



Evento: XXVI Jornada de Pesquisa

PRODUTIVIDADE E VIABILIDADE ECONÔMICA DE UM SISTEMA INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA¹

PRODUCTIVITY AND ECONOMIC VIABILITY OF INTEGRATED CROP-LIVESTOCK SYSTEMS

Cassiano Melo de Moura², Luísa Bandeira³, Natália Kasper⁴, Edna Nunes Gonçalves⁵

¹ Pesquisa desenvolvida no IF Farroupilha, campus Santo Augusto/RS.

² Técnico em Agropecuária, Engenheiro Agrônomo, Mestrando em Agronomia UTFPR, campus Pato Branco/PR. Bolsista CAPES-DS. E-mail: cassianomoura@alunos.utfpr.edu.br

³ Bolsista PIBIC-CNPq, IFFar, campus Santo Augusto/RS. E-mail: luisagaliotto@hotmail.com

⁴ Bolsista PIBIC CNPq, IFFar, campus Santo Augusto/RS. E-mail: natalia.2019007091@aluno.iffar.edu.br

⁵ Orientadora do projeto de pesquisa, professora do IF Farroupilha - campus Santo Augusto/RS, Brasil. E-mail: edna.goncalves@iffar.edu.br

RESUMO

O experimento foi conduzido em área pertencente ao Instituto Federal Farroupilha campus Santo Augusto, no município de Santo Augusto, Rio Grande de Sul (RS). Foram implantados dois tratamentos: pastagem de inverno com pastejo animal seguido de cultivo de soja (Sistema de Integração Lavoura-Pecuária - ILP) e; forrageiras para cobertura do solo seguido de cultivo de soja (Sistema agrícola – SA). Nos dois tratamentos foi semeado uma mistura de aveia preta, azevém e ervilhaca, nas densidades de semeadura de 85 kg/ha, 40 kg/ha e 35 kg/ha de sementes, respectivamente. A semeadura foi realizada em 08/05/20. No ILP foi mantida uma altura média através do uso de bovinos sob pastejo contínuo e lotação variável. No SA as forrageiras tiveram o crescimento livre para a formação de palhada. A cultura da soja foi semeada em 11/11/20, sob plantio direto. Para as avaliações do rendimento de grãos foram amostradas as plantas contidas em um metro linear. A densidade do solo foi determinada nas seguintes profundidades: 0-5; 5-10; 10-15 e 15-20 cm. A produção de forragem por hectare ao final do ciclo de produção hibernar foi de 7.728 kg de MS/ha no SA e 3.387 kg MS/ha no ILP. Os sistemas de cultivo deixaram palhada residual de 7.629 e 4.196 kg/ha, respectivamente, para o sistema SA e SP. O SA teve um aumento na densidade do solo de 0 a 5 cm e redução na camada de 15 a 20 cm, entre os anos de 2019 e 2020. Já o sistema ILP manteve as mesmas características de densidade no perfil de 0 a 20 cm, de um ano para outro. Não houve diferença significativa no número de vagens por planta, número de grãos por planta e peso de grãos por metro linear, nem tampouco, produtividade dos dois sistemas, ou seja, 5.352 kg/ha (89 sacos/ha) e 5.436 kg/ha (91 sacos/ha), respectivamente, para o ILP e SA. A avaliação econômica mostrou lucro de R\$ 20.187,81/ha para o sistema ILP, R\$ 10.447,84/ha para o sistema SA e, R\$ 15.111,03/ha na introdução de trigo do inverno. Portanto, o uso de sistema ILP, com a utilização de vacas leiteiras no período de inverno, não apresentou alterações na densidade do solo, demonstrando que o pisoteio animal não influenciou de forma negativa as propriedades físicas, bem como, a produtividade de soja que foi semelhante dos dois sistemas de produção. O sistema de integração lavoura-pecuária apresentou maior lucro, nas condições estudadas, devido ao incremento de receita com a produção de leite, mesmo quando comparado a produção de trigo no inverno.



Palavras-chave: Pastagem cultivada de inverno. Soja. Bovinos leiteiros. Palhada. Densidade do solo.

ABSTRACT

The experiment was conducted in an area belonging to the Institute Federal Farroupilha campus Santo Augusto, in the city of Santo Augusto, Rio Grande de Sul (RS). Two treatments were: winter pasture with animal grazing followed by soybean cultivation (Integration Crop-Livestock System) and; forage crops for soil cover followed by soybean cultivation (Agricultural System). In both treatments, a mixture of black oat, ryegrass and vetch was sown, at sowing densities of 85 kg/ha, 40 kg/ha and 35 kg/ha of seeds, respectively. The sowing was carried out on 05/08/20. In the Integration Crop-Livestock System, an average height was maintained through the use of cattle under continuous grazing and variable stocking. In Agricultural System the forages had free growth for the formation of straw. The soybean crop was sown on 11/11/20, under no-tillage. For the grain yield evaluations, the plants contained in a linear meter were sampled. Soil density was determined at the following depths: 0-5; 5-10; 10-15 and 15-20 cm. Forage production per hectare at the end of the winter production cycle was 7,728 kg DM/ha in Agricultural System and 3,387 kg DM/ha in Integration Crop-Livestock System. Cultivation systems left residual straw of 7,629 and 4,196 kg/ha, respectively, for the Agricultural System and Integration Crop-Livestock System. The Agricultural System had an increase in soil density from 0 to 5 cm and a reduction in the layer from 15 to 20 cm, between the years 2019 and 2020. The Integration Crop-Livestock System kept the same density characteristics in the profile from 0 to 20 cm, from one year to another. There was no significant difference in the number of pods per plant, number of grains per plant and grain weight per linear meter, nor in the yield of the two systems, i.e., 5,352 kg/ha (89 bags/ha) and 5,436 kg/ha (91 bags/ha), respectively, for Integration Crop-Livestock System and Agricultural System. The economic evaluation showed a profit of R\$ 20,187.81/ha for the Integration Crop-Livestock System, R\$ 10,447.84/ha for the Agricultural System and R\$ 15,111.03/ha for the introduction of winter wheat. Therefore, the use of the Integration Crop-Livestock System, with the use of dairy cows in the winter period, did not show changes in soil density, demonstrating that animal trampling did not negatively influence the physical properties, as well as the soybean yield, which was of the two production systems. The crop-livestock integration system showed greater profit, under the conditions studied, due to the increase in revenue from milk production, even when compared to winter wheat production.

