/L) Dose: 0,6 L p.c ha ⁻¹ Adjuvante: Nimbus (Oleo mineral 428 g/l) Dose: 500 ml p.c ha ⁻¹
	2020/21	20/08	Fungicida: Nativo (Tebuconazol 200 g/L + Trifloxistrobina 100 g/L) Dose: 0,7 L p.c ha ⁻¹ Adjuvante: Nimbus (Oleo mineral 428 g/l) Dose: 500 ml p.c ha ⁻¹
		08/06	Herbicida: Ally (Metsulfurom-metílico 600 g/kg) Dose: 7 g p.c ha ⁻¹
Adubação de cobertura	2018/19	27/06	60 kg ha ⁻¹ de N
	2018/19	10/10	Avaliação de Biomassa aveia+nabo
Colheita	2019/20		

Apêndice B - Custos de produção dos sistemas - Sistema 1 na safra 2018/2019

Culturas		Milho	Soja	Feijão	Crotalária	Lablab	Milheto	Urochloa	Entressafra*
Atividades	Unidade	R\$ ha ⁻¹	R\$ ha ⁻¹	R\$ ha ⁻¹	R\$ ha ⁻¹	R\$ ha ⁻¹	R\$ ha ⁻¹	R\$ ha ⁻¹	R\$ ha ⁻¹
A - Despesas com operações terceirizadas		1144,39	702,66	753,48	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00
Dessecação pré-semeadura		30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
Semeadura/Adubação		120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00
Tratos culturais – Herbicidas		30,00	60,00	60,00					
Tratos culturais - Inseticidas/Fungicidas		30,00	90,00	30,00					
Tratos culturais – Adubação de cobertura		30,00	0,00	30,00					
Dessecação pré-colheita		0,00	0,00	30,00					
Colheita		679,64	347,05	418,60					
Transporte		224,75	55,62	34,88					
B - Despesas com materiais		2381,00	1525,60	1925,00	433,20	339,25	117,20	181,20	122,20
Dessecante pré-semeadura	L	37,20	37,20	37,20	37,20	37,20	37,20	37,20	37,20
Sementes	sc	780,00	330,00	560,00	396,00	302,05	80,00	144,00	85,00
Adubação de cobertura	kg	850,00	0,00	221,00					
Adubação de base	kg	560,00	480,00	480,00					
Inseticidas	L	26,30	95,60	95,60					
Herbicidas pós-emergência	L	127,50	240,00	240,00					
Adjuvantes	L	0,00	26,40	17,60					
Fungicidas	sc	0,00	316,40	226,00					
Dessecante pré-colheita	L	0,00	0,00	47,60					
COE (A + B)		3525,39	2228,26	2678,48	583,20	489,25	267,20	331,20	272,20

* Cultivo do consórcio de nabo forrageiro + aveia.

Custos de produção do sistema 2 na safra 2018/2019

Culturas		Soja	Milho	Feijão	Crotalária	Lab lab	Milheto	Urochloa	Entressafra*
Atividades	Unidade	R\$ ha ⁻¹	R\$ ha ⁻¹	R\$ ha ⁻¹	R\$ ha ⁻¹	R\$ ha ⁻¹	R\$ ha ⁻¹	R\$ ha ⁻¹	R\$ ha ⁻¹
A - Despesas com operações terceirizadas		1057,26	533,17	642,35	120,00	120,00	120,00	120,00	150,00
Dessecação pré-semeadura		30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30,00
Semeadura/Adubação		120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00
Tratos culturais – Herbicidas		30,00	30,00	30,00					
Tratos culturais - Inseticidas/fungicida		90,00	0,00	60,00					
Tratos culturais - Adubação de cobertura		30,00	30,00	30,00					
Dessecação pré-colheita		30,00	0,00	0,00					
Colheita		626,81	259,84	371,40					
Transporte		100,45	93,33	30,95					
B - Despesas com materiais		1626,50	1550,50	1660,20	396,00	302,05	80,00	144,00	112,20
Dessecante pré – semeadura	L	37,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	37,20
Sementes	sc	360,00	600,00	560,00	396,00	302,05	80,00	144,00	75,00
Adubação de cobertura	kg	170,00	382,50	221,00					
Adubação de base	kg	560,00	480,00	480,00					
Inseticidas	L	93,00	13,00	80,80					
Herbicidas pós-Emergência	L	37,20	75,00	120,00					
Adjuvantes	sc	26,40	0,00	17,60					
Fungicidas	L	309,20	0,00	180,80					
Dessecante pré-colheita	L	33,50	0,00	0,00					
COE (A + B)		2683,76	2083,67	2302,55	516,00	422,05	200,00	264,00	262,20

* Cultivo de aveia solteira.

