

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO  
GRANDE DO SUL**  
*Campus Ibirubá*

**DAYALA MARINA UBESSI STREIT**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**Integração lavoura pecuária: influência do pastejo e da taxa de lotação de bovinos sobre  
a produção agrícola e pecuária.**

**Ibirubá, agosto de 2022**

**DAYALA MARINA UBESSI STREIT**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**Integração lavoura pecuária: influência do pastejo e da taxa de lotação de bovinos sobre a produção agrícola e pecuária.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado junto ao curso de Bacharelado em Agronomia, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientadora: Anna Carolina Cerato Confortin

Co-orientador: Ben-hur Costa de Campos

Renata Porto Alegre Garcia

**Ibirubá, agosto de 2022**

## RESUMO

A integração lavoura pecuária é um sistema que tem por objetivo produzir carne durante o período de inverno nas áreas ocupadas por grãos no verão. Objetivou-se estudar a influência do pastejo e da taxa de lotação de bovinos de corte em pastagem de azevém sobre a produtividade da soja e a compactação do solo em sistema de integração lavoura pecuária. O experimento foi realizado no município de Ibirubá - Rio Grande do Sul com a fase pecuária no inverno de 2020 e soja na safra 2020/2021, em área com histórico de integração lavoura pecuária. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado. Cada parcela configurou um tratamento. Para a variável massa de forragem os tratamentos foram as taxas de lotação: T1= pastejo com lotação fixa de 2,7 animais/ha, T2= pastejo com lotação fixa de 2 animais/ha e T3 = sem pastejo. Para as variáveis ganho de peso, peso inicial, peso final e ganho médio diário (GMD) dos bovinos de corte, o tratamento foi composto apenas do fator taxa de lotação, sendo dois tratamentos: T1 = lotação fixa de 2,7 animais/ha e T2 = pastejo com lotação fixa de 2 animais/ha. Para verificar os efeitos do pisoteio animal realizou-se avaliações de densidade do solo (DS) e resistência do solo à penetração (RP). As análises foram feitas em um sistema bifatorial, onde: fator A corresponde aos tratamentos que são as taxas de lotação (T1= pastejo com lotação fixa de 2,7 animais/ha, T2= pastejo com lotação fixa de 2 animais/ha e T3 = sem pastejo) e o fator B as épocas de coleta (T1 = antes da entrada dos animais para pastejo, T2 = após a saída dos animais da área e T3 = após o cultivo da soja). A variável de produtividade da soja foi avaliada em três tratamentos: T1= pastejo com lotação fixa de 2,7 animais/ha, T2= pastejo com lotação fixa de 2 animais/ha e T3 = sem pastejo, em 5 repetições. O GMD não foi afetado pela taxa de lotação. A DS não foi afetada pelo pisoteio bovino e nem pelas épocas do ano. A resistência do solo à penetração foi influenciada pelo pisoteio bovino na camada superficial e após a saída dos animais da área. A produtividade da cultura da soja não foi influenciada pelos diferentes tratamentos do período do inverno.

**Palavras-chave:** taxa de lotação animal, atributos físicos do solo, rendimento da soja.

## ABSTRACT

The crop-livestock integration is a system that aims to produce meat during the winter period in areas occupied by grain in the summer. The objective was to study the influence of grazing and stocking rate of beef cattle on ryegrass pasture on soybean productivity and soil compaction in an integrated crop-livestock system. The experiment was carried out in the municipality of Ibirubá - Rio Grande do Sul with the livestock phase in the winter of 2020 and soybean in the 2020/2021 crop, in an area with a history of integration between livestock and farming. The experimental design used was completely randomized. Each plot configured a treatment. For the variable forage mass, the treatments were the stocking rates: T1= grazing with a fixed stocking of 2.7 animals/ha, T2= grazing with a fixed stocking of 2 animals/ha and T3 = no grazing. For the variables weight gain, initial weight, final weight and average daily gain (DMG) of beef cattle, the treatment was composed only of the stocking rate factor, with two treatments: T1 = fixed stocking of 2.7 animals/ha and T2 = grazing with a fixed stocking of 2 animals/ha. To verify the effects of animal trampling, soil density (DS) and soil penetration resistance (RP) were evaluated. The analyzes were carried out in a two-factor system, where: factor A corresponds to the treatments, which are stocking rates (T1= grazing with a fixed stocking of 2.7 animals/ha, T2= grazing with a fixed stocking of 2 animals/ha and T3 = no grazing) and the factor B the collection times (T1 = before the entry of animals for grazing, T2 = after the animals leave the area and T3 = after soybean cultivation). The soybean yield variable was evaluated in three treatments: T1= grazing with a fixed stocking of 2.7 animals/ha, T2= grazing with a fixed stocking of 2 animals/ha and T3 = no grazing, in 5 replications. The GMD was not affected by the stocking rate. DS was not affected by bovine trampling or seasons. Soil resistance to penetration was influenced by bovine trampling in the surface layer and after the animals had left the area. Soybean yield was not influenced by the different treatments in the winter period.

**Key-words:** stocking rate, soil physical attributes, soybean yield

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>5</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>7</b>
2.1 HISTÓRICO DO REBANHO BOVINO E DA SOJA.....	7
2.2 INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA.....	8
2.3 COMPACTAÇÃO DO SOLO.....	9
2.4 MASSA DE FORRAGEM E DESEMPENHO ANIMAL.....	11
2.5 RENDIMENTO DA SOJA.....	12
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>13</b>
3.1 AVALIAÇÃO DE MASSA DE FORRAGEM.....	14
3.2 AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO ANIMAL.....	14
3.3 AVALIAÇÕES DOS ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO.....	15
3.4 AVALIAÇÃO DE PRODUTIVIDADE DA SOJA.....	15
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>17</b>
4.1 MASSA DE FORRAGEM.....	17
4.2 DESEMPENHO ANIMAL.....	19
4.3 DENSIDADE DO SOLO.....	21
4.4 RESISTÊNCIA DO SOLO À PENETRAÇÃO.....	23
4.5 PRODUTIVIDADE DA SOJA.....	25
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>28</b>
<b>6 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>29</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A soja é uma das principais culturas de grãos do Brasil e se destaca devido a sua rentabilidade e liquidez no mercado. O Brasil é o segundo maior produtor mundial de soja, e o Rio Grande do Sul ocupa o terceiro lugar na produção nacional da oleaginosa (CONAB, 2018). Os grãos são utilizados para extração do óleo para a fabricação de biocombustíveis e para o consumo humano, e o farelo de soja, produto proteico, é usado na alimentação de aves, suínos e bovinos, além da alimentação humana industrial (CONAB, 2018).

Dentre as áreas onde se cultiva soja no verão, boa parte fica ociosa na entressafra. As culturas de grãos de inverno não detêm toda a área ocupada pela soja no verão (CONAB, 2018). Conforme o Boletim Técnico (2015), milhões de hectares ocupados pela soja no verão são utilizados apenas para produzir palhada para o próximo cultivo da soja, ficando sem a geração de renda na entressafra da monocultura. Entretanto, essa cobertura vegetal pode ser utilizada para produzir leite e carne, assim o produtor tem a oportunidade de diversificar a produção e gerar renda com a aplicação de um sistema de integração lavoura pecuária.

Segundo o Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul (2019), o Rio Grande do Sul detém de 13 milhões de bovinos, sendo produzidos principalmente em campos nativos, em sistemas extensivos. De acordo com Carvalho et al. (1998), no inverno os campos nativos baixam sua produção de forragem, e assim a carga animal deve ser diminuída. Com isso, a produção de uma forragem de alta qualidade no inverno é uma boa possibilidade para a diminuição do vazio forrageiro, produzido pelas características dos campos nativos do Rio Grande do Sul.

Segundo Araújo (1967) apud Sagrilo (2015), o azevém foi trazido pelos italianos ainda em 1875, com o objetivo de servir como uma pastagem cultivada. O azevém é uma gramínea de inverno que produz forragem de alto valor nutritivo, sendo uma das espécies vegetais mais utilizadas como pastagens no Rio Grande do Sul (CAUDURO et al., 2006). A soja é uma cultura que beneficia a ressemeadura natural do azevém, permitindo a entrada de animais mais precocemente na pastagem devido ao maior perfilhamento do azevém cultivado depois da soja em comparação com o cultivo após o milho (CARVALHO, 2011).