Keywords: Winter cultivated pasture. Soy. Dairy cattle. Straw. Soil density.

INTRODUÇÃO

A Integração Lavoura-Pecuária (ILP) pode ser definida como forma de uso da terra, planejado com diversificação, rotação, consorciação e/ou sucessão das atividades de agricultura e pecuária, de forma temporal e espacial, de forma harmônica, constituindo um mesmo sistema, de tal maneira que haja benefícios para ambas. Possibilita que o solo seja explorado economicamente durante todo o ano, favorecendo o aumento na oferta de grãos, de carne e de



leite a um custo mais baixo, devido ao sinergismo que se cria entre lavoura e pastagem (ALVARENGA e NOCE, 2005).

Os sistemas de integração lavoura-pecuária possibilitam a produção de gramíneas hibernais, como aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.) e azevém (*Lolium multiflorum* Lam.), amplamente utilizadas como culturas de cobertura de solo em áreas sob semeadura direta, para a formação de pastagens, tornando a atividade pecuária uma alternativa economicamente viável. A pecuária proporciona aumento na diversidade de atividades, permitindo maior giro de capital e gerando maior renda por unidade de área, além de possibilitar menor risco econômico às propriedades rurais (LOPES et al., 2009). Ainda segundo a mesma autora, mais importante do que a busca pela maximização da produção em cada um dos segmentos (agricultura e pecuária) é a manutenção do equilíbrio em condições ótimas para que o sistema responda de forma eficiente e torne-se sustentável a longo prazo.

No Estado do Rio Grande do Sul, uma área de 5 milhões de hectares é cultivada no verão sob plantio direto, dos quais cerca de 3 milhões de hectares são utilizados para cultivar aveia preta e azevém no inverno. Estas duas espécies têm um potencial elevado para o pastejo, pois podem ser utilizadas para pastagem de gado, permitindo a integração entre agricultura e pecuária (SOUZA et al., 2010) e não somente para produção de palhada. Ainda segundo Oliveira et al. (2015) no Rio Grande do Sul, a diferença entre a área cultivada com lavouras no verão e a área registrada como pecuária no inverno demonstra que a grande maioria das propriedades que adotam soja como cultivo de verão utilizam plantas de cobertura no inverno, que cumprem a função de preservação do solo, contudo, não são submetidas a pastejo e não geram entrada de receita para o produtor rural.

Uma das questões centrais da ILP é o nível crítico de biomassa que deve permanecer sobre o solo após a saída dos animais, de maneira a permitir um bom estabelecimento da cultura de verão implantada via semeadura direta. A presença de animais na pastagem tem efeitos diretos e indiretos sobre a forragem e o solo. A pressão aplicada pelo pisoteio dos animais tende a alterar o ambiente; no entanto, quando as pastagens são manejadas adequadamente, geralmente essa pressão é dissipada. Neste sistema, ocorre incremento do teor de matéria orgânica do solo e o desenvolvimento do sistema radicular fasciculado e agressivo das gramíneas das forrageiras auxiliam na estruturação do solo, bem como o aumento da



disponibilidade de nutrientes que facilita a decomposição de substratos e influenciam os processos de mineralização/imobilização de nitrogênio (ROZANE et al., 2010).

O impacto regional está associado ao aumento de renda da propriedade agrícola através da recuperação das áreas de pastagens degradadas, da produção de grãos nas áreas de rotação de cultivos e na intensificação do uso das áreas com forrageiras de inverno. Uma ideia do impacto potencial que existe sobre a economia regional pode ser imaginada através da simples utilização com animais dos mais de 3 milhões de ha de cobertura com forrageiras que existem no RS no período de inverno, áreas estas que têm com único objetivo o de “produzir palha”.

O objetivo deste trabalho foi determinar como a presença do animal em pastejo num sistema integrado de produção agropecuária pode afetar a cultura da soja em termos de produtividade, mensurando, por sua vez, a produção de palhada, as características de densidade do solo e a viabilidade econômica dos sistemas estudados.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em área pertencente ao Instituto Federal Farroupilha – campus Santo Augusto, no município de Santo Augusto, Rio Grande de Sul (RS). O solo do local pertence à Unidade de Mapeamento Santo Ângelo, classificado no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos como Latossolo Vermelho Distroférico (Santos et al., 2013).