Custos de produção do sistema 3 na safra 2018/2019

Culturas	Unidade	Feijão	Soja	Milho	Crotalária	Lablab	Milheto	Urochloa	Entressafra*
Atividades		R\$ ha ⁻¹	R\$ ha ⁻¹	R\$ ha ⁻¹	R\$ ha ⁻¹	R\$ ha ⁻¹	R\$ ha ⁻¹	R\$ ha ⁻¹	R\$ ha ⁻¹
A - Despesas com operações tercerizadas		1096,67	759,95	603,26	120,00	120,00	120,00	120,00	150,00
Dessecação pré-semeadura		30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30,00
Semeadura/Adubação		120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00
Tratos culturais - Herbicidas/ Inseticidas		30,00	30,00	60,00					
Tratos culturais - Inseticidas/Fungicidas		30,00	90,00	30,00					
Tratos culturais – Adubação de cobertura		60,00	0,00	30,00					
Tratos culturais- Dessecação pré-colheita		30,00	0,00	0,00					
Colheita		764,80	448,14	267,26					
Transporte		31,87	71,82	96,00					
B - Despesas com materiais		2076,78	1399,70	1634,30	396,00	302,05	80,00	144,00	122,20
Dessecante pré-semeadura	L	37,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	37,20
Sementes	sc	480,00	330,00	600,00	396,00	302,05	80,00	144,00	85,00
Adubação de base	kg	560,00	480,00	480,00					
Adubação de cobertura	kg	391,00	0,00	382,50					
Inseticidas	L	61,30	127,30	97,40					
Herbicidas pós-emergência	L	174,08	74,40	74,40					
Fungicidas	L/kg	308,00	361,60	0,00					
Adjuvantes	L	17,60	26,40	0,00					
Dessecante pré-colheita	L	47,60	0,00	0,00					
COE (A + B)		3173,45	2159,65	2237,56	516,00	422,05	200,00	264,00	272,20

* Consórcio de nabo forrageiro + aveia.

Custos de produção do sistema 4 na safra 2018/2019

Culturas	Unidade	Soja	Crotalária	Lablab	Milheto	Urochloa	Pousio	M + C*
Atividades		R\$ ha ⁻¹	R\$ ha ⁻¹	R\$ ha ⁻¹	R\$ ha ⁻¹	R\$ ha ⁻¹	R\$ ha ⁻¹	R\$ ha ⁻¹
A - Despesas com operações terceirizadas		1021,25	120,00	120,00	120,00	120,00	30,00	120,00
Dessecação pré - semeadura		30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Semeadura/Adubação		120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	0,00	120,00
Tratos culturais – Herbicidas		30,00					30,00	
Tratos culturais - Inseticidas/ Fungicidas		120,00						
Tratos cult. - Adubação de cobertura		30,00						
Dessecação pré - colheita		30,00						
Colheita		569,92						
Transporte		91,33						
B - Despesas com materiais		1903,70	396,00	302,05	81,80	144,00	78,00	135,20
Dessecante pré-semeadura	L	37,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sementes	sc	360,00	396,00	302,05	81,80	144,00	0,00	135,2
Adubação de base	kg	560,00					0,00	
Adubação de cobertura	kg	170,00						
Inseticidas	L/kg	188,10					0,00	
Herbicida pós-emergência	L	37,20					78,00	
Adjuvantes	sc	35,20					0,00	
Fungicidas	L/kg	485,40					0,00	
Dessecante pré - colheita		30,60					0,00	
COE (A + B)		2924,95	516,00	422,05	201,80	264,00	108,00	255,20

*Mix Milheto + Crotalária.

Custos de produção da cultura do trigo na entressafra do sistema 04, safra 2018/2019.

Culturas	Unidade	Trigo*1	Trigo*2	Trigo*3	Trigo*4	Trigo*5	Trigo*6
Atividades		R\$ ha ⁻¹	R\$ ha ⁻¹	R\$ ha ⁻¹	R\$ ha ⁻¹	R\$ ha ⁻¹	R\$ ha ⁻¹
A - Despesas com operações terceirizadas		564,60	636,59	577,40	588,06	564,22	638,43
Dessecação pré - semeadura		30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
Semeadura/Adubação		120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00
Tratos culturais - Herbicidas		60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00
Tratos culturais - Inseticidas/ Fungicidas		90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00
Tratos culturais - Adubação de cobertura		30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
Dessecação pré - colheita		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Colheita		183,60	239,94	193,62	201,96	183,30	241,38
Transporte		51,00	66,65	53,78	56,10	50,92	67,05
B - Despesas com materiais		1381,52	1381,52	1381,52	1381,52	1381,52	1381,52
Dessecação pré-semeadura	L	37,20	37,20	37,20	37,20	37,20	37,20
Sementes	sc	280,00	280,00	280,00	280,00	280,00	280,00
Adubação de base	kg	510,00	510,00	510,00	510,00	510,00	510,00
Adubação de cobertura	kg	221,00	221,00	221,00	221,00	221,00	221,00
Inseticidas	L/kg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Herbicidas pós-emergência	L	103,20	103,20	103,20	103,20	103,20	103,20
Adjuvantes	sc	26,40	26,40	26,40	26,40	26,40	26,40
Fungicidas	L/kg	203,72	203,72	203,72	203,72	203,72	203,72
Dessecante pré-colheita		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COE (A + B)		1946,12	2018,11	1958,92	1969,58	1945,74	2019,95

*1 Trigo pós-cultivo de Crotalária. *2 Trigo após Urochloa. *3 Trigo após Milheto + Crotalária. *4 Trigo após Milheto. *5 Trigo após lablab *6 Trigo após pousio.

Custos de produção da cultura do milho na 1° safra, sistema 1, safra 2019/2020.