Um dos principais fatores responsáveis pela queda de produtividade das culturas agrícolas é a compactação do solo. Por isso, na integração lavoura-pecuária, o pisoteio bovino

sobre o solo pode ter consequentes reflexos nos atributos físicos do solo, como na densidade, porosidade, resistência mecânica e infiltração de água no solo (LANZANOVA, 2007). Segundo resultados de Flores et al. (2007), solos com pastejo de bovinos aumentam sua densidade, mas a produtividade da soja não é afetada. E Silva et al. (2000), ao analisar produtividade do milho em integração com pastejo de bovinos em consórcio de aveia com azevém, afirmou que a densidade do solo e produtividade do milho não se alterou nas áreas pastejadas e nas áreas não pastejadas, e isso se explica porque o impacto da pata do animal se dá no resíduo vegetal que cobre o solo.

Esse trabalho trata-se de um estudo sobre a soja, principal cultura de grãos da região de Ibirubá, Rio Grande do Sul, em integração com a bovinocultura de corte em pastejo de azevém, durante o período de inverno. Objetivou-se avaliar a influência do pastejo e da taxa de lotação de bovinos sobre a produtividade da soja e a compactação do solo em sistema de integração lavoura pecuária.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 HISTÓRICO DO REBANHO BOVINO E DA SOJA

Existem diversas hipóteses sobre a introdução dos rebanhos bovinos no Rio Grande do Sul. Conforme Flores (2019), há dados que comprovam a existência de gado nas missões em 1628, mas foi em 1634 que o Padre Cristóbal de Mendonza introduziu o gado em grande escala para as estâncias das reduções jesuíticas.

Com o ataque dos bandeirantes e o fim das reduções do Tapê, o gado foi levado para a região sul do Rio Grande do Sul onde se procriou livremente. Esses bovinos foram utilizados para a retirada de couro e sebo, além de tropeados para as feiras de Sorocaba, atual São Paulo. Nesse período o couro era o principal produto do gado (FLORES, 2019).

Em 1779, o português José Pinto Martins veio do Ceará e fundou no Rio Grande do Sul a primeira charqueada. A partir dela muitas outras foram fundadas e a carne passou a ser a principal economia do estado. Muitos agricultores desistiram das lavouras para trabalharem com o gado (FLORES, 2019).

No final da década de 1960 e na década de 1970, por incentivo do governo militar houve uma modernização na agricultura do Brasil (PALMEIRA, 1989). Antes disso, a agricultura brasileira se concentrava no sul com a pecuária de corte sendo totalmente extensiva e com uma limitada produção de grãos (GAZZONI, 2013).

A domesticação e melhoramento da cultura da soja se iniciaram na China, onde servia como alimento para os animais e para os humanos, além de também ser usada como uma moeda. No Brasil, se tem relatos do cultivo da soja com caráter experimental em 1882 na Bahia. Mas foi com a imigração japonesa em 1908 que o cultivo da soja começou a ser mais comum no país. Em 1914, a soja foi oficialmente introduzida no Rio Grande do Sul por ser o estado com o clima mais semelhante ao dos Estados Unidos, de onde vinham as cultivares (APROSOJA BRASIL, SD).

A partir do final da década de 1960 o Brasil começou a produzir a soja em escala comercial, pois servia como sucessão ao trigo que já era uma cultura consolidada, e também para uso do farelo de soja como fonte protéica nas dietas de suínos e aves (EMBRAPA SOJA, SD).

As primeiras décadas da soja, mesmo com a mecanização da agricultura, foram marcadas por uma baixa sustentabilidade ambiental da cultura devido à erosão, assoreamento dos rios e demais impactos ambientais, problemas estes que foram diminuídos com o sistema de plantio direto, principalmente com a ênfase ao plantio sobre a palha da cultura antecessora (GAZZONI, 2013).

Gazzoni (2013) explica que se deve buscar aumentar a sustentabilidade da cultura da soja, seja ela ambiental, social ou econômica, sendo uma das saídas o aumento da produtividade da cultura. Na região do cerrado brasileiro, o uso da técnica de integração do cultivo da soja com pastagens no ciclo de seca permitiu realizar dois a três cultivos anuais na mesma área, e assim produzir entre 10 a 12 toneladas de grãos e até 200 kg de carne por ano, gerando uma maior sustentabilidade da cultura da soja e maior geração de renda. Esses dados apontam que a integração lavoura, pecuária e florestas representa o grau máximo na escala de sustentabilidade da exploração agropecuária.

## 2.2 INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA

A integração lavoura pecuária é um sistema que tem como objetivo a intensificação do uso da terra, com uma maior diversidade devido à integração de vários componentes do sistema produtivo, além da produção de um produto com maior qualidade ambiental e com competitividade. Apesar de parecer ser algo inovador, a integração da lavoura com a pecuária veio para o Brasil com os europeus. No início do século 20 já havia o pastejo de bovinos na resteva da cultura do arroz no Rio Grande do Sul (BALBINO et al.,SD).

Segundo Alvarenga e Noce (2005) o sinergismo que é criado entre a lavoura e a pastagem favorece o aumento da produção de grãos e de carne a um custo mais baixo. Além disso, a integração ajuda no controle de doenças, pragas e invasoras, diversifica a produção gerando maior estabilidade e aumenta a produtividade com uma maior sustentabilidade econômica e ambiental (Kichel e Miranda, 2001). Assim, a integração lavoura-pecuária se torna uma alternativa interessante para reduzir riscos de produção, tornando menos volátil a renda na propriedade quanto a variação de preços e produtividade entre os anos, e assim melhora o fluxo de caixa e aumenta a liquidez (BALBINO et al. (SD).

Lanzanova (2005) explica que a rotação lavoura-pastagem evita a monocultura, elimina a compactação superficial que pode ser causada pelo pisoteio bovino e estimula a vida

no solo pelo incremento de parte aérea e radicular de culturas de grãos e forragem, além do aumento do material orgânico através das excretas de animais (urina e esterco).

Estudando a lucratividade e o risco de sistemas de produção de grãos e a integração da pecuária, Ambrosi et al. (2001) concluíram que o sistema de um inverno com a cultura do trigo em sucessão a um inverno com integração lavoura-pecuária no pastejo de aveia preta+ervilhaca apresentou a melhor alternativa de produção para a região de Passo Fundo no RS, comparando com um sistema de dois anos de integração e um de lavoura de trigo e outro sistema apenas com culturas de grãos no inverno. Assim, a integração lavoura-pecuária é um sistema viável para engordar os animais no período invernal, principalmente se rotacionando com culturas de grãos no inverno e verão.

### 2.3 COMPACTAÇÃO DO SOLO

Braida et al. (2004) concluiu que a compactação causada pelo tráfego de máquinas e animais pode ser evitada pela palha existente sobre o solo, mas a eficácia da palhada depende da quantidade e das condições de solo. Cassol (2003) explica que realizando um bom manejo de pastagem, com uma carga animal adequada e um bom resíduo final de matéria seca para cobertura do solo a integração lavoura pecuária não apresenta nenhuma restrição, mesmo em solos argilosos que são mais suscetíveis à compactação.

Mello (1998) reforça que os bovinos devem ser retirados da área 45 a 50 dias antes da semeadura da cultura de grãos para haver um incremento de matéria seca sobre o solo, deixando em torno de 2000 a 3000 kg de MS/ha após a dessecação, para dessa forma recuperar gradualmente as condições de densidade do solo.

Lanzanova (2007) afirma que o processo de compactação do solo é diretamente dependente da umidade do solo durante o período da realização dos pastejos. Em seus estudos, anos com boa distribuição de chuvas durante o inverno, como 2004, a umidade do solo variou entre 0,23 e 0,27  $\text{mm}^3 \text{m}^{-3}$ , além de haver um adensamento na camada 0-0,05m de profundidade do solo à medida que se aumentava a frequência de pastejo, fato que não ocorria em anos com menos pluviosidade.

Ainda, Lanzanova (2005) analisou que a avaliação de densidade do solo é menos sensível que a resistência do solo à penetração na medição realizada após o período de pastagem, na detecção da compactação do solo causada pelo pisoteio bovino.

Marchesan et al (1998) observou um aumento de 1,38 g/cm<sup>3</sup> para 1,49 g/cm<sup>3</sup> na densidade do solo de um Planossolo com 25% de argila na camada superficial depois do pastejo devido ao pisoteio do gado.

Em solo de várzea, Vizzotto et al. (2000) analisou o efeito do pisoteio animal na densidade do solo em diferentes épocas do ano. Ao comparar a densidade do solo antes e após o pastejo, constatou o aumento significativo na camada de 0-5 cm, pois antes do pastejo encontrava-se médias de 1,38 g/cm<sup>3</sup> e após o pisoteio animal as médias aumentaram para 1,48 g/cm<sup>3</sup> em um Planossolo com 24,5% de argila. Também analisaram a densidade do solo seis meses após o término do pastejo e verificaram que as raízes das plantas que se estabeleceram na área não foram suficientes para retornar a densidade anterior ao pastejo, mas é suficiente para que a macroporosidade atinja níveis semelhantes àqueles registrados antes da entrada do gado na área.