A área experimental total possuía 1,5 hectare, onde foram implantados os dois tratamentos num delineamento em três blocos ao acaso, com a seguinte divisão: tratamento ILP (Sistema de Integração Lavoura-Pecuária) – 1 ha para o cultivo de pastagem de inverno com pastejo animal e; tratamento SA (Sistema Agrícola, sem pastejo animal) – 0,5 ha com cultivo de pastagem de inverno sem pastejo, o qual simulou um sistema de produção de palhada para a cultura sucessora da soja. A área experimental já vinha sendo utilizada para a adoção de sistema de integração lavoura-pecuária há dois anos (2018 e 2019) para que as mudanças graduais na estrutura do solo sejam observadas, o que foi impossível em apenas um ano de cultivo e implantação dos sistemas.

Nos dois tratamentos foi semeado uma mistura de aveia preta, azevém e ervilhaca, nas densidades de semeadura de 85 kg/ha, 40 kg/ha e 35 kg/ha de sementes puras viáveis, respectivamente. A semeadura foi realizada no dia 08/05/20, sob plantio direto, tendo como a



cultura antecessora a soja. Conforme análise de solo prévia foram necessários 400 kg/ha do fertilizante formulado 05-20-20 (N, P₂O₅, K₂O).

A adubação nitrogenada, na forma de ureia, foi diferenciada entre os tratamentos para caracterizar os manejos usualmente utilizados em sistemas com e sem pastejo animal por técnicos e produtores da região Noroeste do RS, ou seja, na área com pastejo foram utilizados 200 kg de N/ha parcelados em quatro aplicações (20 kg/ha na semeadura, 40 kg/ha no perfilhamento, e o restante da dose a cada 30 dias até completar a dose final), e na área sem pastejo foram utilizados 60 kg de N/ha, sendo 20 kg/ha na semeadura e 40 no perfilhamento.

No Sistema ILP tentou-se manter uma altura média do pasto de 25 cm, através do uso de bovinos leiteiros que usaram a pastagem sob pastejo contínuo e lotação variável conforme a necessidade de retirar ou colocar animais para regular a altura do pasto e conforme método proposta por Mott & Lucas (1952).

O monitoramento da altura do pasto foi realizado utilizando uma régua graduada em centímetros, conforme metodologia descrita por Barthram (1985). Em cada data de avaliação, foi realizada a leitura de 30 pontos amostrais para compor o valor médio de altura de cada unidade experimental. A fim de que as alturas pretendidas fossem mantidas constantes, ajustes da carga animal foram realizados em intervalos de aproximadamente 15 dias e quando houve a necessidade de retirar ou colocar mais animais foi feito o ajuste. Já o Sistema de cultivo sem pastejo animal teve o crescimento livre para a formação de palhada.

Nos dois Sistemas estudados, foram avaliadas a massa de forragem (MF, kg de MS/ha). A Massa de Forragem foi avaliada a cada 28 dias com cinco estimativas escolhidas de forma aleatória, por unidade experimental, utilizando-se um quadrado de ferro com área de 0,25 m² cortando-se a forragem rente ao solo contida dentro dele e, após levando as amostras para secarem em estufa de ventilação forçada a 65°C por 72 horas. Neste momento, de posse dos dados de peso de matéria seca (MS), calculou-se a massa de forragem em kg de MS/ha. Esta variável foi importante para ajustar o manejo da pastagem na área com pastejo e também dimensionar o quantitativo de resíduo que ficou ao longo do ciclo de utilização do sistema durante o inverno.

A avaliação da cultura da soja teve início após a saída dos animais, quando foi realizada a aplicação de herbicida de ingrediente ativo (i.a.) Glyphosate em toda a área, no dia



22/10/20. A cultura da soja foi semeada no dia 11/11/20, sob plantio direto, em toda a área de 1,5 hectare, com densidade de 9 plantas finais/m, num espaçamento de 45 cm entre linhas.

Dois dias antes da semeadura da soja foi verificado o acúmulo de palhada deixada pelos tratamentos usados no inverno após a dessecação. Para isso foi coletada todo o resíduo de forragem morta acima do solo, numa área de 0,25 m² que foi posteriormente levada a estufa para retirar a umidade e foi pesada e transformada para kg de palhada seca por hectare.

Para avaliação dos atributos físicos do solo foi determinada a densidade do solo, no dia 28/10/20, antes da semeadura da soja, foram realizadas cinco avaliações em cada repetição. A densidade do solo foi determinada nas seguintes profundidades: 0-5; 5-10; 10-15 e 15-20 cm. As amostras para determinação de densidade foram coletadas introduzindo um anel metálico de volume conhecido no solo. Após a coleta a massa de solo amostrada foi seca em estufa a 105°C até peso constante, resfriadas em dessecador para posterior pesagem para determinação da massa de solo seco, e determinação da densidade, com a divisão da massa de solo seco pelo volume do anel de coleta.

As avaliações de produtividade da soja foram realizadas entre os dias 05 e 07/04/21, no estádio de maturação fisiológica (R7). Para essa avaliação, foram amostradas as plantas contidas em um metro linear, repetindo-se esse procedimento em 5 pontos aleatórios por UE. As sementes de soja, após passarem por debulha manual, foram pesadas e os seus teores de umidade mensurados. O cálculo do rendimento de sementes por hectare foi ajustado para o teor de umidade de 13%. Também como atributos de rendimento foram mensurados a altura de planta do nível do solo até a última vagem; número de vagem por planta; número de grãos por vagem por planta, peso de 1000 sementes.