Culturas		Milho*1	Milho *2	Milho*3	Milho*4	Milho*5	Milho*6
Atividades	Unidade	R\$ ha ⁻¹	R\$ ha ⁻¹	R\$ ha ⁻¹	R\$ ha ⁻¹	R\$ ha ⁻¹	R\$ ha ⁻¹
A - Despesas com operações terceirizadas		1252,53	1333,46	1233,42	1137,70	1316,37	1308,31
Dessecação pré-semeadura		30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
Semeadura/Adubação		120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00
Tratos culturais - Herbicidas/Inseticidas		30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
Tratos culturais – Fungicidas		30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
Tratos culturais - Adubação de cobertura		90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00
Dessecação pré-colheita		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Colheita		723,99	785,51	709,47	636,72	772,52	766,39
Transporte		228,53	247,95	223,95	200,98	243,85	241,92
B - Despesas com materiais		2743,05	2743,05	2743,05	2743,05	2743,05	2743,05
Dessecante pré-semeadura	L	39,00	39,00	39,00	39,00	39,00	39,00
Sementes	sc	900,00	900,00	900,00	900,00	900,00	900,00
Adubação de cobertura	kg	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
Adubação de base	kg	595,00	595,00	595,00	595,00	595,00	595,00
Inseticidas	L	48,40	48,40	48,40	48,40	48,40	48,40
Herbicidas pós-emergência	L	108,00	108,00	108,00	108,00	108,00	108,00
Adjuvantes	L	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fungicidas	sc	52,65	52,65	52,65	52,65	52,65	52,65
Dessecante pré-colheita	L	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COE (A + B)		3995,58	4076,51	3976,47	3880,75	4059,42	4051,36

*1 Milho após cultivo de soja 2° safra. *2 Milho após cultivo de feijão 2° safra. *3 Milho após cultivo de crotalária. *4 Milho após cultivo de lablab. *5 Milho após cultivo de milheto. *6 Milho após cultivo de Urochloa.

Custos de produção da 2º safra e entressafra, sistema 01, safra 2019/2020

Culturas		Soja	Feijão	Crotalária	Lablab	Milheto	Urochloa	Entressafra*
Atividades	Unidade	R\$ ha ⁻¹	R\$ ha ⁻¹	R\$ ha ⁻¹	R\$ ha ⁻¹	R\$ ha ⁻¹	R\$ ha ⁻¹	R\$ ha ⁻¹
A - Despesas com operações terceirizadas		473,11	624,14	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00
Dessecação pré-semeadura		30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
Semeadura/Adubação		120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00
Tratos culturais - Herbicidas/Inseticidas		60,00	60,00					
Tratos culturais – Fungicidas		60,00	60,00					
Tratos culturais - Adubação de cobertura		0,00	30,00					
Dessecação pré-colheita		0,00	30,00					
Colheita		177,60	275,04					
Transporte		25,52	19,10					
B - Despesas com materiais		1220,75	1608,70	435,00	341,05	119,00	183,00	124,00
Dessecante pré-semeadura	L	39,00	39,00	39,00	39,00	39,00	39,00	39,00
Sementes	sc	330,00	400,00	396,00	302,05	80,00	144,00	85,00
Adubação de cobertura	kg	0,00	266,00					
Adubação de base	kg	510,00	510,00					
Inseticidas	L	58,00	57,40					
Herbicidas pós-emergência	L	94,15	151,90					
Adjuvantes	L	17,60	8,80					
Fungicidas	sc	172,00	86,00					
Dessecante pré-colheita	L	0,00	89,60					
COE (A + B)		1693,86	2232,84	585,00	491,05	269,00	333,00	274,00

* Consórcio de nabo forrageiro + aveia.

Custos de produção da cultura da soja na 1^o safra, sistema 2, safra 2019/2020.

Culturas		Soja*1	Soja*2	Soja*3	Soja*4	Soja*5	Soja*6
Atividades	Unidade	R\$ ha ⁻¹	R\$ ha ⁻¹	R\$ ha ⁻¹	R\$ ha ⁻¹	R\$ ha ⁻¹	R\$ ha ⁻¹
A - Despesas com operações terceirizadas		1002,60	962,29	1003,56	1083,80	939,00	911,25
Dessecação pré-semeadura		30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
Semeadura/Adubação		120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00
Tratos culturais – Herbicidas		30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
Tratos culturais – Inseticidas		90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00
Tratos culturais - Adubação de cobertura		30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
Dessecação pré colheita		30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
Colheita		579,70	544,96	580,53	649,69	524,89	500,97
Transporte		92,90	87,33	93,03	104,12	84,12	80,28
B - Despesas com materiais		1839,58	1839,58	1839,58	1839,58	1839,58	1839,58
Dessecante pré-semeadura	L	39,00	39,00	39,00	39,00	39,00	39,00
Sementes	sc	420,00	420,00	420,00	420,00	420,00	420,00
Adubação de cobertura	kg	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00
Adubação de base	kg	595,00	595,00	595,00	595,00	595,00	595,00
Inseticidas	L	120,18	120,18	120,18	120,18	120,18	120,18
Herbicidas pós-emergência	L	66,70	66,70	66,70	66,70	66,70	66,70
Adjuvantes	L	26,40	26,40	26,40	26,40	26,40	26,40
Fungicidas	sc	338,80	338,80	338,80	338,80	338,80	338,80
Dessecante pré-colheita	L	33,50	33,50	33,50	33,50	33,50	33,50
COE (A + B)		2842,18	2801,87	2843,14	2923,38	2778,58	2750,83

*1 Soja após cultivo de feijão. *2 Soja após cultivo de milho. *3 Soja após cultivo de crotalaria. *4 Soja após cultivo de lablab. *5 Soja após cultivo de milheto. *6 Soja após cultivo de Urochloa.