Durante oito anos, Moreira et al. (2012) pesquisou a influência do pisoteio animal nos atributos físicos do solo, e percebeu que nos primeiros anos o pisoteio animal acarretou em aumento da Ds nos tratamentos com altura de pasto de 7, 14 e 21 cm, mas ao longo dos anos a densidade do solo foi diminuindo. Isso pode ocorrer porque o sistema de integração lavoura-pecuária tem capacidade de promover melhoria na qualidade física do solo.

O mesmo autor avaliou a resistência à penetração do solo e constatou diferenças estatísticas apenas na camada até 5cm no tratamento com altura de pastejo de 7cm, em comparação aos tratamentos com altura de 21 e 28 cm. Isso indica que a maior intensidade de pastejo resulta em redução da qualidade física do solo em superfície (MOREIRA, 2012).

E Spera et al. (2004) que também avaliou oito anos de sistemas de produção de grãos e pastagens anuais de inverno, observou que não houve diferença entre a densidade do solo para sistemas com e sem a integração lavoura-pecuária, nem correlações significativas entre o rendimento das culturas e os atributos físicos do solo, exceto para macroporosidade do solo na cultura do soja na camada 0-5cm.

Moreira et al. (2012) explicam que a utilização de semeadoras com sulcadores para aplicação dos fertilizantes na semeadura das culturas de soja e milho pode auxiliar na redução da Ds na camada superficial do solo, e que nos tratamentos onde há pastejo pode existir a intensificação de renovação de plantas e raízes, gerando um equilíbrio entre a degradação causada pelo pastejo e a recuperação estrutural do solo, devido ao estímulo ao desenvolvimento do sistema radicular pelo rebrote, principalmente na camada de 0-7,5 cm.

Estudando a influência da frequência de pastejo nos atributos físicos do solo, Lanzanova et al. (2007) verificaram que a densidade do solo concentrou-se na camada de 0-0,05 m de profundidade, e nas camadas subsequentes não houve diferença significativa entre os valores e para as três frequências de pastejo observadas. Os valores variaram entre 1,32 e 1,35 Mg/m<sup>3</sup>.

A resistência do solo à penetração atingiu valores de 2,61 MPa na profundidade de 0,05cm em área pastejada com maior frequência e 2,49 MPa na profundidade de 0,08cm em área com menor frequência de pastejo, enquanto as áreas que não foram pastejadas mantiveram valores inferiores a 1,66 MPa (valor encontrado na profundidade 0,13cm) (LANZANOVA, 2007).

Sabendo que a umidade do solo interfere na RP, parte da diferença de RP observada entre os tratamentos pode ser atribuída à variável umidade do solo. Essas diferenças na umidade do solo tem relação à quantidade de matéria seca remanescente, como cobertura de solo em cada área (LANZANOVA, 2007).

Diversos estudos comprovam que a resistência à penetração é um atributo físico do solo mais sensível na diferenciação de tratamentos e avaliações do que a densidade do solo (MOREIRA, 2012; LANZANOVA, 2007).

Klein e Câmara (2007) ao estudarem um latossolo argiloso no Rio Grande do Sul concluiu que o valor limitante para a densidade do solo situa-se em torno de 1,40 kg/dm<sup>3</sup> e a resistência à penetração limitante, quando os solos estiverem com capacidade hídrica ótima, isto é, em condições de capacidade de campo, os valores variam entre 2 e 3 MPa.

#### 2.4 MASSA DE FORRAGEM E DESEMPENHO ANIMAL

Ao estudar o efeito do pastejo de bovinos em área de várzea, Marchezan et al. (1998) constataram que o azevém foi a cultura que mais se destacou em comparação a aveia e a consórcios com leguminosas, além de apresentar a viabilidade da ressemeadura. A massa seca de azevém 50 dias após a emergência teve médias de 2000 kg/ha.

Marchesan et al. (2002) estudou a influência de diferentes níveis de adubação em uma pastagem consorciada de azevém, cornichão e trevo branco. Utilizou-se o método de pastoreio contínuo, com lotação fixa de 4 animais ha-1 e carga inicial média de 480 kg ha-1 de peso vivo (PV), já ao longo do experimento obteve-se carga animal média de 738,6 kg de peso

vivo (PV). O ganho médio diário (GMD) foi de 1,016 kg animal dia<sup>-1</sup>. O resíduo de matéria seca (MS) ha<sup>-1</sup> da pastagem manteve-se ao redor de 1000kg. O ganho médio dos animais não apresentou diferença estatística entre os tratamentos, tendo média de 469,7 kg. Porém, os tratamentos com maiores níveis de adubação tiveram média de 118,5 kg de PV/ha a mais do que o tratamento com menor adubação, e isso pode diferir em uma análise econômica.

Analisando o efeito de intensidades de pastejo de novilhos superprecoces, Rocha et al. (2011) concluiu que o melhor GMD teve ponto máximo de desempenho nas alturas de pasto 20 e 25cm de altura, com médias de 1,2 kg de PV/dia. Porém, o maior ganho de peso por área foi na menor altura (10cm), 515 kg/ha de PV, devido a maior carga animal utilizada. Mas salientou que deve-se ter cuidado com baixas alturas de manejo devido a menor massa de forragem, e conseqüente menor quantidade de palhada.

## 2.5 RENDIMENTO DA SOJA

Assmann et al. (2003) observou que a presença de pastejo não altera o desenvolvimento das plantas. Além disso, analisou que para aumentar a produção da cultura subsequente ao pastejo é necessário a adubação com nitrogênio durante o mesmo, pois o pastejo favorece a ciclagem mais rápida do N aplicado e assim estimula a absorção de N pelas plantas. Outrossim, o estudo confirma que o N aplicado no inverno estará disponível para o cultivo posterior, aumentando a produtividade. Isso se explica devido ao efeito residual da quantidade de massa seca produzida no período de descanso da pastagem. E concluiu que não houve diferença significativa na produção de milho em sucessão ao pastejo de azevém, aveia preta e trevo branco, mas a produção foi maior em área pastejada.

Nos estudos de Nicoloso et al. (2006) em área de integração lavoura pecuária com pastejo rotativo de aveia preta e azevém, obtiveram um ganho de peso vivo diário por animal estimado de 1,05 kg PV ha<sup>-1</sup> e mais de 300 kg ha<sup>-1</sup> de carne bovina. A maior produção de soja foi na área sem pastejo, 3,2 t ha<sup>-1</sup>, que não diferiu estatisticamente da área com menor frequência de pastejo. Já na área com maior frequência de pastejo (pastejo a cada 14 dias) tiveram uma redução significativa de 780 kg ha<sup>-1</sup> na produção de soja.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em um único ano agrícola, com início no inverno de 2020 e término na safra de soja 2020/2021. Foi instalado na região fisiográfica do Planalto Norte-Rio Grandense, no município de Ibirubá, Rio Grande do Sul, na propriedade de Marino José Streit, localidade de Esquina São José, interior do município. O solo da região é um Latossolo Vermelho (Embrapa, 2013) e o clima é classificado como subtropical úmido com verões quentes, do tipo "Cfa" pela classificação climática de Köppen (Moreno, 1961).

Os quinze anos que antecederam o ano experimental foram conduzidos em sistema de integração lavoura pecuária, com a cultura de soja no verão e consórcio de azevém e aveia preta para pastejo de bovinos de corte no inverno. Nos últimos cinco anos antes do ano experimental, a pastagem de inverno foi formada somente através da ressemeadura natural de azevém.

Antes da instalação do experimento foi realizada uma análise química do solo representativa de cada tratamento, na camada de 0-10 cm de profundidade. Os resultados da análise de solo revelaram: argila (%) 47,0; pH (H<sub>2</sub>O), 5,27; M.O. (%), 3,1; P (mg L<sup>-1</sup>), 25; K (mg L<sup>-1</sup>) 192,3; Al trocável (cmolc L<sup>-1</sup>), 0,2; Ca trocável (cmolc L<sup>-1</sup>), 5,7; Mg (cmolc L<sup>-1</sup>), 2,5; saturação de bases da CTC (%), 60,4. A adubação utilizada seguiu a Recomendação de Adubação e Calagem para os Estados do RS e SC (COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC, 2016).

