

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL
UNIDADE UNIVERSITÁRIA EM VACARIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL**

CLEBER VARGAS DE LEMOS

**AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO A PARTIR DE UM SISTEMA DE
INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA**

**VACARIA
2020**

CLEBER VARGAS DE LEMOS

**AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO A PARTIR DE UM SISTEMA DE
INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA**

Trabalho de Conclusão apresentado ao curso de Especialização em Produção Vegetal da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul e do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia como requisito parcial a obtenção do título de Especialista em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Leandro De Conto

Vacaria, fevereiro de 2020

Catálogo de publicação na fonte (CIP)

L557a Lemos, Cleber Vargas de

Avaliação da fertilidade do solo a partir de um sistema de integração lavoura-pecuária/ Cleber Vargas de Lemos – Vacaria, 2020.

18 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) – Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Curso de Especialização em Produção Vegetal, Unidade em Vacaria, 2020.

Orientador: Prof. Dr. Leandro De Conto

1. Latossolo Bruno Aluminoférrico. 2. Plantio Direto. 3. Qualidade do Solo. 4. Artigo. I. De Conto, Leandro. II. Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Curso de Especialização em Produção Vegetal, Unidade em Vacaria. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada pelo Bibliotecário Marcelo Bresolin CRB 10/2136

Cleber Vargas de Lemos

**Avaliação da fertilidade do solo a partir de um sistema de integração
lavoura-pecuária**

Trabalho de Conclusão final,
apresentado a Universidade Estadual
do Rio Grande do Sul, como parte das
exigências para a obtenção do título de
Especialista em Produção Vegetal.

Vacaria, 11 de março de 2020.

Banca Examinadora

Prof. Dr. Leandro de Conto

Instituto Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Me. Vanderlei Nestor Koefender

Instituto Federal do Rio Grande do Sul

Eng. Agrônomo Me. Fernando Verdi Guazzelli

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	7
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	8
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	11
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	15
5 CONCLUSÕES.....	18
REFERÊNCIAS.....	19

Avaliação da fertilidade do solo a partir de um sistema de integração lavoura-pecuária

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a evolução de atributos químicos de fertilidade de solo sob sistema de integração lavoura-pecuária. O estudo foi desenvolvido em área própria, concomitantemente com a implantação de sistema de plantio direto e conversão de campo nativo em sistema de ILP, no Município de Vacaria, RS, em um Latossolo Bruno Aluminoférrico. Foi utilizado o seguinte manejo: área de 2,5ha de integração lavoura-pecuária (ILP), com soja em sucessão à pastagem de inverno. As coletas de solo foram realizadas no mês de setembro de 2016, 2018 e 2020, em toda a área, à camada de 0–20cm de profundidade, para análises dos seguintes atributos químicos: o pH em água; o teor de matéria orgânica; os teores das bases trocáveis (Ca, K e Mg); os valores de CTC_{pH7}; o valor de soma de bases (SB%), os teores de Al e H+Al e os teores de P. Dentre os objetos de estudo, todos tiveram resposta positiva à integração dos sistemas, se tratando de ganho químico no solo. O sistema de integração lavoura-pecuária favorece fertilidade química do solo.

Palavras-chave: Latossolo Bruno Aluminoférrico, plantio direto, qualidade do solo, pastagem, ILP

Avaliation of soil fertility under crop-livestock integration system

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the evolution of the chemical attributes of fertility in the crop-livestock integration system. The study was developed in the own area, concomitantly with the implantation of the no-tillage system and the conversion of the native field into the productive system, in the Municipality of Vacaria, RS, in the Latossolo Bruno Aluminoférrico. The following management was used: crop-livestock integration area (ILP), with soybean in succession to winter pasture. As soil collections were carried out in September 2016, 2018 and 2020, in the entire area, with a layer of 0.00–0.20 m deep, for analysis of the following chemical criteria: pH in water; the organic matter content; the contents of exchangeable bases (Ca, K and Mg); the CTC_{pH7} values; the value of the sum of bases (SB%), the levels of Al and H + and the levels of P. Among the objects of study, all had a positive response to the integration of systems, in the case of chemical gain in the soil. The crop-livestock integration system favors soil fertility.