Custos de produção da 2ª safra e entressafra, sistema 2, safra 2019/2020

Culturas		Milho	Feijão	Crotalária	Lablab	Milheto	Urochloa	Entressafra*
Atividades	Unidade	R\$ ha ⁻¹	R\$ ha ⁻¹	R\$ ha ⁻¹	R\$ ha ⁻¹	R\$ ha ⁻¹	R\$ ha ⁻¹	R\$ ha ⁻¹
A - Despesas com operações terceirizadas		601,08	516,91	120,00	120,00	120,00	120,00	150,00
Dessecação pré-semeadura		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30,00
Semeadura/Adubação		120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00
Tratos culturais – Herbicidas		30,00	60,00					
Tratos culturais – Inseticidas		30,00	30,00					
Tratos culturais - Adubação de cobertura		30,00	30,00					
Dessecação pré - colheita		0,00	30,00					
Colheita		299,36	230,88					
Transporte		91,72	16,03					
B - Despesas com materiais		1722,54	1314,76	396,00	302,05	80,00	144,00	114,00
Dessecante pré – semeadura	L	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	39,00
Sementes	sc	630,00	400,00	396,00	302,05	80,00	144,00	75,00
Adubação de cobertura	kg	450,00	266,00					
Adubação de base	kg	510,00	510,00					
Inseticidas	L	57,54	8,94					
Herbicidas pós-emergência	L	75,00	96,32					
Adjuvantes	L	0,00	0,00					
Fungicidas	sc	0,00	0,00					
Dessecante pré-colheita	L	0,00	33,50					
COE (A + B)		2323,62	1831,67	516,00	422,05	200,00	264,00	264,00

* Cultivo de aveia solteira.

Custos de produção da cultura do milho na 1º safra, sistema 3, safra 2019/2020.

Culturas	Unidade	Milho*1	Milho*2	Milho*3	Milho*4	Milho*5	Milho*6
Atividades		R\$ ha ⁻¹	R\$ ha ⁻¹	R\$ ha ⁻¹	R\$ ha ⁻¹	R\$ ha ⁻¹	R\$ ha ⁻¹
A - Despesas com operações terceirizadas		1145,36	1095,90	1128,96	1078,39	1049,56	1120,70
Dessecação pré -semeadura		30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
Semeadura/Adubação		120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00
Tratos culturais - Herbicidas		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tratos culturais - Fungicidas/Inseticidas		30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
Tratos culturais - Adubação de cobertura		60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00
Dessecação pré-colheita		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Colheita		688,14	650,55	675,68	637,24	615,33	669,40
Transporte		217,22	205,35	213,28	201,15	194,23	211,30
B - Despesas com materiais		2595,46	2595,46	2595,46	2595,46	2595,46	2595,46
Dessecante pré-semeadura	L	39,00	39,00	39,00	39,00	39,00	39,00
Semente	sc	900,00	900,00	900,00	900,00	900,00	900,00
Adubação de cobertura	sc	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
Adubação de base	kg	595,00	595,00	595,00	595,00	595,00	595,00
Inseticidas	L	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Herbicidas pós-emergência	L	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fungicidas	L/kg	52,68	52,68	52,68	52,68	52,68	52,68
Adjuvantes	L	8,78	8,78	8,78	8,78	8,78	8,78
Dessecante pré-colheita	L	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COE (A + B)		3740,82	3691,36	3724,42	3673,85	3645,02	3716,16

*1 Milho após cultivo de soja. *2 Milho após cultivo de milho. *3 Milho após cultivo de crotalaria. *4 Milho após cultivo de lablab. *5 Milho após cultivo de milheto. *6 Milho após cultivo de Urochloa.

Custos de produção da 2º safra e entressafra, sistema 3, safra 2019/2020.

Culturas	Unidade	Soja	Feijão	Crotalária	Lablab	Milheto	Urochloa	Entressafra*
Atividades		R\$ ha ⁻¹	R\$ ha ⁻¹	R\$ ha ⁻¹	R\$ ha ⁻¹	R\$ ha ⁻¹	R\$ ha ⁻¹	R\$ ha ⁻¹
A - Despesas com Operações terceirizadas		552,58	640,08	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00
Dessecação pré -semeadura		30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
Semeadura/Adubação		120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00
Tratos culturais – Herbicidas		60,00	60,00					
Tratos culturais - Fungicidas/Inseticidas		60,00	30,00					
Tratos culturais - Adubação de cobertura		0,00	30,00					
Dessecação pré-colheita		0,00	30,00					
Colheita		247,08	318,00					
Transporte		35,50	22,08					
B - Despesas com materiais		1.216,35	1.619,36	435,00	341,05	119,00	183,00	124,00
Dessecante pré-semeadura	L	39,00	39,00	39,00	39,00	39,00	39,00	39,00
Semente	sc	330,00	400,00	396,00	302,05	80,00	144,00	85,00
Adubação de cobertura	sc	0,00	266,00					
Adubação de base	kg	510,00	510,00					
Inseticidas	L	22,80	60,00					
Herbicidas pós-emergência	L	104,95	149,82					
Fungicidas	L/kg	192,00	96,00					
Adjuvantes	L	17,60	8,80					
Dessecante pré-colheita	L	0,00	89,74					
COE (A + B)		1.768,93	2.259,44	585,00	491,05	269,00	333,00	274,00

*Cultivo do consórcio nabo forrageiro + aveia.