A área experimental total utilizada foi de aproximadamente sete hectares, dividida em três parcelas, com áreas de 1,0 ha, 3,0 ha e 3,6 ha aproximadamente, em função dos tratamentos aplicados. Cada parcela configurou um tratamento. Os tratamentos são as diferentes taxas de lotação de bovinos (2 e 2,7 animais/ha) e área sem pastejo animal no inverno. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado.

A pastagem foi composta pela ressemeadura natural de azevém (*Lolium multiflorum*), sob o método de pastoreio com lotação contínua e taxa de lotação fixa. Os animais experimentais foram bovinos machos, castrados, oriundos de cruzamentos entre as raças Angus com zebuínas, sem grau de sangue definido e com idade inicial de aproximadamente 12 meses. A média do peso inicial dos animais foi de 219,7 kg. Os animais entraram na área de pastejo no dia 22 de junho de 2020 e permaneceram na área até o dia 20 de outubro de 2020, totalizando 120 dias de pastejo.

No dia 16 de agosto de 2020, em torno de 50 dias após a entrada dos animais, foi realizada uma aplicação a lanço de 45 kg/ha de N, quando o clima estava favorável. Os animais saíram da área dia 20 de outubro e no dia 1º de dezembro a soja foi semeada. A dessecação da área ocorreu apenas alguns dias antes da semeadura, objetivando nesse espaço de tempo o aumento da fitomassa para cobertura de solo (LANZANOVA et al., 2007). Entre o período em que o gado foi retirado do pasto até o momento da dessecação do azevém, esse estava produzindo sementes que favorecem a ressemeadura natural.

A cultura da soja foi semeada com espaçamento de 0,45 m e a população de plantas de acordo com as recomendações técnicas para a cultivar. No momento da semeadura foram aplicados 280 kg/ha de adubo na formulação 07-34-12. A cultivar utilizada para semeadura nessa área foi a Nidera 5909. Ainda no ciclo vegetativo da cultura, foi feita adubação a lanço de 200 kg/ha de cloreto de potássio (KCl). Manejos de doenças e pragas foram realizados conforme a incidência dos mesmos na lavoura e seguiram recomendações técnicas da cultura.

### 3.1 AVALIAÇÃO DE MASSA DE FORRAGEM

A massa de forragem disponível foi obtida através de quatro amostragens por tratamento, realizadas a cada 35 dias, totalizando cinco coletas no decorrer dos 120 dias de pastejo. Os tratamentos consistiram nas seguintes parcelas: T1= pastejo com lotação fixa de 2,7 animais/ha, T2= pastejo com lotação fixa de 2 animais/ha e T3 = sem pastejo.

Cada amostragem foi composta pelo corte do pasto rente ao solo com o auxílio de uma tesoura, em área delimitada por um quadrado amostral de 0,25 m<sup>2</sup>. As amostras cortadas foram colocadas em saco de papel e secas em estufa de ventilação forçada a 65 °C até peso constante, para determinação do teor de matéria seca (MS).

### 3.2 AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO ANIMAL

Para as variáveis ganho de peso, peso inicial, peso final e ganho médio diário o tratamento foi composto apenas do fator taxa de lotação, sendo dois tratamentos: T1 = lotação

fixa de 2,7 animais/ha e T2 = pastejo com lotação fixa de 2 animais/ha. Os novilhos constituíram as repetições, respectivamente 10 e 6 repetições, para T1 e T2.

Os animais foram pesados no momento de entrada na área de pastejo no dia 22 de junho de 2020 e pesados novamente no dia 20 de outubro de 2020, momento que os animais foram retirados do pasto. Os animais foram pesados com jejum de sólidos de 6h. A partir desses dados foi calculado o ganho de peso dos bovinos ao longo do período de pastejo e o ganho médio diário, que foi obtido a partir da divisão do ganho de peso pelo número de dias que os animais permaneceram pastejando a área.

### 3.3 AVALIAÇÕES DOS ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO

Para verificar os efeitos do pisoteio animal sobre os atributos do solo, foram realizadas avaliações de densidade do solo (DS) e resistência à penetração (RP). As análises foram feitas em um sistema bifatorial, onde: fator A corresponde aos tratamentos que são as taxas de lotação (T1= pastejo com lotação fixa de 2,7 animais/ha, T2= pastejo com lotação fixa de 2 animais/ha e T3 = sem pastejo) e o fator B as épocas de coleta (T1 = antes da entrada dos animais para pastejo, T2 = após a saída dos animais da área e T3 = após o cultivo da soja).

Para densidade do solo foram realizadas 5 repetições por tratamento. Cada repetição consistiu na coleta de quatro amostras indeformadas de solo com o auxílio de anéis de aço com volume conhecido, estratificados por camadas de 5 cm a partir da superfície do solo até 20 cm de profundidade. As amostras foram secas em estufa de circulação de ar forçado a uma temperatura de 105°C e pesadas.

A resistência à penetração foi medida com o auxílio de um penetrômetro da marca Falker. Foram feitas cinco repetições por tratamento. Cada repetição consistiu da média de quatro medições de RP.

### 3.4 AVALIAÇÃO DE PRODUTIVIDADE DA SOJA

A variável de produtividade da soja foi avaliada em três tratamentos: T1= pastejo com lotação fixa de 2,7 animais/ha, T2= pastejo com lotação fixa de 2 animais/ha e T3 = sem

pastejo, em 5 repetições. Cada repetição consistiu na amostragem de 9 metros lineares de soja divididos por 3 linhas de semeadura, com espaçamento de 0,45 m. Após, as amostras foram debulhadas, peneiradas, tiveram a massa quantificada e ajustada para umidade de 13%. Então, os dados foram extrapolados para quilogramas por hectare.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância a 5% de probabilidade de erro, e quando significativa, as médias foram comparadas através de teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Foi utilizado o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados apresentados a seguir correspondem às variáveis estatísticas analisadas no experimento de integração lavoura-pecuária na safra de inverno 2020 e de verão 2020/2021. As variáveis são: massa de forragem, ganho médio diário de peso, densidade do solo, resistência à penetração e produtividade da soja.

### 4.1 MASSA DE FORRAGEM

No período do inverno os novilhos machos foram colocados na área para pastejo de azevém. Os tratamentos consistiram em uma área sem o pastejo bovino, uma área com pastejo de 2 animais/ha e outra com pastejo de 2,7 animais/ha como demonstra as imagens a seguir (Figura 1 e 2).



**Figura 1 (esquerda):** A esquerda parte da parcela com taxa lotação de 2 animais/ha e a direita parcela sem pastejo. Fonte: STREIT, 2020.

**Figura 2 (direita):** A esquerda parcela sem pastejo e a direita parcela com taxa de lotação de 2,7 animais/ha. Fonte: STREIT, 2020.

A cada 35 dias realizava-se a coleta de quatro amostras de forragem de cada tratamento. Posteriormente foram submetidas a análise de médias conforme a Tabela 1.

**Tabela 1: Massa de forragem de azevém (kg/ha de MS) no decorrer do ciclo de pastejo. Experimento realizado em Ibirubá-RS, no período de inverno de 2020.**

Tratamentos	Períodos de amostragem				
	1ª coleta 22/06	2ª coleta 27/07	3ª coleta 31/08	4ª coleta 05/10	5ª coleta 20/10
Sem pastejo	944,2 a	2922,9 a	4740,6 a	5510,1 a	5248,0 a
Pastejo com lotação de 2,0 animais/ha	1491,0 a	2474,7 a	3239,1 b	4032,0 b	3632,1 b
Pastejo com lotação de 2,7 animais/ha	1032,1 a	1068,9 b	2356,8 b	2228,3 c	1571,2 c

Médias seguidas por diferentes letras na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Fonte: Streit, 2022.

No momento da entrada dos animais na área de pastejo, no dia 22 de junho de 2020, não verificou-se diferença entre tratamentos quanto às massas de forragem na área experimental (Tabela 1), atendendo à condição necessária para as análises posteriores. Ao longo do período, devido ao pastejo dos animais, os piquetes pastejados começaram a diferir do sem pastejo devido ao consumo de forragem pelos animais. Quanto mais animais/ha, maior é a remoção de forragem e conseqüentemente, maior é a diferença do tratamento sem pastejo. Lunardi et al. (2008) descrevem que a relação entre a massa de forragem e a taxa de lotação é inversa, por isso tratamentos distintos promoveram massas residuais diferentes, como reflexo das taxas de lotação empregadas.

Destaca-se que a área pastejada apresentou menor massa de forragem quando comparada à área sem pastejo e que as intensidades de pastejo resultaram em massas residuais diferentes sobre o solo no momento da saída do gado da área. Para Lunardi et al. (2008), a massa residual de azevém no momento de semeadura da soja foi de 798 kg e 3.084 kg de MS ha-1, para a intensidade de pastejo moderada e baixa, respectivamente. Já na ausência de pastejo pelos animais a massa de forragem foi de 8300 kg de MS por ha.