Para a avaliação da viabilidade econômica foi feito o controle das despesas que foram demandadas nos dois sistemas de produção, tais como, sementes e tratamento de sementes, adubação de base e nitrogenada, herbicidas, inseticidas e fungicidas. Essas despesas foram demonstradas em reais por hectare. Para o custo oportunidade da terra foi simulado despesas com a implantação e condução da cultura do trigo, baseado em informações de produtores do município de Santo Augusto/RS. A base de dados usada para o levantamento de preços foi o comércio e serviços do município de Santo Augusto. O software Microsoft Excel® foi utilizado para a construção das planilhas.



As receitas geradas foram calculadas considerando o preço da saca de soja em abril de 2021, e de trigo em outubro de 2020, baseada nos sites de divulgação dessas informações, enquanto o preço pago pelo litro do leite foi obtido pela preço do mês de junho de 2020. Após o cálculo das despesas totais de produção e das receitas foi determinado o lucro total por produto (R\$/saca ou R\$/kg de leite), descontando das receitas suas respectivas despesas.

Os dados de densidade do solo, produção da pastagem/cobertura do solo e produtividade da soja foram submetidos à análise de regressão, com auxílio do pacote estatístico SAS. Os modelos foram selecionados com base nos coeficientes de determinação e na significância dos coeficientes de regressão, adotando-se o nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o teste F.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de altura média das forrageiras de inverno apresentaram diferença significativa ($P < 0,05$) entre o Sistema Agrícola (SA) e o Sistema de Integração Lavoura-Pecuária (ILP), com média de 61 cm e 37 cm, respectivamente, na última avaliação do período de inverno (em 13/10/20), conforme apresentado na Tabela 1, foi essencial para configurarem-se os contrastes propostos entre os tratamentos e de toda forma esperado pois no sistema agrícola as plantas foram cultivadas com o objetivo de fazerem a cobertura do solo e formação de palhada para a soja no ciclo subsequente, enquanto no sistema com integração de pecuária no inverno e soja no verão, em virtude da presença do animal, a pastagem de inverno se manteve mais baixa. Nos períodos intermediários durante o inverno/primavera não foram avaliadas as alturas médias no SA, somente do ILP.

Tabela 1 – Altura da pastagem, massa de forragem e cobertura morta (palhada), valores médios dos anos de 2019 e 2020. Santo Augusto – RS, 2020.

Datas/Ano das avaliações	Altura (cm)		Produção de MS (Kg/ha)		Cobertura morta final (Kg de MS/ha)	
	ILP	SA	ILP	SA	ILP	SA
Médias de 2019	29 b	75 a	1.858 b	4.814 a	4.804 b	6.802 a
08/08/20	19	-	1.466	-	-	-
09/09/20	49	-	2.488	-	-	-
13/10/20	37 b	61 a	3.387 b	7.728 a	4.196 b	7.629 a
Médias de 2020	35	-	2.447	-	-	-



Médias seguidas pela mesma letra, na linha e dentro da mesma variável, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. SA = forrageiras para produção de palhada; ILP = pastagem de aveia preta + azevém + ervilhaca sob pastejo animal; MS = matéria seca de forragem.

A massa de forragem no sistema ILP foi avaliada nos meses de agosto, setembro e outubro de 2020, assim como a estimativas de altura do pasto. Houve uma maior produção de forragem no mês de outubro em virtude da alta concentração de sementes e material lignificado, típico da fase final de produção das forrageiras anuais de inverno. Comparando como os dois sistemas de produção finalizaram o ciclo de inverno temos no mês de outubro o SA deixando 7.728 kg de MS/ha com altura média de 61 cm e os sistema ILP deixando 3.387 kg de MS/ha com altura média de 37 cm. Na média dos três meses de avaliação da produção de forragem (em kg de MS/ha) o sistema ILP obteve média de 2.447 kg de MS/ha, valor superior ao obtido no mesmo protocolo experimental realizado no ano de 2019, o que possivelmente refletiu a maior altura do pasto mantida em 2021.

Cassol (2003, apud Terra Lopes, 2009), para o mesmo tipo de pastagem, em dois anos consecutivos encontrou valores por meio da equação de regressão $y = 224,11 + 130x$ ($R^2=0,997$), onde a cada centímetro de incremento na altura do pasto, representou um acréscimo de 130kg de MS/ha. Para o experimento em questão, cada centímetro a mais na altura do pasto representou 85,48kg de MS/ha, o que ficou inferior ao estudo citado anteriormente.

Com altura final de 33,8 cm, num experimento comparativo entre ILP com pastagem anual de inverno e uma área sem pastejo, Kunrath (2011) obteve um total de massa de forragem de 2.873 kg de MS/ha no sistema ILP, e na área sem ILP (sem pastejo no inverno), a altura final atingida foi de 58,9 cm, com 5.159 kg de MS/ha de massa de forragem, valores relativamente inferiores ao nosso experimento. Para a autora a massa de forragem se correlacionou com a altura de manejo por meio de um modelo de regressão linear indicando que existiu acréscimo de 81 kg de MS/ha para cada centímetro de altura do pasto, e que a alta correlação da MF com a altura do pasto ($r=0,97$; $P<0,0001$) demonstra que é possível manejar os pastos mistos de aveia e azevém em função da altura.