Custos de produção da cultura da soja na 1^o safra, sistema 4, safra 2019/2020.

Culturas		Soja*1	Soja*2	Soja*3	Soja*4	Soja*5	Soja*6
Atividades	Unidade	R\$ ha ⁻¹	R\$ ha ⁻¹	R\$ ha ⁻¹	R\$ ha ⁻¹	R\$ ha ⁻¹	R\$ ha ⁻¹
A - Despesas com operações terceirizadas		932,90	888,85	907,32	893,44	963,91	945,33
Dessecação pré – semeadura		30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
Semeadura/Adubação		120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00
Tratos culturais - Herbicidas/Inseticidas		30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
Tratos culturais - Inseticidas/Fungicidas		90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00
Tratos culturais - Adubação de cobertura		30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
Dessecação pré - colheita		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Colheita		545,48	507,52	523,43	511,47	572,21	556,19
Transporte		87,42	81,33	83,88	81,97	91,70	89,13
B - Despesas com materiais		1960,50	1960,50	1960,50	1960,50	1960,50	1960,50
Dessecante pré – semeadura	L	39,00	39,00	39,00	39,00	39,00	39,00
Sementes	Sc	420,00	420,00	420,00	420,00	420,00	420,00
Adubação de cobertura	Kg	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00
Adubação de base	Kg	595,00	595,00	595,00	595,00	595,00	595,00
Inseticidas	L	181,50	181,50	181,50	181,50	181,50	181,50
Herbicida pós-emergência	L	39,00	39,00	39,00	39,00	39,00	39,00
Adjuvantes	L	36,00	36,00	36,00	36,00	36,00	36,00
Fungicidas	Sc	450,00	450,00	450,00	450,00	450,00	450,00
Dessecante pré-colheita	L	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COE (A + B)		2893,40	2849,35	2867,82	2853,94	2925,61	2905,83

*1 Soja após cultivo de milheto. *2 Soja após cultivo de mix M+C. *3 Soja após cultivo de crotalaria. *4 Milho após cultivo de lablab. *5 Milho após cultivo de Urochloa. *6 Milho após pousio.

Custos de produção da 2º safra e entressafra, sistema 4, safra 2019/2020

Culturas		Milho	Feijão	Crotalária	Lablab	M + C + U	Urochloa	Entressafra*
Atividades	Unidade	R\$ ha ⁻¹	R\$ ha ⁻¹	R\$ ha ⁻¹	R\$ ha ⁻¹	R\$ ha ⁻¹	R\$ ha ⁻¹	R\$ ha ⁻¹
A - Despesas com operações terceirizadas		684,87	613,68	120,00	120,00	120,00	120,00	150,00
Dessecação pré – semeadura		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30,00
Semeadura/Adubação		120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00
Tratos culturais - Herbicidas/Inseticidas		30,00	30,00					
Tratos culturais - Inseticidas/Fungicidas		30,00	60,00					
Tratos culturais - Adubação de cobertura		30,00	30,00					
Dessecação pré colheita		0,00	30,00					
Colheita		363,50	321,36					
Transporte		111,37	22,32					
B - Despesas com materiais		1712,20	1423,80	396,00	302,05	214,80	144,00	124,00
Dessecante pré – semeadura	L	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	39,00
Sementes	sc	630,00	400,00	396,00	302,05	214,80	144,00	85,00
Adubação de cobertura	kg	450,00	266,00					
Adubação de base	kg	510,00	510,00					
Inseticidas	L	22,80	22,80					
Herbicida pós-emergência	L	0,00	36,00					
Adjuvantes	L	9,00	9,00					
Fungicidas	sc	90,40	90,40					
Dessecante pré-colheita	L	0,00	89,60					
COE (A + B)		2397,07	2037,48	516,00	422,05	334,80	264,00	274,00

* Cultivo de aveia solteira.

Apêndice C - Indicadores econômicos dos 24 tratamentos da 1º e 2º safra, 2018/2019.