## 4.2 DESEMPENHO ANIMAL

No período de inverno, novilhos machos em pastejo contínuo e com lotação fixa foram submetidos a dois tratamentos com diferentes taxas de lotação. Salienta-se que a lotação de 2,0 animais/ha teve carga animal inicial de 419 kg/ha de peso vivo ou 0,93 unidades animal e carga final de 747 kg/ha de peso vivo ou 1,39 unidade animal, e na lotação de 2,7 animais/ha as cargas animais inicial e final foram de, respectivamente, 626 kg/ha e 1098,6 kg/ha de peso vivo, ou 1,66 unidades animal no início e 2,44 no fim do tratamento.



**Figura 3 (esquerda): Seis bovinos do tratamento com taxa de lotação 2 animais/ha.**

**Figura 4 (direita): Dez bovinos do tratamento com taxa de lotação de 2,7 animais/ha.**

**Fonte: STREIT (2020).**

Na lotação de 2,0 animais por hectare foram obtidos 327,2 kg de PV/ha durante 120 dias de pastejo na cultura do azevém, e na lotação de 2,7 animais por hectare foi encontrado ganhos de 458,5 kg de PV/ha.

**Tabela 2. Ganho médio diário, peso inicial, peso final e ganho de peso de novilhos de corte em diferentes taxas de lotação nos tratamentos com lotações de 2 animais/ha e de 2,7 animais/ha.**

Tratamentos	GMD	Peso inicial	Peso Final	Ganho de Peso
-------------	-----	--------------	------------	---------------

Lotação 2,0 animais/ha	1,363ns	209,6ns	373,3sn	163,6ns
Lotação 2,7 animais/ha	1,415	225,7	395,5	169,8
CV (%)	13,24	13,61	10,63	14,24

ns: Não significativo.

Médias seguidas por diferentes letras na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Fonte: Streit, 2022.

Conforme a Tabela 2, para a variável peso inicial dos bovinos não houve diferenças estatísticas, o que era condição básica para a correta comparação entre os tratamentos propostos durante o período de inverno. Para as variáveis ganho de peso, ganho médio diário (GMD) e peso final também não houve diferenças estatísticas para os diferentes tratamentos. Sendo que para GMD obteve-se médias de 1,36 kg de PV/dia para menor lotação e 1,41 kg de PV/dia para maior lotação do estudo.

Mesmo não havendo diferenças estatísticas entre os tratamentos, no início do pastejo os tratamentos apresentavam uma diferença de 16kg e ao final do ciclo de pastejo, a diferença entre o tratamento com maior lotação apresentou uma diferença de 22 kg de PV em comparação ao outro. Portanto, colocar 0,7 animais a mais proporcionou 6kg kg a mais de peso nos bovinos. Esse dado pode interferir em análises econômicas dos sistemas de produção.

Utilizando novilhos com idade média inicial de 10 meses e peso inicial de 190kg, Carvalho et al. (SD.) analisou diferentes alturas de pasto e concluiu que os valores ótimos foram aos 25 cm de pasto com GMD acima de 1kg/animal/dia e ganho por área de 370 kg de PV/ha, corroborando com os dados encontrados nessa análise.

Hellbrugge et al. (2008) manejando machos inteiros com idade média de 22 meses, peso inicial médio de 394,8 kg, em pastagem de azevém, com 1,36 UA/ha, obtiveram GMD de 1,36kg/dia, dado que se assemelha ao encontrado nessa análise. E Medeiros et al. (2010), estudando a terminação de bovinos com 24 meses e médias de 281 kg obteve ganho médio diário de 1,545 kg.

### 4.3 DENSIDADE DO SOLO

A densidade do solo é um atributo físico do solo, no qual expressa-se a massa seca do solo por uma unidade de volume. As avaliações ocorreram em diferentes épocas do ano e em diferentes tratamentos, que consistiram em uma área sem pastejo, e outras com distintas lotações de bovinos em pastejo de azevém. Não houve diferenças estatísticas entre os tratamentos, nem entre as épocas do ano, e não houve interação entre as variáveis tratamento e épocas do ano, como expressa as tabelas 3 e 4, a seguir.

**Tabela 3. Densidade do solo nas camadas 0-5, 5-10, 10-15 e 15-20 cm de profundidade nos tratamentos sem pastejo e com pastejo de lotação de 2 animais/ha e de 2,7 animais/ha.**

Tratamento	Camada do solo			
	00-05 cm	05-10 cm	10-15 cm	15-20 cm
Sem pastejo	1,37 ns	1,51 ns	1,49 ns	1,46 ns
Pastejo com lotação de 2,0 animais/ha	1,43	1,49	1,47	1,45
Pastejo com lotação de 2,7 animais/ha	1,37	1,53	1,52	1,46
CV (%)	9,9	4,9	4,9	6,9

ns: Não significativo.

Médias seguidas por diferentes letras na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Fonte: STREIT, 2022.

**Tabela 4. Densidade do solo nas camadas 0-5, 5-10, 10-15 e 15-20 cm de profundidade nas diferentes épocas.**

Época	Camada do solo			
	00-05 cm	05-10 cm	10-15 cm	15-20 cm
Antes do gado	1,35 ns	1,49 ns	1,51 ns	1,44 ns

Depois do gado	1,42	1,50	1,47	1,46
Depois do soja	1,40	1,54	1,50	1,47
CV (%)	9,9	4,9	4,9	6,9

ns: Não significativo.

Médias seguidas por diferentes letras na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Fonte: STREIT, 2022.

Para Debiasi e Franchini (2012) a DS após o período de inverno, na camada de 0,0-0,05m, a densidade do solo foi maior do que 1,30 Mg m<sup>-3</sup> nas áreas pastejadas, valor considerado crítico ao desenvolvimento das plantas para solos muito argilosos. Nas camadas de solo mais profundas, não houve efeito significativo da pressão de pastejo sobre os valores de DS. Lanzanova (2007) também observou um incremento significativo na densidade do solo somente na camada superficial de 0 a 5 cm, ocasionado pelo pisoteio animal.

Marchesan et al. (1998) concluíram que a camada superficial do solo aumentou a densidade na camada superficial de 1,38 g/cm<sup>3</sup> para 1,49 g/cm<sup>3</sup> após o pastejo animal, na safra 1996. E no mesmo experimento, na safra 1997, Vizzotto et al. (2000) avaliaram que houve incremento de densidade no solo apenas na profundidade 0-5cm. Antes do início do pastejo a média de densidade do solo foi de 1,20 g/cm<sup>3</sup>, em solo de 24,5% de argila, e após o término do pastejo a densidade do solo aumentou para 1,30 g/cm<sup>3</sup>, diferindo estatisticamente. Após a cultura da soja, a densidade do solo diminuiu para 1,24 g/cm<sup>3</sup>, mas revelou que o período de tempo de seis meses após a retirada dos animais não foi suficiente para que as raízes das plantas de soja exercessem o trabalho de descompactação do solo.

Spera et al. (2004) observou que o pisoteio animal não levou ao incremento de densidade do solo, quando comparado ao sistema de produção exclusivamente de grãos, e Albuquerque et al. (2001) afirma que as raízes das gramíneas melhoram a estrutura do solo e amenizam o impacto do pisoteio. Todos os valores de densidade encontrados no estudo de Spera et al. (2004) se mantiveram abaixo do considerado crítico para os latossolos argilosos do Rio Grande do Sul, valor em torno de 1,40 kg/dm.

#### 4.4 RESISTÊNCIA DO SOLO À PENETRAÇÃO

A resistência do solo à penetração é uma das propriedades físicas do solo diretamente relacionadas ao crescimento das plantas, pois a pressão exercida pelas raízes contra as partículas de solo devem ser suficientes para propiciar a penetração e o alongamento das raízes. Valores excessivos de resistência do solo à penetração podem dificultar o crescimento das raízes em comprimento e diâmetro, e influenciar no crescimento da parte aérea das plantas. Desta forma, a resistência do solo à penetração é fundamental para a avaliação dos efeitos dos sistemas de preparo no ambiente físico do solo para o crescimento das plantas (TORMENA et al., 2002).

Diversos estudos comprovam que a resistência à penetração é um atributo físico do solo mais sensível na diferenciação de tratamentos e avaliações do que a densidade do solo (MOREIRA, 2012; LANZANOVA, 2007). Este fato é comprovado no estudo em questão, onde há uma diferenciação estatística entre as épocas do experimento, constatando que após a saída do gado da pastagem há um incremento na resistência do solo à penetração, e, ainda, áreas com maior lotação de animais apresentam um aumento na resistência à penetração na camada superficial. Salienta-se que não houve interação significativa entre época e tratamentos.