Segundo Lopes et al. (2009), manejo da massa de forragem tem grande importância, sobretudo porque pode determinar o sucesso ou fracasso dos sistema de Integração lavoura-pecuária. Em tese, a manutenção de baixa biomassa residual pode vir a comprometer o sistema em semeadura direta, uma vez que quantidades pequenas de massa ou menores alturas de manejo ocasionariam degradação e prejuízos do ponto de vista físico do solo.



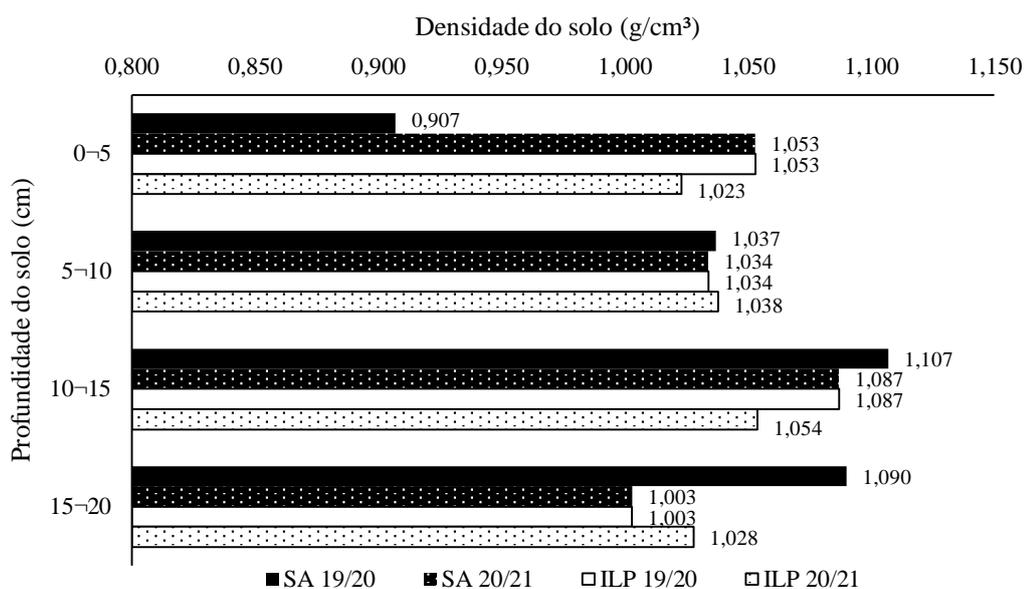
A cobertura morta final (resíduo ou acúmulo de palhada) no ano safra 2019/2020 apresentou uma média de 6.802 Kg de MS/ha no Sistema Agrícola, enquanto no Sistema de Integração lavoura-pecuária foi de 4.804 kg de MS/ha. Nesta safra (2020/2021), os resultados obtidos foram de 7.629 Kg de MS/ha e 4.196 Kg de MS/ha para o sistema SA e ILP, respectivamente. Segundo Lopes et al. (2009), manejo da massa de forragem no final do ciclo de outono/inverno tem grande importância, sobretudo porque pode determinar o sucesso ou fracasso dos sistemas de Integração lavoura-pecuária. Em tese, a manutenção de baixa biomassa residual pode vir a comprometer o sistema em semeadura direta, uma vez que quantidades pequenas de massa ou menores alturas de manejo ocasionariam degradação e prejuízos do ponto de vista físico do solo. Ainda de acordo com Flores et al. (2007 apud Lopes et al., 2009) a manutenção de alturas adequadas de manejo das forrageiras de inverno resulta na formação de uma barreira amortecedora ao pisoteio animal e isto é atingido através da presença de palhada em quantidade adequadas na superfície do solo.

Na Figura 1 são apresentadas as densidades de solo nas profundidades de 0 a 5 cm, 5 a 10 cm, 10 a 15 cm e 15 a 20 cm, nos anos de 2019 e 2020, com a finalidade de comparação da evolução desta variável conforme os anos de utilização do sistema de ILP, principalmente ao que diz respeito a compactação do solo pela presença dos bovinos. O sistema SA teve um significativo aumento na densidade do solo de 0 a 5 cm de 2019 para 2020, nas camadas do solo intermediária não houve variações, diferentemente da camada de 15 a 20 cm em que houve redução da densidade do solo. Já o sistema ILP manteve as mesmas características de densidade do solo estimadas no ano de 2019, sem diferença significativa. Na comparação dos dois sistemas, SA e ILP em 2020, não foram encontradas diferenças significativas nas diferentes profundidades, o que pode ser observado nas colunas pontilhadas em cada altura do solo avaliada, na Figura 1.

Spera et al. (2009 apud Conte, 2011) afirmam que, em áreas de ILP, são poucos os relatos na literatura de reflexos negativos do período de pastejo sobre os atributos físicos do solo e na produtividade das culturas subsequentes, o que indica o potencial do uso desses sistemas mistos de produção. As alterações na densidade do solo em sistemas de integração lavoura pecuária, são geralmente de pequena magnitude e não atingem níveis críticos ao crescimento das raízes das plantas cultivadas, pois a pressão aplicada pelas patas dos animais não é superior à resistência do solo à deformação plástica (Dias Junior & Pierce (1996 apud



Conte, 2011), o que permite que o solo recupere a sua estrutura. Préchac (1992 apud Conte, 2011), afirma que as propriedades físicas do solo se degradam com o uso contínuo do solo sob lavoura e podem ser recuperadas com o plantio de pastagens de gramíneas, que, quando



produtivas, influenciam positivamente a produção de culturas anuais nos cultivos subsequentes, pois segundo Souza et al. (2010 apud Conte, 2011) o pastejo altera a composição do pasto e promove o incremento, de massa por área, do sistema radicular das plantas forrageiras, o que melhora a quantidade de macroporos e a infiltração da água.