Sistemas	Tratamentos	Descrição	1º Safra					2º Safra				
			COE R\$ ha ⁻¹	RB R\$ ha ⁻¹	MB %	LO R\$ ha ⁻¹	IL %	COE R\$ ha ⁻¹	RB R\$ ha ⁻¹	MB %	LO R\$ ha ⁻¹	IL %
1	1	Milho – Soja	3525,39	8540,05	142,24%	5014,66	58,72%	2228,26	4338,10	94,69%	2109,84	48,64%
	2	Milho – Feijão	3525,39	8540,05	142,24%	5014,66	58,72%	2678,48	5232,50	95,35%	2554,02	48,81%
	3	Milho - Crotalaria	3525,39	8540,05	142,24%	5014,66	58,72%	583,20	0,00	-100,00%	-583,20	-
	4	Milho - Lablab	3525,39	8540,05	142,24%	5014,66	58,72%	489,25	0,00	-100,00%	-489,25	-
	5	Milho - Milheto	3525,39	8540,05	142,24%	5014,66	58,72%	267,20	0,00	-100,00%	-267,20	-
	6	Milho - Urochloa	3525,39	8540,05	142,24%	5014,66	58,72%	331,20	0,00	-100,00%	-331,20	-
2	7	Soja – Milho	2683,76	7835,10	191,94%	5151,34	65,75%	2083,67	3132,00	50,31%	1048,33	33,47%
	8	Soja – Feijão	2683,76	7835,10	191,94%	5151,34	65,75%	2302,55	4642,50	101,62%	2339,95	50,40%
	9	Soja - Crotalaria	2683,76	7835,10	191,94%	5151,34	65,75%	516,00	0,00	-100,00%	-516,00	-
	10	Soja – Lablab	2683,76	7835,10	191,94%	5151,34	65,75%	422,05	0,00	-100,00%	-422,05	-
	11	Soja – Milheto	2683,76	7835,10	191,94%	5151,34	65,75%	200,00	0,00	-100,00%	-200,00	-
	12	Soja - Urochloa	2683,76	7835,10	191,94%	5151,34	65,75%	264,00	0,00	-100,00%	-264,00	-
3	13	Feijão – Soja	3173,45	9555,00	201,09%	6381,55	66,79%	2159,65	5601,70	159,38%	3442,05	61,45%
	14	Feijão – Milho	3173,45	9555,00	201,09%	6381,55	66,79%	2237,56	3340,80	49,31%	1103,24	33,02%
	15	Feijão - Crotalaria	3173,45	9555,00	201,09%	6381,55	66,79%	516,00	0,00	-100,00%	-516,00	-
	16	Feijão - Lablab	3173,45	9555,00	201,09%	6381,55	66,79%	422,05	0,00	-100,00%	-422,05	-
	17	Feijão - Milheto	3173,45	9555,00	201,09%	6381,55	66,79%	200,00	0,00	-100,00%	-200,00	-
	18	Feijão - Urochloa	3173,45	9555,00	201,09%	6381,55	66,79%	264,00	0,00	-100,00%	-264,00	-
4	19	Soja - Crotalaria	2924,95	7124,00	143,56%	4199,05	58,94%	516,00	0,00	-100,00%	-516,00	-
	20	Soja - Urochloa	2924,95	7124,00	143,56%	4199,05	58,94%	264,00	0,00	-100,00%	-264,00	-
	21	Soja - M+C	2924,95	7124,00	143,56%	4199,05	58,94%	255,20	0,00	-100,00%	-255,20	-
	22	Soja – Milheto	2924,95	7124,00	143,56%	4199,05	58,94%	201,80	0,00	-100,00%	-201,80	-
	23	Soja – Lablab	2924,95	7124,00	143,56%	4199,05	58,94%	422,05	0,00	-100,00%	-422,05	-
	24	Soja – Pousio	2924,95	7124,00	143,56%	4199,05	58,94%	108,00	0,00	-100,00%	-108,00	-

Apêndice D - Indicadores econômicos dos 24 tratamentos da entressafra e total (soma da 1º, 2º safra e entressafra), 2018/2019.

Sistemas	Tratamentos	Descrição	Entressafra					Total				
			COE R\$ ha ⁻¹	RB R\$ ha ⁻¹	MB %	LO R\$ ha ⁻¹	IL %	COE R\$ ha ⁻¹	RB R\$ ha ⁻¹	MB %	LO R\$ ha ⁻¹	IL %
1	1	Milho - Soja -Aveia + Nabo	272,20	0,00	-100,00%	-272,20	-	6025,85	12878,15	113,71%	6852,30	53,21%
	2	Milho - Feijão - Aveia+ Nabo	272,20	0,00	-100,00%	-272,20	-	6476,07	13772,55	112,67%	7296,48	52,98%
	3	Milho - Crotalaria - Aveia + Nabo	272,20	0,00	-100,00%	-272,20	-	4380,79	8540,05	94,94%	4159,26	48,70%
	4	Milho - Lablab - Aveia + Nabo	272,20	0,00	-100,00%	-272,20	-	4286,84	8540,05	99,22%	4253,21	49,80%
	5	Milho - Milheto - Aveia + Nabo	272,20	0,00	-100,00%	-272,20	-	4064,79	8540,05	110,10%	4475,26	52,40%
	6	Milho - Urochloa - Aveia + Nabo	272,20	0,00	-100,00%	-272,20	-	4128,79	8540,05	106,84%	4411,26	51,65%
2	7	Soja - Milho - Aveia	255,00	0,00	-100,00%	-255,00	-	5022,43	10967,10	118,36%	5944,67	54,20%
	8	Soja - Feijão - Aveia	255,00	0,00	-100,00%	-255,00	-	5241,31	12477,60	138,06%	7236,29	57,99%
	9	Soja - Crotalaria - Aveia	255,00	0,00	-100,00%	-255,00	-	3454,76	7835,10	126,79%	4380,34	55,91%
	10	Soja - Lablab - Aveia	255,00	0,00	-100,00%	-255,00	-	3360,81	7835,10	133,13%	4474,29	57,11%
	11	Soja - Milheto - Aveia	255,00	0,00	-100,00%	-255,00	-	3138,76	7835,10	149,62%	4696,34	59,94%
	12	Soja - Urochloa - Aveia	255,00	0,00	-100,00%	-255,00	-	3202,76	7835,10	144,64%	4632,34	59,12%
3	13	Feijão - Soja - Aveia + Nabo	272,20	0,00	-100,00%	-272,20	-	5605,30	15156,70	170,40%	9551,40	63,02%
	14	Feijão - Milho - Aveia + Nabo	272,20	0,00	-100,00%	-272,20	-	5683,21	12895,80	126,91%	7212,59	55,93%
	15	Feijão - Crotalaria - Aveia + Nabo	272,20	0,00	-100,00%	-272,20	-	3961,65	9555,00	141,19%	5593,35	58,54%
	16	Feijão - Lablab - Aveia + Nabo	272,20	0,00	-100,00%	-272,20	-	3867,70	9555,00	147,05%	5687,30	59,52%
	17	Feijão - Milheto - Aveia + Nabo	272,20	0,00	-100,00%	-272,20	-	3645,65	9555,00	162,09%	5909,35	61,85%
	18	Feijão - Urochloa - Aveia + Nabo	272,20	0,00	-100,00%	-272,20	-	3709,65	9555,00	157,57%	5845,35	61,18%
4	19	Soja - Crotalaria – Trigo	1942,12	2295,00	18,17%	352,88	15,38%	5383,07	9419,00	74,97%	4035,93	42,85%
	20	Soja - Urochloa – Trigo	2018,11	2999,25	48,62%	981,14	32,71%	5207,06	10123,25	94,41%	4916,19	48,56%
	21	Soja - M+C – Trigo	1958,52	2524,50	28,90%	565,98	22,42%	5138,67	9648,50	87,76%	4509,83	46,74%
	22	Soja - Milheto – Trigo	1969,58	2420,25	22,88%	450,67	18,62%	5096,33	9544,25	87,28%	4447,92	46,60%
	23	Soja - Lablab - Aveia	1945,74	2291,25	17,76%	345,51	15,08%	5292,74	9415,25	77,89%	4122,51	43,79%
	24	Soja - Pousio – Trigo	2019,95	3017,25	49,37%	997,30	33,05%	5052,90	10141,25	100,70%	5088,35	50,17%