Observa-se também, que os maiores níveis de resistência do solo à penetração ocorrem na camada superficial do solo, sendo causadas pelo pisoteio animal, fato já descrito por Lanzanova et al. (2007), Moreira et al. (2012) e Debiasi e Franchini (2012).

**Tabela 5. Resistência do solo à penetração (MPa) em 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 e 40 cm de profundidade nos tratamentos sem pastejo e com pastejo de lotação de 2 animais/ha e de 2,7 animais/ha.**

Tratamento	Camadas de profundidade do solo								
	0cm	5cm	10cm	15cm	20cm	25cm	30cm	35cm	40cm
Sem Pastejo	1,81a	1,94a	1,76a	1,62a	1,69ab	1,78A	1,74A	1,81A	2,01A
Pastejo com lotação de 2 animais/ha	1,87ab	2,11a	1,71a	1,58a	1,63a	1,74A	1,75A	1,90A	2,09A
Pastejo com lotação de 2,7 animais/ha	2,09b	2,04a	1,80a	1,69a	1,77b	1,79A	1,81A	1,93A	2,18A

CV (%) 13,7 13,3 14,2 10,7 7,6 10,7 9,8 12,3 15,8

Médias seguidas por diferentes letras na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Fonte: STREIT (2022).

**Tabela 6. Resistência do solo à penetração (MPa) em 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 e 40 cm de profundidade nas diferentes épocas do ano de produção.**

Época do ano	Camadas de profundidade do solo								
	0cm	5cm	10cm	15cm	20cm	25cm	30cm	35cm	40cm
Antes do gado	1,72A	1,80A	1,65A	1,58A	1,66A	1,78A	1,80A	1,98A	1,16A
Depois do gado	2,23B	2,13B	1,82A	1,63A	1,64A	1,73A	1,71A	1,77A	2,09A
Depois do soja	1,82A	2,15B	1,80A	1,68A	1,80B	1,80A	1,80A	1,89A	2,03A
CV (%)	13,7	13,3	14,2	10,7	7,6	10,7	9,8	12,3	15,8

Médias seguidas por diferentes letras na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Fonte: STREIT (2022).

Verificou-se um incremento significativo na resistência do solo à penetração na camada superficial (tabelas 5 e 6), nos tratamentos com maior carga animal e depois da saída do gado da área. Debiasi e Franchini (2012) também encontraram um incremento significativo na RP na camada de 0,0- 0,05m nas áreas pastejadas em relação à testemunha não pastejada.

Esses resultados indicam que o pisoteio aumenta o grau de compactação da camada superficial do solo depois do pastejo. Para Debiasi e Franchini (2012) isso ocorre independentemente da carga animal utilizada, mas o estudo demonstra que quanto maior a carga animal, mais haverá diferença após o período de pastejo.

Para o solo analisado por Debiasi e Franchini (2012) o valor crítico para a RP é de 3,5 MPa e valores semelhantes a este foram encontrados apenas na maior pressão de pastejo, da camada 0 até 20 cm. Nas camadas de solo mais profundas, 20-30 cm, não houve efeito significativo da pressão de pastejo.

Marchão et al. (2009) avaliando a resistência à penetração de um Latossolo no oeste baiano, na safra 2007/2008, analisou que o incremento das áreas pastejadas foi pequeno quando comparado a áreas não pastejadas. Mas apenas na camada de 0 a 5 cm houve aumento

significativo, sem atingir a média de 2,5 MPa, proposto na literatura como valor limitante ao desenvolvimento radicular.

Valores encontrados por Lanza et al. (2007) demonstram que nas áreas com pastejo bovino houve um incremento na resistência do solo à penetração, atingindo valores de 2,46 MPa e 2,69 MPa nas camadas superficiais do solo, nos tratamentos com frequência de pastejo de 28 e 14 dias, respectivamente.

Lanza et al. (2007) ainda explica que parte da diferença de RP observada entre os tratamentos pode ser atribuída à variável umidade do solo, devido a quantidade de matéria seca remanescente como cobertura de solo em cada área.

#### 4.5 PRODUTIVIDADE DA SOJA

Na safra 2020/2021 foi analisada a produtividade da soja em kg/ha ao final do ciclo da cultura nos diferentes tratamentos sem pastejo durante o período do inverno anterior, com pastejo de 2 animais/ha e com pastejo de 2,7 animais/hectare. Os dados de produtividade da soja estão descritos na tabela 7, sendo 3.964 kg a média dos tratamentos.

**Tabela 7. Produtividade da soja na safra 2020/2021 nos tratamentos com sem pastejo e com pastejo de lotação de 2 animais/ha e de 2,7 animais/ha.**

Tratamentos	Produtividade da soja (kg/ha)	CV (%)
Sem pastejo	4.066,96 <sup>ns</sup>	8,78
Pastejo com lotação de 2,0 animais/ha	3.654,81	
Pastejo com lotação de 2,7 animais/ha	4.170,98	

ns: Não significativo.

Médias seguidas por diferentes letras na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

Fonte: Streit, 2022.

O rendimento médio de grãos não diferiu entre as áreas pastejadas e não pastejadas, independentemente da lotação adotada. Porém, quando se trata da cultura da soja, qualquer ganho a mais é importante para a manutenção dos custos e receitas do cultivo agrícola. Lunardi et al. (2008), ao analisarem o rendimento da soja na safra 2003/2004, ano de grande estresse hídrico para a cultura, observou que a área pastejada produziu 1.384kg/ha, e a área sem pastejo 934 kg/ha, havendo diferenças significativas. Isso possivelmente ocorreu devido à quantidade de nutrientes imobilizados, pois as urinas e fezes aceleram o processo de ciclagem de nutrientes no sistema.

Lunardi et al. (2008) acrescentaram que o desenvolvimento inicial da soja nas áreas pastejadas foi superior quando comparada a área não-pastejada, que apresentou amarelecimento nas folhas das plantas de soja por um período de aproximadamente 20 a 25 dias, período este em que a simbiose com as bactérias *Bradyrhizobium* ainda não são efetivas.

Ainda, Lunardi et al. (2008) ressalta que a intensidade de pastejo moderada resultou em rendimento de 1.208 kg/ha, inferior aos 1.559 kg/ha obtidos na intensidade baixa, corroborando com os dados obtidos no presente estudo.

Debiasi e Franchini (2012) observaram que diferentes cultivares de soja podem apresentar diferenças no rendimento de grãos após o pastejo. A cultivar "BRS 255RR" não foi influenciada pelas pressões de pastejo, enquanto a "BRS 294RR" produziu 3,96 t/ha na maior pressão de pastejo, diferindo estatisticamente dos demais resultados. Isso pode ser relacionado com a quantidade de biomassa deixada pela cultura antecessora que era a pastagem. Fato observado também no estudo em análise.

Flores et al. (2007) ao estudar o efeito dos atributos físicos do solo na produtividade da soja constatou que não houve interação e, ainda, que o rendimento da soja não alterou entre os tratamentos, mesmo variando de 3,59 a 4,05 Mg ha<sup>-1</sup>, no tratamento 20 cm e para a área sem pastejo, respectivamente.

Segundo o Boletim Técnico da CONAB (2021), a média de produtividade da soja para o estado do Rio Grande do Sul na safra 2020/2021 foi de 3.433 kg/ha, abaixo do verificado no estudo.

Analisando os ganhos por hectare durante o ano agrícola, é possível concluir que para a área sem pastejo, que não possuem renda do inverno, teriam ganhos de 4066,96 kg de soja. Para a área com lotação de bovinos de 2 animais/ha, os ganhos foram de 3654,81 kg de soja,

mais 327,2 kg de PV/ha. E na área com lotação de 2,7 animais/ha, os ganhos foram de 4170,98 kg de soja e 458,5 kg de PV/ha.

Considerando que o preço médio de venda da saca de 60 kg de soja no dia 25 de agosto de 2022, na cooperativa Cotribá do município de Ibirubá é de R\$175,00. E, as pesquisas dos preços de gado semanais do Núcleo de Estudos em Sistemas de Produção de Bovinos de Corte e Cadeia Produtiva da UFRGS publicados no dia 24 de agosto de 2022, para o gado gordo do Rio Grande do Sul, a média dos preços de peso vivo do kg de boi gordo é de R\$10,23.