Figura 1 - Densidade do solo nas profundidades de 0 a 20 cm em Sistema Agrícola e Sistema ILP. Santo Augusto – RS, 2019 e 2020.

As características produtivas da soja após os cultivos do inverno são apresentados na Tabela 2. Os sistemas estudados não apresentaram diferença significativa, já que o número plantas/ha foi de 255,5 no ILP e 293,3 no ILP; o número de vagens por planta no ILP foi 47,0 e no SA foi de 43,6; o número de grãos por grãos/vagem foi 2,3 nos dois sistemas; número de grãos por planta foi de 109,7 no ILP e 102,2 no SA; o peso de 1000 sementes foi de 193,7g no ILP e 184,8g no SA; e por fim, a produtividade (kg/ha) foi de 5.352 kg/ha ou 89 sacos/ha no SA e 5.436 kg ou 91 sacos/ha no ILP.



Para Kunrath, (2011) avaliando alturas de manejo de 10 a 40cm sobre o rendimento de grãos da soja, não houve diferença ($P=0,8758$) no teste de contrastes entre as áreas pastejadas e a área testemunha sem pastejo (SP), indicando que a presença de animais em pastejo não prejudicou o desenvolvimento da cultura subsequente. Valores médios de 3.407 e 3.442 kg de grãos/ha foram encontrados para as áreas pastejadas e SP, respectivamente, e quando comparadas somente as áreas pastejadas, estas ajustaram-se a um modelo de regressão linear, o qual indicou que, para cada centímetro a mais na altura do pasto, aumenta-se a produção de soja em 13,7 kg/ha. Dentre os componentes de rendimento, nenhum apresentou diferença entre as alturas de manejo do pasto, sendo, o número de vagens/planta igual a 35,48; o número de grãos/planta e por legume respectivamente de 71,92 e 2,08; e para a massa de 1000 grãos a média foi de 133,73 g, todos valores inferiores aos encontrados por nós, o que reflete na menor produtividade final de grãos daquele experimento.

Tabela 2 – Características produtivas da soja após cultivo de inverno. Santo Augusto - RS, 2021.

Variáveis	ILP	SA
Plantas/ha (mil plantas)	255,5 a	293,3 a
Número de vagens/planta	47,0 a	43,6 a
Número de grãos/vagem	2,3 a	2,3 a
Número de grãos/planta	109,7 a	102,2 a
Peso grãos de 1000 sementes (g)	193,7 a	184,8 a
Produtividade (kg/ha – sacos/ha)	5.352 – 89 a	5.436 – 91 a

Médias seguidas pela mesma letra, na linha e dentro da mesma variável, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. SA = soja após forrageiras para palhada; ILP = soja após pastagem de inverno.

A produtividade foi superior à média obtida no estado do Rio Grande do Sul, que foi 3.330 kg/ha, no levantamento de abril de 2021 (CONAB, 2021). Foi uma safra sem problemas com estiagem ou baixa precipitação, como mostrado na Figura 2, em observada valores médios de 120,8 mm e 22,9°C no momento da semeadura da soja, 120 mm e 24,5°C em dezembro/20, 267 mm e 23,8°C em janeiro e 150,0 mm e 23°C em fevereiro/21. Os dados meteorológicos



foram coletados na estação meteorológica localizado ao lado da área experimental pertencente ao INMET e localizada no IFFar – campus Santo Augusto.

As perdas que ocorrem durante a colheita mecanizada da soja implicam grandes prejuízos, frequentemente superiores a 120 kg/ha (EMBRAPA, 2008), impactando na receita de famílias e empresas agrícolas. As perdas consideradas ideais, segundo a EMBRAPA (2013) são de 60 kg/ha. Neste experimento não foi determinada as perdas de grãos no momento da colheita da soja, no entanto, para a avaliação econômica usamos o limite de perdas de 60 kg/ha, ou seja, um saco de soja por hectare.

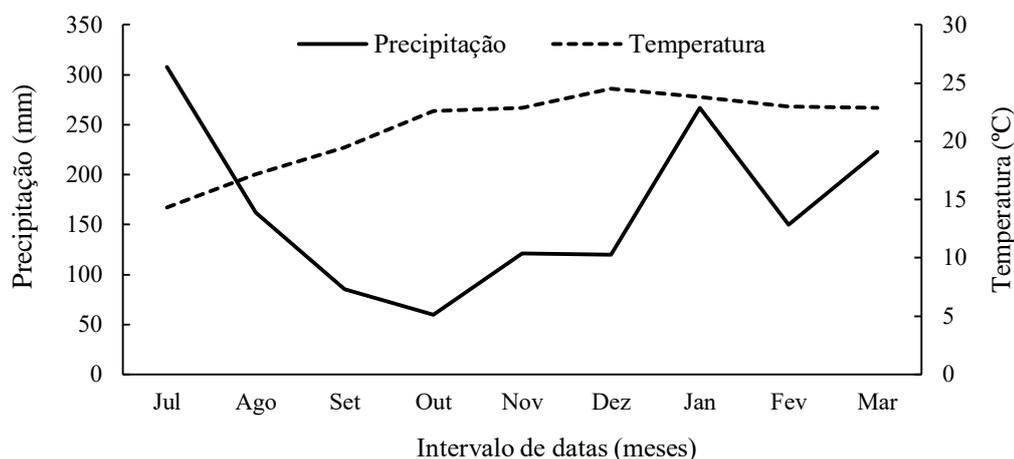


Figura 2 - Médias de precipitação e temperatura entre os meses de julho de 2020 à fevereiro de 2021 no município de Santo Augusto – RS.