Apêndice E - Indicadores econômicos dos 24 tratamentos da 1º e 2º safra, 2019/2020.

Sistemas	Tratamentos	Descrição	1º Safra					2º Safra				
			COE	RB	MB	LO	IL	COE	RB	MB	LO	IL
			R\$ ha ⁻¹	R\$ ha ⁻¹	%	R\$ ha ⁻¹	%	R\$ ha ⁻¹	R\$ ha ⁻¹	%	R\$ ha ⁻¹	%
1	1	Milho – Soja -Aveia + Nabo	3955,58	8638,56	118,39%	4682,98	54,21%	1693,86	2219,95	31,06%	526,09	23,70%
	2	Milho – Feijão - Aveia + Nabo	4076,51	9421,60	131,12%	5345,09	56,73%	2232,84	3438,00	53,97%	1205,16	35,05%
	3	Milho – Crotalária - Aveia + Nabo	3976,47	8509,65	114,00%	4533,18	53,27%	585,00	0,00	-100,00%	-585,00	-
	4	Milho – Lablab - Aveia + Nabo	3880,75	7636,96	96,79%	3756,21	49,18%	491,05	0,00	-100,00%	-491,05	-
	5	Milho – Milheto -Aveia + Nabo	4059,42	9265,81	128,25%	5206,39	56,19%	269,00	0,00	-100,00%	-269,00	-
	6	Milho – Urochloa - Aveia + Nabo	4051,36	9192,35	126,90%	5140,99	55,93%	333,00	0,00	-100,00%	-333,00	-
2	7	Soja – Feijão – Aveia	2842,18	7246,20	154,95%	4404,02	60,78%	1831,67	2886,00	57,56%	1054,33	36,53%
	8	Soja - Milho – Aveia	2801,87	6812,00	143,12%	4010,13	58,87%	2323,62	3631,98	56,31%	1308,36	36,02%
	9	Soja – Crotalária – Aveia	2843,14	7256,60	155,23%	4413,46	60,82%	516,00	0,00	-100,00%	-516,00	-
	10	Soja – Lablab – Aveia	2923,38	8121,10	177,80%	5197,72	64,00%	422,05	0,00	-100,00%	-422,05	-
	11	Soja – Milheto – Aveia	2778,58	6561,10	136,13%	3782,52	57,65%	200,00	0,00	-100,00%	-200,00	-
	12	Soja - Urochloa - Aveia	2750,83	6262,10	127,64%	3511,27	56,07%	264,00	0,00	-100,00%	-264,00	-
3	13	Milho – Soja - Aveia + Nabo	3740,82	6516,50	74,20%	2775,68	42,59%	1768,93	3088,50	74,60%	1319,57	42,73%
	14	Milho – Feijão - Aveia + Nabo	3691,36	5486,00	48,62%	1794,64	32,71%	2259,44	3975,00	75,93%	1715,56	43,16%
	15	Milho – Crotalária - Aveia + Nabo	3724,42	6398,50	71,80%	2674,08	41,79%	585,00	0,00	-100,00%	-585,00	-
	16	Milho – Lablab - Aveia + Nabo	3673,85	6034,50	64,26%	2360,65	39,12%	491,05	0,00	-100,00%	-491,05	-
	17	Milho – Milheto - Aveia + Nabo	3645,02	5827,00	59,86%	2181,98	37,45%	269,00	0,00	-100,00%	-269,00	-
	18	Milho – Urochloa - Aveia + Nabo	3716,16	6339,00	70,58%	2622,84	41,38%	333,00	0,00	-100,00%	-333,00	-
4	19	Soja – Feijão - Aveia + Nabo	2867,82	6542,90	128,15%	3675,08	56,17%	2037,48	4017,00	97,16%	1979,52	49,28%
	20	Soja – Milho - Aveia + Nabo	2925,61	7152,60	144,48%	4226,99	59,10%	2397,07	4543,76	89,55%	2146,69	47,24%
	21	Soja – Urochloa Aveia + Nabo	2849,35	6344,00	122,65%	3494,65	55,09%	264,00	0,00	-100,00%	-264,00	-
	22	Soja - M+C+U - Aveia + Nabo	2893,40	6818,50	135,66%	3925,10	57,57%	334,80	0,00	-100,00%	-334,80	-
	23	Soja – Crotalária - Aveia + Nabo	2853,94	6393,40	124,02%	3539,46	55,36%	516,00	0,00	-100,00%	-516,00	-
	24	Soja – Lablab - Aveia + Nabo	2905,83	6952,40	139,26%	4046,57	58,20%	422,05	0,00	-100,00%	-422,05	-