Keywords: Latossolo Bruno Aluminoférrico, no-tillage, soil quality, pasture, CLI.

1 INTRODUÇÃO

O Rio Grande do Sul tem a sua história fundamentada na bovinocultura. O início do comércio e da formação de propriedades foi através do rebanho bovino, o qual ainda hoje é um dos maiores do Brasil (FONTANELI, *et al.*, 2009). No entanto, a pecuária de corte atravessa momentos difíceis em função dos baixos preços pagos ao produtor e elevados custos de produção, o que torna baixa a rentabilidade. Nos dias atuais, estamos conseguindo perceber um momento favorável a pecuária, com preços em elevação, mas dentro de um cenário de incertezas, no qual o produtor deve manter cautela em seus negócios, sem se arriscar e fazer um bom planejamento do seu rebanho (EMBRAPA, 2020).

Por essa razão, muitos produtores migram para outras atividades como a produção de grãos, porém, na sua grande maioria, os que ainda investem na pecuária, buscam constantemente alternativas para se manter no setor pecuário com melhores resultados financeiros (LAL, 1991).

Como forma de agregar renda, alguns produtores arrendam as áreas no período de verão para o cultivo de cereais, e retomando-as no inverno com semeadura de pastagens para ofertar forragem aos bovinos. A sucessão “lavoura-pecuária” supre o período crítico para o pecuarista, pois a disponibilidade de forragem oriunda da pastagem nativa é baixa, sobretudo no inverno.

A criação de bovinos de corte no inverno e produção de grãos no verão é um meio de agregar lucratividade no ano, focando o aumento da fertilidade da área (FONTANELI, *et al.*, 2009).

Os ganhos esperados não estão sendo alcançados, tanto pelo arrendador, quanto pelo arrendatário, pelo manejo errôneo realizado, tornando-se uma concorrência o que deveria ser uma parceria. Isso se deve ao uso exaustivo das áreas de pastagem no inverno, onde sua capacidade de suporte não é respeitada, atingindo altas lotações, o que gera o superpastejo (EMBRAPA, 2020).

O mau manejo acaba prejudicando o solo, pois no fim do ciclo da pastagem, a área é entregue rapada, sem cobertura vegetal, e compactada em função do pisoteio excessivo, obrigando o arrendatário à mobilização do solo para descompactação e posterior incorporação de adubo. Isso torna o sistema insustentável, deixando o solo cada vez mais pobre quimicamente e degradado (MARTINS, A. P. *et al.*, 2015).

Como alternativa a isto é que o sistema de integração lavoura-pecuária (ILP) chega. O sistema consiste na exploração de atividades agrícolas e pecuárias, de forma integrada, em rotação ou sucessão, na mesma área e em épocas diferentes, aumentando a eficiência no uso dos recursos naturais, com menor impacto sobre o meio-ambiente, uma vez que os processos de degradação são controlados por meio de práticas conservacionistas (EMBRAPA, 2018). Sua implantação proporciona intensificação e sustentabilidade, baseado no sistema plantio direto, nas boas práticas de manejo, no uso eficiente de insumos e na utilização da pastagem sob intensidade moderada de pastejo (CARVALHO *et al.*, 2011; MARTINS *et al.*, 2015).

A rotação entre pastagens e culturas de grãos reduz custos (ALVARENGA, 2004), além de diminuir a dependência por insumos externos, graças ao manjo sustentável do solo e da água (LAL, 1991).