A avaliação da viabilidade econômica sobre os custos de produção considerou apenas os custos relacionados diretamente a implantação dos sistemas na área experimental, tais como, sementes, adubação de base e nitrogenada, herbicidas, fungicidas, inseticidas. Não incluiu custos de manejo das vacas leiteiras nem de colheita da soja ou trigo.

Conforme a Tabela 3, durante o ciclo de produção de forrageiras para cobertura do solo, o Sistema Agrícola (SA) teve despesas que somaram R\$ 1.562,20 por hectare. No Sistema com a implantação de pastagem para a alimentação de vacas leiteiras a soma das despesas foi R\$ 1.877,02 por hectare, diferença que foi resultado do dobro de aplicações de nitrogênio, na forma de ureia, que foi necessária para o manejo adequado da pastagem de inverno.



Para o estabelecimento e condução da lavoura de soja, foi necessário uma aplicação a mais de herbicida no Sistema Agrícola em virtude da germinação de plântulas de aveia preta e azevém na pós-emergência da soja, o que impactou no total de R\$ 2.659,96 por hectare, enquanto no Sistema Integração lavoura-pecuária as despesas somaram R\$ 2.580,93 por hectare.

De forma resumida é apresentado na Tabela 4 a análise de despesas, receitas e lucros de ambos os sistemas estudados e também de uma terceira opção do cultivo de trigo no inverno ao invés de forrageiras para cobertura do solo, para fazermos uma análise de custo de oportunidade. Para isso foram usados dados de produtor de trigo do município que nos repassou dados de custos e produtividade de trigo na mesma safra 2020, ao qual obteve produtividade média de 65 sacas de trigo por hectare e despesas como apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 – Despesas da utilização de sistema de integração lavoura-pecuária (ILP) ou sistema agrícola (SA). Santo Augusto-RS, 2021.

	ILP (R\$/ha)	SA (R\$/ha)
Despesas com pastagem ou cobertura do solo		
Dessecação	159,76	159,76
Adubação de base	590,80	590,80
Adubação nitrogenada	629,64	314,82
Semente de forrageiras	496,82	496,82
Total (R\$/ha)	1.877,02	1.562,20
Despesas com a cultura da soja		
Dessecação	159,76	159,76
Adubação de base	489,52	489,52
Semente de soja	699,93	699,93
Tratamento fitossanitário	1.231,72	1.310,75
Total (R\$/ha)	2.580,93	2.659,96
Despesas com Trigo*		
Dessecação	-	159,76
Adubação de base	-	338,00
Semente de trigo	-	436,80
Adubação de nitrogenada	-	229,20
Tratamentos fitossanitários	-	269,65
Total (R\$/ha)		1.433,41

* Custo oportunidade.

A receita obtida no sistema ILP somou a quantia de R\$ 24.645,76, resultante da soma da produção leiteira mais a produção de soja, enquanto que no sistema SA foi obtida a receita



de R\$ 14.670,00, pois não houve receita no período de inverno. Para a estimativa de produção de leite foi considerada a média diária de 21,9 litros de leite por vaca durante 120 dias (15 de junho a 15 de outubro de 2020), lotação animal média de 2 vacas por hectare, e preço de venda do leite a R\$ 1,96 por litro (Fonte: CEPEA, jun/21). Para a estimativa de receita da soja foi usada a produtividade em cada sistema de produção multiplicado pelo preço da saca de soja em abril de 2021, ou seja, R\$ 163,00/saca (Fonte: Agrolink, abr/21).

Quando consideramos a produção de trigo no inverno ao invés das forrageiras para a produção de cobertura do solo, a receita atingiu o valor de R\$ 4.534,40 (preço da saca = R\$ 69,76 em outubro de 2020) e despesas de R\$ 1.433,41, o que resultou em lucro de R\$ 3.100,99 por hectare. Desta forma, ao avaliar os 3 cenários de produção, atingimos o lucro de R\$ 20.187,81/ha para o sistema de Integração lavoura-pecuária, R\$ 10.447,84/ha para o sistema agrícola estudado (cobertura do solo no inverno e soja no verão) e R\$ 15.111,03/ha para a possibilidade de plantarmos trigo do inverno e soja no verão.

Tabela 4 – Avaliação econômica com a utilização de Sistema de integração lavoura-pecuária (ILP) e Sistema agrícola (SA). Santo Augusto-RS, 2021.