Com base nesses dados é possível calcular que para a área sem pastejo a receita bruta da produção foi de R\$11.861,96. Na área com lotação de 2 animais/ha a soja deixou uma receita bruta de R\$10.659,86 somada aos ganhos do gado de R\$3.347,25, totalizando R\$14.007,11. Na área com lotação de 2,7 animais/hectare a receita bruta da soja e do gado foi de R\$12.165,35 e R\$4.690,45, respectivamente, totalizando uma renda bruta de R\$16.855,80 por hectare.

Os gastos com adubação e tratos culturais foram as mesmas para todas as áreas, portanto, é possível analisar que até mesmo na área com lotação de 2 animais/ha em que a soja teve uma produção menor, o ganho com a carne bovina compensou a perda no verão. A maior renda bruta é apresentada na área de integração lavoura pecuária com lotação de bovinos de 2,7 animais/ha.

Além disso, os sistemas integrados apresentam vantagens indiretas, tais como a redução do risco das atividades singulares, a possibilidade de aproveitamento de subprodutos da lavoura na alimentação animal, diversifica a produção, reduz o uso de defensivos agrícolas durante o período do inverno e aumenta a ciclagem de nutrientes. Assim, nota-se que no sistema de integração de lavoura de soja no verão e pastejo de bovinos no período de inverno é possível se criar um sinergismo nas produções, oferecendo uma maior estabilidade para o produtor rural e gerando renda durante todo o ano, apresentando uma viabilidade econômica para a região de Ibirubá.

## 5 CONCLUSÃO

O ganho médio diário de peso não foi afetado pela lotação animal, obteve-se médias de 1,36 e 1,41 kg de PV/dia para lotação de 2 e 2,7 animais/ha, respectivamente.

O pisoteio dos bovinos não influenciou na densidade do solo (DS).

A resistência do solo à penetração foi influenciada pelo pisoteio bovino após a saída dos animais da área, atingindo valores de 2,23 MPa na camada superficial. A área com maior lotação de bovinos obteve um aumento na resistência à penetração em comparação ao tratamento sem pastejo de bovinos.

A produtividade da soja não foi influenciada pelos diferentes tratamentos do período do inverno, e a média geral dos tratamentos foi de 3.964 kg/ha.

## 6 REFERÊNCIAS

ALVARENGA, R.C.; NOCE, M.A. Integração Lavoura-Pecuária. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2005. 16 p. (Série Documentos, n. 47). Disponível em: <<https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/Doc47ID-UxihFsDVUz.pdf>>. Acesso em 13, maio 2020.

AMBROSI, I. et al. Lucratividade e risco de sistemas de produção de grãos combinados com pastagens de inverno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 16, n.10, out. 2001. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/pab/a/RdcxmykdDGsnWhY9ryYrZ9M/?lang=pt>>. Acesso em 22, fevereiro 2022.

APROSOJA, Associação Brasileira dos Produtores de Soja. **A origem do grão**. Disponível em: <<https://aprosojabrasil.com.br/a-soja/>>. Acesso em 9, maio 2020.

ASSMANN, T. S. et al. Rendimento do milho em área de integração lavoura-pecuária sob o sistema de plantio direto, em presença ou ausência de trevo branco, pastejo e nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciência de Solo**. 2003. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbcs/a/Qb7ZTF3hbDkcqNCzKMRqTLt/abstract/?lang=pt>>. Acesso em 19, fevereiro 2022.

BALBINO, Luiz Carlos et al. INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA (iLPF) REGIÃO SUL. Curso de Capacitação do Programa ABC. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/953634/1/0000005512ILPFREGIAOSUL.pdf>>. Acesso em 13, maio 2020.

BOLETIM TÉCNICO. Integração soja-bovinos de corte no sul do Brasil / Grupo de Pesquisa em Sistema Integrado de Produção Agropecuária. Porto Alegre: UFRGS, 2015. 102p. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/gpep/documents/livros/Boletim%20T%C3%A9cnico%20-%20Integra%C3%A7%C3%A3o%20Soja-Bovinos%20de%20Corte%20do%20Sul%20do%20Brasil%20-%2002a%20edi%C3%A7%C3%A3o.pdf>>. Acesso em 23, abril 2020.

BRAIDA, J.A. et al. Relações entre a quantidade de palha existente sobre o solo e a densidade máxima obtida no ensaio Proctor. REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 15., 2004, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria:

Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2004. Disponível em: <  
[https://www.researchgate.net/publication/337869672\\_Relacoes\\_entre\\_a\\_quantidade\\_de\\_palha\\_existente\\_sobre\\_o\\_solo\\_e\\_a\\_densidade\\_maxima\\_obtida\\_no\\_ensaio\\_Proctor](https://www.researchgate.net/publication/337869672_Relacoes_entre_a_quantidade_de_palha_existente_sobre_o_solo_e_a_densidade_maxima_obtida_no_ensaio_Proctor)>. Acesso em 19, fevereiro 2022.

CARVALHO, P. C. F.; BARRO, R. S.; KUNRATH, T. R.; SILVA, F. D.; NETO, A. B.  
 Experiências de integração lavoura-pecuária no rio grande do sul. Synergismus Scyentifica UTFPR, v. 06, n. 2, Pato Branco, 10 p., 2011. Disponível em: <  
<https://pdfs.semanticscholar.org/3864/d509b43659f12f4ad7def2d732eebda5e072.pdf>>.  
 Acesso em 17, maio 2020

CARVALHO, Paulo César de Faccio; MARASCHIN, Gerzy Ernesto; NABINGER, Carlos.  
 Potencial produtivo do campo nativo do Rio Grande do Sul. In: PATIÑO, H.O. (Ed.).  
 SUPLEMENTAÇÃO DE RUMINANTES EM PASTEJO, 1, Anais, Porto AlegreRS. 1998.  
 Disponível em: <  
<http://www.ufrgs.br/gpep/documents/capitulos/Potencial%20Produtivo%20do%20campo%20nativo.pdf>>. Acesso em 23, abril 2020.

CARVALHO, Paulo César de Faccio et al. Efeito de diferentes alturas de manejo da pastagem na produção de novilhos superprecoces em sistema de integração lavoura-pecuária. UFRGS. Disponível em: <<https://www.ufrgs.br/agronomia/materiais/508789.pdf>>. Acesso em 24, fevereiro 2022.

CASSOL, Luis Cesar. Relações solo-planta-animal num sistema de integração lavoura-pecuária em semeadura direta com calcário em superfície. 2003. 134f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2003. Disponível em: < <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/4243>>. Acesso em 19, fevereiro 2022.

CAUDURO, Guilherme Fernandes et al . Variáveis morfogênicas e estruturais de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) manejado sob diferentes intensidades e métodos de pastejo. **R. Bras. Zootec.**, Viçosa, v. 35, n. 4, p. 1298-1307, Aug 2006 . Disponível em: <  
[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-35982006000500007&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-35982006000500007&script=sci_arttext)>.  
 Acesso em 25, abril 2020.

CONAB. **Perspectivas para a agropecuária**. Brasília. 2018. Vol 6. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/images/arquivos/outros/Perspectivas-para-a-agropecuaria-2018-19.pdf>>. Acesso em 23, abril 2020.

CONAB. **11º Levantamento da safra 2020/2021**. Brasília. 2021. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos?start=10>>. Acesso em 25, agosto 2022.

DEBIASI, Henrique; FRANCHINI, Julio Cezar. Atributos físicos do solo e produtividade da soja em sistema de integração lavoura-pecuária com braquiária e soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.42, n.7, p.1180-1186, jul, 2012. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/cr/a/G3rHSh4kJ86qWR9FXFMcjP/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em 29, julho 2022.

EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 3. ed. Brasília: Embrapa, 2013. 353p.

EMBRAPA SOJA. **A história da soja**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/soja/cultivos/soja1/historia>>. Acesso em 9, maio 2020.

FLORES, João Paulo Cassol et al . Atributos físicos do solo e rendimento de soja em sistema plantio direto em integração lavoura-pecuária com diferentes pressões de pastejo. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, Viçosa , v. 31, n. 4, p. 771-780, Aug. 2007. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-06832007000400017&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-06832007000400017&script=sci_arttext)>.

Acesso em 29, abril 2020.

FLORES, Moacyr. **História do Rio Grande do Sul**. 10ª ed. rev. ampl. Porto Alegre: Martins Livreiro. 2019. 208p.

GAZZONI, Décio Luiz. A sustentabilidade da soja no contexto do agronegócio brasileiro e mundial. Londrina: Embrapa Soja, 2013. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/973921/1/Doc344online.pdf>>. Acesso em 11, maio 2020.