São muitos os benefícios obtidos por esse sistema de manejo integrado, como o incremento de matéria orgânica ao solo, manutenção da umidade e da temperatura no solo, melhoria na atividade biológica do solo, menor perda de nutrientes graças ao controle da erosão, entre outros (EMBRAPA, 2018), desde que ambos os produtores (arrendador e arrendatário, neste caso) tenham conhecimento sobre suas atividades para assim aproveitar ao máximo o potencial produtivo destas, a partir da melhoria da fertilidade do solo.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a evolução de atributos químicos de fertilidade de solo sob sistema de integração lavoura-pecuária.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O termo “vacaria”, em Castelhana “baqueria”, era o nome dado a grandes extensões de campos, onde missionários Jesuítas das Reduções e dos Sete Povos das Missões colocavam seus rebanhos, para criarem soltos, (alçados), formando reservas de carne, couro, e demais mantimentos que o rebanho oferecia para suas estâncias.

A introdução do rebanho bovino pelos jesuítas em 1629, da margem direita para a esquerda do rio Uruguai, foi o ponto inicial de um rebanho imenso que se propagaria nas áreas mais baixas do Rio Uruguai, conhecido como “Vacarias do Mar”, e do planalto e serra (FORTES, 1960).

Os Jesuítas, com a chegada dos Bandeirantes, retiraram-se para a outra margem do Rio Uruguai, levando os nativos (guaranis), deixando o gado que criavam nas reduções. Esses rebanhos, abandonados no Pampa e reproduzindo-se a solta, tornaram-se bravios e formaram uma imensa reserva de gado, situada entre a Laguna dos Patos e os rios Jacuí e Negro, havia sido pilhada por espanhóis e portugueses. Para fugir à sanha predatória destes conquistadores, o superior provincial dos Jesuítas, Padre Lauro Nunes, em 1702, resolveu criar a “Vacaria dos Pinhais”, numa região que parecia inacessível a espanhóis e portugueses.

Este território corresponde à última vacaria realizada pelos Padres, denominada “Baqueria de los Pinares”, esta estância foi fundada em 1697. A região do Albardão da Serra ou Coxilha Grande fez parte por muito tempo de desta zona, “Vacaria dos Pinhais” (BARBOSA, 1978).

Fontes de abastecimento de espanhóis e portugueses foram os rebanhos do gado chamado “chimarrão” formado quase espontaneamente. Sobre a Vacaria dos Pinhais ou Campos da Vacaria, descreve em 1781 Francisco Roque Roscio:

“A terceira parte do terreno deste Continente e Governo do Rio Grande de São Pedro são os campos de cima da serra chamados Campos da Vacaria, que é uma extensão de terreno vasto e longo, cortado e banhado para os seus lados meridional e setentrional com vários rios que se esgotam da parte meridional para o Rio Guaíba e

da parte setentrional para o Rio Uruguai. É formado ou levantado pelo meio com um Albardão Grande que se alonga e estende até as Aldeias e Campos das Missões Jesuítas no Uruguai e fechado pelos lados meridional e oriental com a Serra e a Cordilheira Geral; pelo lado setentrional com o Rio Uruguai, que tem seu nascimento na mesma cordilheira; e pelo lado ocidental, com a corda de mato (...) na passagem do Jacuí quando atravessa a mesma Serra" (QUEVEDO, 1991).

Com a introdução do gado pelos Missionários Jesuítas, e a formação destas Vacarias, estava lançado o fundamento econômico básico de apropriação da terra gaúcha: a preia ou caçada do gado xucro.

Economicamente, além da preservação do vantajoso comércio ilícito, implicou conhecimento, por parte dos portugueses, das imensas reservas de gado e da Vacaria del Mar. Nesta passou a se desenvolver uma intensa atividade de caráter predatório. Caçava-se o gado xucro para dele extrair o couro que era exportado para a Europa por Buenos Aires ou Sacramento.

A preação do gado foi objeto da atenção de diferentes grupos sociais: Portugueses de Sacramento, Índios de aldeados que vinham para vaquear para os padres, "acioneiros" de Santa Fé, Corrientes e Buenos Aires, que preavam os animais com permissão das autoridades espanholas, e aqueles indivíduos que, "sem rei, sem fé e sem lei", vaqueavam por conta própria, vendendo os couros a quem lhes paguem mais. Até os ingleses estabeleceram na área um entreposto ligado a "South Sea Company", para lucrarem com o negócio da courama (BARBOSA, 1978).