Apêndice F - Indicadores econômicos dos 24 tratamentos da entressafra e total (soma da 1º, 2º safra e entressafra), 2019/2020.

Sistemas	Tratamentos	Descrição	Entressafra					Total				
			COE R\$ ha ⁻¹	RB R\$ ha ⁻¹	MB %	LO R\$ ha ⁻¹	IL %	COE R\$ ha ⁻¹	RB R\$ ha ⁻¹	MB %	LO R\$ ha ⁻¹	IL %
1	1	Milho - Soja -Aveia + Nabo	274,00	0,00	-100,00%	-274,00	-	5923,44	10858,51	83,31%	4935,07	45,45%
	2	Milho - Feijão - Aveia+ Nabo	274,00	0,00	-100,00%	-274,00	-	6583,35	12859,60	95,34%	6276,25	48,81%
	3	Milho - Crotalaria - Aveia + Nabo	274,00	0,00	-100,00%	-274,00	-	4835,47	8509,65	75,98%	3674,18	43,18%
	4	Milho - Lablab - Aveia + Nabo	274,00	0,00	-100,00%	-274,00	-	4645,80	7636,96	64,38%	2991,16	39,17%
	5	Milho - Milheto - Aveia + Nabo	274,00	0,00	-100,00%	-274,00	-	4602,42	9265,81	101,32%	4663,39	50,33%
	6	Milho - Urochloa - Aveia + Nabo	274,00	0,00	-100,00%	-274,00	-	4658,36	9192,35	97,33%	4533,99	49,32%
2	7	Soja - Feijão - Aveia	264,00	0,00	-100,00%	-264,00	-	4937,85	10132,20	105,19%	5194,35	51,27%
	8	Soja - Milho - Aveia	264,00	0,00	-100,00%	-264,00	-	5389,49	10443,98	93,78%	5054,49	48,40%
	9	Soja - Crotalaria - Aveia	264,00	0,00	-100,00%	-264,00	-	3623,14	7256,60	100,28%	3633,46	50,07%
	10	Soja - Lablab - Aveia	264,00	0,00	-100,00%	-264,00	-	3609,43	8121,10	125,00%	4511,67	55,55%
	11	Soja - Milheto - Aveia	264,00	0,00	-100,00%	-264,00	-	3242,58	6561,10	102,34%	3318,52	50,58%
	12	Soja - Urochloa - Aveia	264,00	0,00	-100,00%	-264,00	-	3278,83	6262,10	90,99%	2983,27	47,64%
3	13	Milho - Soja- Aveia+ Nabo	274,00	0,00	-100,00%	-274,00	-	5783,75	9605,00	66,07%	3821,25	39,78%
	14	Milho - Feijão- Aveia+ Nabo	274,00	0,00	-100,00%	-274,00	-	6224,80	9461,00	51,99%	3236,20	34,21%
	15	Milho - Crotalaria- Aveia+ Nabo	274,00	0,00	-100,00%	-274,00	-	4583,42	6398,50	39,60%	1815,08	28,37%
	16	Milho - Lablab- Aveia+ Nabo	274,00	0,00	-100,00%	-274,00	-	4438,90	6034,50	35,95%	1595,60	26,44%
	17	Milho - Milheto- Aveia+ Nabo	274,00	0,00	-100,00%	-274,00	-	4188,02	5827,00	39,13%	1638,98	28,13%
	18	Milho - Urochloa - Aveia+ Nabo	274,00	0,00	-100,00%	-274,00	-	4323,16	6339,00	46,63%	2015,84	31,80%
4	19	Soja - Feijão- Aveia+ Nabo	274,00	0,00	-100,00%	-274,00	-	5179,30	10559,90	103,89%	5380,60	50,95%
	20	Soja - Milho- Aveia+ Nabo	274,00	0,00	-100,00%	-274,00	-	5596,68	11696,36	108,99%	6099,68	52,15%
	21	Soja - Urochloa - Aveia+ Nabo	274,00	0,00	-100,00%	-274,00	-	3387,35	6344,00	87,29%	2956,65	46,61%
	22	Soja - M+C+U- Aveia+ Nabo	274,00	0,00	-100,00%	-274,00	-	3502,20	6818,50	94,69%	3316,30	48,64%
	23	Soja - Crotalaria- Aveia+ Nabo	274,00	0,00	-100,00%	-274,00	-	3643,94	6393,40	75,45%	2749,46	43,00%
	24	Soja - Lablab- Aveia+ Nabo	274,00	0,00	-100,00%	-274,00	-	3601,88	6952,40	93,02%	3350,52	48,19%