HELLBRUGGE, C. et al. Desempenho de bovinos de corte em pastagem de azevém (*Lolium Multiflorum*) com ou sem suplementação energética. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 29, n.3, p. 723-730, jul./set. 2008. Disponível em: <[http://simentalsimbrasil.org.br/biblioteca/20\\_-\\_desempenho\\_em\\_pastagem\\_de\\_azevem.pdf](http://simentalsimbrasil.org.br/biblioteca/20_-_desempenho_em_pastagem_de_azevem.pdf)>. Acesso em 25, fevereiro 2022.

KICHEL, A.N.; MIRANDA, C.H.B. Sistema de integração agricultura & pecuária. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2001. (Embrapa Gado de Corte. Circular Técnica, 53).

Disponível em: <  
<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/105029/1/Gado-de-Corte-Divulga53.pdf>  
>. Acesso em 13, maio 2020.

KLEIN, V.A.; CAMARA, R.K. Rendimento da soja e intervalo hídrico ótimo em Latossolo Vermelho sob plantio direto escarificado. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.31, n.2, p.221-227, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/B7q6MVGnbJLJG5gbyFFs9nr/?lang=pt>. Acesso em: 24 ago. 2022.

LANZANOVA, Mastrângello Enívar et al . Atributos físicos do solo em sistema de integração lavoura-pecuária sob plantio direto. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, Viçosa , v. 31, n. 5, p. 1131-1140, Out. 2007 . Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-06832007000500028&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832007000500028&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em 04, abril 2021.

LUNARDI, Robson et al. Rendimento de soja em sistema de integração lavoura-pecuária: efeito de métodos e intensidades de pastejo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 3, pp. 795-801. Jun, 2008.

Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/cr/a/J3BfDfkLxRVsTvQBxMzDgL/?lang=pt#>>. Acesso em 28, julho 2022.

MARCHÃO, Robélio Leandro; et al. Impacto do pisoteio animal na compactação do solo sob integração lavoura-pecuária no oeste baiano. **Comunicado Técnico**. Planaltina. Mar, 2009.

Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPAC-2010/31546/1/comtec-163.pdf>>. Acesso em 30, julho de 2022.

MARCHESAN, Enio; VIZZOTO, Vandro Rogério; ZIMMERMANN, Fernando Luiz. Produção de forrageiras de inverno em diferentes espaçamentos entre drenos superficiais sob pisoteio de animais em várzeas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 28, n. 3, p. 393-397, 1998.

Disponível em: <  
[https://www.ufsm.br/cursos/pos-graduacao/santa-maria/ppgagro/wp-content/uploads/sites/519/2019/10/Producao\\_animal\\_1.pdf](https://www.ufsm.br/cursos/pos-graduacao/santa-maria/ppgagro/wp-content/uploads/sites/519/2019/10/Producao_animal_1.pdf)  
>. Acesso em 08, julho 2020.

MARCHESAN, Enio; VIZZOTO, Vandro Rogério; ROCHA, Marta Gomes da; MOOJEN, Eduardo Londero; SILVA, José Henrique Souza da. Produção animal em várzea sistematizada cultivada com forrageiras de estação fria submetidas a diferentes níveis de adubação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.32, n.2, p.303-308, 2002. Disponível em: <[https://www.ufsm.br/cursos/pos-graduacao/santa-maria/ppgagro/wp-content/uploads/sites/519/2019/10/Producao\\_animal\\_1.pdf](https://www.ufsm.br/cursos/pos-graduacao/santa-maria/ppgagro/wp-content/uploads/sites/519/2019/10/Producao_animal_1.pdf)>. Acesso em 13, julho 2020.

MEDEIROS, Fábio Schuler. PATINO, Harold Ospina. CANO, Mário Andrés Sierras. ROCHA, Dimas Correa. GONZÁLEZ, Félix. Desempenho e características de carcaça de novilhos terminados em pastagem de aveia preta e azevém anual com diferentes níveis de suplementação energética. **Ciência Rural**. 2010, v. 40, n. 1, pp. 141-148. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/cr/a/nxripSYVX74gqc7nMLLkjMN/?lang=pt#>>. Acesso em 25, agosto 2022.

MELLO, J. S. **Integração lavoura-pecuária em sistema plantio direto**. Passo Fundo: Embrapa/Projeto METAS. 1998. 36p. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/121679/1/FL-07201.pdf>>. Acesso em 22, fevereiro 2022.

MOREIRA, Wagner Henrique; JUNIOR, Edner Betioli; PETEAN, Leonardo Pim; TORMENA, Cássio Antonio; ALVES, Sérgio José; COSTA, Marco Aurélio Teixeira; Franco, Hélio Henrique Soares Franco. Atributos físicos de um Latossolo Vermelho distroférico em sistema de integração lavoura-pecuária. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, Viçosa , v. 36, n. 2, p. 389-400, Apr. 2012. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-06832012000200008&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832012000200008&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em 06, dezembro 2020.

MORENO, José Alberto. Clima do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Secretaria de Agricultura. Diretoria de terras e colonização, seção de geografia. 43p., 1961. Disponível em: <<https://revistas.fee.tche.br/index.php/boletim-geografico-rs/article/view/3236/3310>>. Acesso em 29, abril 2020.

NICOLOSO, Rodrigo da Silveira; LANZANOVA, Mastrângello Enívar; LOVATO, Thomé. Manejo das pastagens de inverno e potencial produtivo de sistemas de integração lavoura-pecuária no Estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria , v. 36, n. 6, p. 1799-1805, Dez. 2006. Disponível em: <

[https://www.scielo.br/scielo.php?pid=s0103-84782006000600020&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=s0103-84782006000600020&script=sci_arttext)>.

Acesso em 17, maio 2020.

PALMEIRA, Moacir. Modernização, Estado e questão agrária. **Estud. av.**, São Paulo , v. 3, n. 7, p. 87-108, Dez. 1989 . Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-40141989000300006&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40141989000300006&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em 09, maio 2020.

RIO GRANDE DO SUL. **Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul**. Secretaria de Planejamento Orçamento e Gestão. 4ª ed. 2019. Disponível em: <<https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/bovinos>>. Acesso em 23, abril 2020.

ROCHA, Lemar Maciel da; CARVALHO, Paulo César de Faccio; BAGGIO, Carolina; ANGHINONI, Ibanor; LOPES, Marília Lazzarotto Terra; MACARI, Stefani; SILVA, Jamir Luis Silva da. Desempenho e características das carcaças de novilhos superprecoces em pastos hibernais submetidos a intensidades de pastejo. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília , v. 46, n. 10, p. 1379-1384, Out. 2011 . Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-204X2011001000035&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2011001000035&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em 06, dezembro 2020.

SAGRILO, Lauro Pereira Zago. **Origem e evolução da pecuária de corte no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: UFRGS, 2015. 93f. Trabalho de Conclusão de Curso. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/127079>>. Acesso em 25, abril 2020.

SILVA, V. R.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M.. Densidade do solo, atributos químicos e sistema radicular do milho afetados pelo pastejo e manejo do solo. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, Viçosa , v. 24, n. 1, p. 191-199, Mar. 2000. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v24n1/21.pdf>>. Acesso em 29, abril 2020.

SPERA, S. T. et al. Efeitos de sistemas de produção de grãos envolvendo pastagens sob plantio direto nos atributos físicos de solo e na produtividade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. 2004, v. 28, n. 3, pp. 533-542. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbcs/a/qX7Sr497qMv9N5V7YsKFMHn/?lang=pt#>>. Acesso em 24, agosto 2022.

TORMENA, Cássio Antônio. BARBOSA, Mauro Cezar. COSTA, Antônio Carlos Saraiva da. GONÇALVES, Antônio Carlos Andrade. Densidade, porosidade e resistência à penetração em Latossolo cultivado sob diferentes sistemas de preparo do solo. **Scientia Agricola**, v.59,

n.4, p.795-801, 2002. Disponível em:  
<<https://www.scielo.br/j/sa/a/ZxpYXqGgigrYJbKyg3cJNrv/?lang=pt&format=pdf>>. Acesso em 24, agosto 2022.

VIZZOTO, Vandro Rogério; MARCHESAN, Ênio; SEGABINAZZI, Tommi. Efeito do pisoteio bovino em algumas propriedades físicas do solo de várzea. **Ciência Rural**. Santa Maria, v.30, n.6, p.965-969, 2000. Disponível em:  
<<https://www.scielo.br/j/cr/a/NCQxRKRGDh6MTCRzPpyMmPh/?lang=pt#:~:text=O%20pisoteio%20animal%20ocasiona%20aumento,realizassem%20a%20descompacta%C3%A7%C3%A3o%20do%20solo.>>. Acesso em 12, julho 2020.