Neste período, a carne não era considerada um bem econômico, sendo consumida no local aquela necessária à subsistência por ocasião do abate e a restante deixada para apodrecer. A chamada Preia de Gado Alçado, para a comercialização do couro movimentou o extremo sul do país, atraindo as atenções para a região que se tornou conhecida pela sua riqueza pecuária (FLORES, 1996).

Com a chegada dos imigrantes europeus, e o povoamento destas áreas, a criação de gado para consumo de carne passou a ser a principal atividade econômica.

Com o passar do tempo esta prática passou a fazer parte da cultura do gaúcho, uma vez que desde tempos imemoriais o gado e o homem convivem, de início para subsistência, e nos dias atuais, também como negócio.

Um dos gargalos para o sucesso nesse negócio, frente ao cenário econômico atual, é a convivência na mesma área de duas atividades econômicas distintas: bovinocultura e agricultura, e nesse cenário, surge a Integração Lavoura-Pecuária.

A adoção de sistemas de ILP pode trazer melhorias significativas na sustentabilidade socioeconômica e ambiental das propriedades. Na ótica privada, os benefícios econômicos trariam aumento da oferta, para um dado preço de mercado, com custos de produção menores. Isto seria viável pela maior eficiência no uso de fertilizantes e menor demanda por agroquímicos, pela quebra no ciclo de pragas e doenças e de plantas daninhas, além de ser uma possibilidade plausível de recuperar áreas degradadas.

Além de efeitos positivos sobre a renda do produtor rural, somam-se benefícios mais amplos à sociedade, pelo aumento da oferta de alimentos, fibras e energia e favorecimento para a consolidação de um ambiente

macroeconômico mais estável, ou pela menor pressão exercida sobre os recursos físicos da propriedade.

A integração lavoura-pecuária (ILP) é conceituada como uma estratégia de produção sustentável, que integra atividades agrícolas e pecuárias, realizadas na mesma área, em cultivo consorciado, em sucessão ou rotacionado, buscando efeitos sinérgicos entre os componentes do agroecossistema, contemplando a adequação ambiental, a valorização do homem e a viabilidade econômica, otimizando aumentos da produtividade com a conservação de recursos naturais (BALBINO; BARCELLOS; STONE, 2011).

Segundo Balbino, Barcellos e Stone (2011), a ILP é uma estratégia capaz de conciliar ecoeficiência com desenvolvimento socioeconômico, acarretando diversos benefícios potenciais ao produtor rural e ao meio ambiente, dos quais se destacam:

- redução da pressão para desmatamento de novas áreas;
- melhoria das condições físicas, químicas e biológicas do solo;
- aumento da ciclagem e da eficiência na utilização dos nutrientes;
- redução dos custos de produção e otimização na utilização de máquinas, equipamentos, insumos e mão de obra no decorrer do ano;
- diversificação e estabilização da renda na propriedade rural;
- viabilização da recuperação de pastagens degradadas;
- diminuição no uso de agroquímicos para controle de insetos-praga, doenças e plantas daninhas;
- redução dos riscos de erosão e melhoria da recarga e da qualidade da água;
- mitigação da emissão de gases de efeito estufa (GEE), resultante da maior capacidade de sequestro de carbono;
- menor emissão de metano animal por quilograma de produto produzido;
- promoção da biodiversidade e favorecimento de novos nichos, habitats para os agentes polinizadores das culturas e inimigos naturais de insetos-praga e doenças.

Dentre todos esses possíveis benefícios, cabe destacar a enorme versatilidade de utilização da ILP no tocante à construção da fertilidade do solo (contemplando os aspectos químicos, físicos e biológicos), aumentando a ciclagem e a eficiência na utilização dos nutrientes. Neste sentido, de acordo com Kappes e Zancanaro (2014), os solos de fertilidade construída são aqueles que no início de seu cultivo apresentavam limitações ao desenvolvimento das lavouras, mas, devidamente manejados ao longo do tempo, passaram a exibir condições químicas, físicas e biológicas adequadas para as culturas expressarem seu potencial produtivo.