	ILP (R\$/ha)	SA (R\$/ha)
Despesas		
Pastagem ou cobertura do solo	1.877,02	1.562,20
Soja	2.580,93	2.659,96
Total (R\$/ha)	4.457,95	4.222,16
Receitas		
Leite*	10.301,76	-
Soja**	14.344,00	14.670,00
Total (R\$/ha)	24.645,76	14.670,00
Trigo (custo oportunidade)		
Despesa	-	1.433,41
Receita***	-	4.534,40
Lucro (R\$/ha)	0,00	3.100,99
Lucros		
ILP (pastagem + soja)	20.187,81	-
SA (cobertura + soja)	-	10.447,84
SA (trigo + soja)	-	15.111,03

Média de produção por vaca = 21,9 litros/vaca (lotação animal média = 2 vacas/ha; 120 dias de pastejo)

* R\$/litro de leite = 1,96 (Fonte: CEPEA, jun/20);

** Soja = R\$/saca = 163,0 (Fonte: Agrolink, abr/21);

*** Trigo (65 sacas/ha) = R\$/saca = 69,76 (Fonte: Agrolink, out/20).



Segundo Oliveira et al. (2015), considerando receita bruta e os custos operacionais, o sistema integrado de lavoura-pecuária é mais interessante economicamente do que apenas realizar o cultivo de soja no verão. Martha Júnior (2011), fazendo uma análise pela ótica econômica, afirma que ter renda líquida positiva na atividade agrícola é condição necessária, porém, não suficiente para escolher uma alternativa de uso da terra vis-à-vis outra atividade, é preciso considerar o custo de oportunidade, avaliando outros cenários para tomar a melhor decisão. No entanto, retornos econômicos mais favoráveis nos sistemas mistos dependem da elevada produtividade das lavouras e da pecuária.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de sistema integrado de produção agropecuária, com a utilização de vacas leiteiras no período de inverno, não provocou alterações significativas na densidade do solo, demonstrando que o pisoteio animal não influenciou de forma negativa as propriedades físicas, bem como, a produtividade de soja que foi semelhante dos dois sistemas de produção.

O sistema de integração lavoura-pecuária apresentou maior lucro, nas condições estudadas, devido ao incremento de receita com a produção de leite, mesmo quando comparado a produção de trigo no inverno.

Com isso, ressalta-se a importância da integração lavoura-pecuária como alternativa para trazer maior segurança ao produtor, sendo uma estratégia de produção com elevado potencial de aumento da renda.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARENGA, R.C.; NOCE, M.A. Integração Lavoura-Pecuária. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2005. 16 p. (Série Documentos, n. 47).
- BARTHAM, G.T. Experimental techniques: the HFRO sward stick. In: HIFRO. The Hill Farming Research Organization Biennial Report 1984/1985. Penicuik: HFRO, 1985. p.29-30.
- CONAB. Acompanhamento da safra brasileira de grãos - safra 2020/2021, v. 8 n. 7. Brasília: Conab, 2021.
- CONTE, O. FLORES, J.P.C.; CASSOL, L.C.; ANGHIONI, I.; CARVALHO, P.C.F.; LEVIEN, R.; WESP, C.L. Evolução de atributos físicos de solo em sistema de integração lavoura-pecuária. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.46, n.10, p.1301-1309, out. 2011
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA (2008) Perdas na colheita mecanizada da soja. Safra 2007/2008. Disponível em:



- http://www.emater.pr.gov.br/arquivos/File/Graos/Perdas_2007_2008.pdf Acessado em: 16 de julho de 2021.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA (2013) Determinação de perdas na colheita de soja: copo medidor da Embrapa. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/979883/1/ManualCopoMedidorbaixaCompleto.pdf>> Acesso em 16 de julho de 2021.
- KUNRATH, T.R. Impactos da altura de manejo do pasto em sistemas de integração lavoura-pecuária. Porto Alegre, 2011. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- LOPES, M. L. T.; CARVALHO, P.C.P.F.; ANGHINONI, I.; et al. Sistema de integração lavoura-pecuária: efeito do manejo da altura em pastagem de aveia preta e azevém anual sobre o rendimento da cultura da soja. *Ciência Rural*, v.39, n.5, 2009.
- MARTHA JÚNIOR, G. B.; ALVES, E.; CONTINI, E. Dimensão econômica de sistemas de integração lavoura-pecuária. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.46, n.10, p.1117-1126, 2011.
- MOTT, G.O.; LUCAS, H.L. The design, conduct, and interpretation of grazing trials in cultivated and improved pastures. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 6. 1952, Pennsylvania. Proceedings... Pennsylvania: State College Press, 1952. p.1380-1385.
- OLIVEIRA, C.A; BREMM, C.; KUNRATH, T.R; et al. Desempenho econômico. Integração soja-bovinos de corte no sul do Brasil / Grupo de Pesquisa em Sistema Integrado de Produção Agropecuária. Porto Alegre, 2015.
- ROZANE, D. E.; CENTURION, J. F.; ROMUALDO, L. M.; TANIGUCHI, C. A. K.; TRABUCO, M.; ALVES, A. U. Estoque de carbono e estabilidade de agregados de um Latossolo vermelho distrófico, sob diferentes manejos. *Bioscience Journal*, Uberlândia, v.26, n. 1, p. 24-32, 2010.
- SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K.; ANJOS, L. H. C.; et al. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3. ed. rev. e ampl. Brasília: EMBRAPA, 2013. 353 p.
- SOUZA, E.D. de; COSTA, S.E.V.G. de A.; ANGHINONI, I.; CARVALHO, P.C. de F.; OLIVEIRA, E.V.F. de; MARTINS, A.P.; CAO, E.; ANDRIGHETTI, M. Soil aggregation in a crop-livestock integration system under no-tillage. *Revista Brasileira de Ciência de Solo*, v.34, p.1365-1374, 2010.