Cada fator, em nível de análise de solo, é quantitativo, porém, sua interpretação foi qualitativa, já que seus comportamentos no solo determinam a involução ou a evolução na qualidade da fertilidade do solo.

Assim, solos de fertilidade construída, em um sentido mais amplo, seriam ambientes condicionados para alto potencial produtivo, apresentando elevado grau de tamponamento e resiliência (RESENDE *et al.*, 2016a). Tais solos, nestas situações, apresentam elevados teores de matéria orgânica, alta capacidade de retenção de água e ausência de impedimentos físicos e biológicos para o bom estabelecimento inicial das culturas, bons conteúdos de

água em profundidade e teores de nutrientes adequados às exigências das culturas que compõem o sistema produtivo (BORTOLON *et al.*, 2016).

O caminho na construção da nutrição de um solo não é imediato, ele é feito ao longo de anos de trabalho, tanto com o uso de corretivos de acidez quanto de adubos. Depois de corrigido os parâmetros condicionados pelo pH em um solo, a adubação corretiva é a forma de aporte externo de nutrientes. A adubação corretiva objetiva aumentar a quantidade de nutrientes em um solo, de forma também a disponibilizá-los para as plantas, podemos atribuir a esta adubação a característica de nivelamento nutricional, onde são supridos os nutrientes essenciais, até que atinjam os níveis desejados.

Depois, com a fertilidade construída, o incremento na adubação é feito de forma a manter os níveis dos elementos químicos no solo, ou seja, a adubação passa a ser uma operação de manutenção. Os nutrientes, antes presentes no solo, podem sofrer diferentes processos de remoção, sendo um deles a exportação ou extração pelos grãos colhidos, sendo esta mais significativa que a extração feita pelo rebanho bovino (Embrapa 2020).

Frente ao desafio de ampliação da produção de alimentos e fibra via aumentos na produtividade, a estratégia ILP tem se mostrado extremamente viável, do ponto de vista agrônomo, econômico e ambiental, nesse processo de construção da fertilidade do solo e intensificação sustentável dos sistemas de produção convencionais.

O sistema ILP no RS é representado pelas rotações das lavouras de verão (arroz irrigado, milho e soja) com pastagens de inverno. As principais alternativas de forrageiras de inverno para sucessão com as lavouras de verão são a aveia preta (*Avena strigosa*), que é utilizada em função de sua precocidade, se adequando bem às datas de semeadura de milho, enquanto o azevém anual (*Lolium multiflorum*) que é frequentemente utilizado em precedência à soja, que é semeada mais tarde em relação ao milho, ou o consórcio de ambos (CARVALHO; MORAES, 2011)

3 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no período de maio de 2016 a setembro de 2019, na Fazenda do Agudo, em área de 2,5 ha localizada na Capela do Rosário, no município de Vacaria, Rio Grande do Sul. A propriedade fica situada na região fisiográfica dos Campos de Cima da Serra, nas coordenadas 28° 39' 42" S e 50° 56' 06" W, a uma altitude de 861 m.

O solo é classificado como Latossolo Bruno Aluminoférrico (EMBRAPA, 2006), profundo, bem drenado e de textura muito argilosa. Possui mineralogia dominada por caulinita, óxidos de ferro e alumínio, com alto teor de matéria orgânica. O clima é subtropical úmido (Cfb), segundo a classificação de Köppen, com poucas estiagens, temperatura média de 15,9 °C e precipitação média anual de 1789 mm, com chuvas bem distribuídas. O relevo é ondulado a suavemente ondulado.

A adubação tanto da soja quanto da pastagem levou em consideração a exportação de nutrientes, sendo balizadora para a determinação da

necessidade de adubação a cultura da soja, que é a de maior potencial de exportação.

As necessidades nutricionais das plantas são definidas pela quantidade total de nutrientes extraídos do solo (COELHO; FRANÇA, 1995), e a quantidade do elemento retirada da área cultivada pelos produtos da colheita é denominada exportação (MALAVOLTA *et al.*, 1997).

Quando falamos da soja, observamos a relação extração/exportação (Tabela 1), simuladas a partir das extrações e exportações de macro e micro nutrientes para produtividades variando de 50 a 70 sacos por ha.

Tabela 1 – Estimativas de extração e exportação totais de macronutrientes (kg/ha) e micronutrientes (g/ha), pela soja em função da produtividade esperada.

Nutrientes	Produtividade atingida / Expectativas de produtividade					
	3,0 t ha ⁻¹ ou 50 sc ha ⁻¹		3,6 t ha ⁻¹ ou 60 sc ha ⁻¹		4,2 t ha ⁻¹ ou 70 sc ha ⁻¹	
	Extraído	Exportado	Extraído	Exportado	Extraído	Exportado
	kg ha ⁻¹					
N	249	153	299	184	349	214
P ₂ O ₅	46	30	55	36	65	42
K ₂ O	114	60	137	72	160	84
S	46	16	55	19	65	23
Ca	37	9	44	11	51	13
Mg	20	6	24	7,2	28	8
	g ha ⁻¹					
Mo	21	15	25	18	29	21
Zn	183	120	220	144	256	168
Mn	390	90	468	108	546	126
Cu	78	30	94	36	109	42
B	231	60	277	72	323	84

Fonte: Embrapa (2006).

A média extraída dos nutrientes da tabela acima leva em consideração o elemento e não a forma óxida que trabalhamos no fertilizante. Desta forma, há necessidade de transformação dos nutrientes antes de utilizá-los na fórmula do cálculo, como segue:

Tabela 2 – Coeficientes de conversão

Nutriente	Elemento para Óxido
P	$P_2O_5 = P \times 2,29$
K	$K_2O = K \times 1,20$
Ca	$CaO = Ca \times 1,4$
Mg	$MgO = Mg \times 1,7$
S	$SO_4^{-2} = S \times 3,0$

Fonte: Embrapa (2006).

Os micronutrientes são calculados da mesma forma que constam nas tabelas, tanto no fertilizante, como no solo, consideramos o elemento. Isto também se aplica ao Nitrogênio.

Baseado no cálculo da necessidade de adubação da cultura, têm-se:

Adubação = (Exigência_{planta} – Fornecimento_{sistema}) x f (EMBRAPA 2006).

Onde a exigência da planta está ligada com a meta de produtividade (toneladas/ha).

O nutriente fornecido pelo sistema leva em consideração o teor do nutriente no solo, de acordo com o sistema de manejo adotado (Plantio Convencional x Plantio Direto na Palha), onde o aumento da matéria orgânica dos solos advindos do Sistema de Plantio Direto na Palha com o passar dos anos, tende a melhorar a disponibilidade dos nutrientes nos solos.

Isto irá influenciar o fator de eficiência do nutriente (f), que leva em consideração o teor e a disponibilidade do nutriente no solo e será influenciado pelo pH do solo (MALAVOLTA, 1997), pela disponibilidade de água nas primeiras camadas do solo (0 a 60 cm) e pela matéria orgânica dos solos.

De acordo com Malavolta (1997), a eficiência dos nutrientes varia de:

- N \cong 50% a 70%
- P₂O₅ \cong 30% (solos pobres) a 60% (solos férteis)
- K₂O \cong 60% a 80%
- CaO \cong 50%
- MgO \cong 50%
- SO₄⁻² \cong 50%
- Zn \cong 50%
- B \cong 50%
- Cu \cong 50%
- Mn \cong 50%
- Mo \cong 50%

Segundo estes parâmetros foi calculada a dose de adubação para soja e estimada a da pastagem, uma vez que não se encontrou na bibliografia a quantidade de nutrientes exportados pelo consórcio Aveia x Azevém.

Implantação – 2016

Inicialmente foi realizado um levantamento histórico detalhado das técnicas de manejo adotadas antecedentes a realização do trabalho sistema integração lavoura-pecuária, as quais serviram de tomada de decisão para adesão. Este levantamento foi tomado a partir de depoimentos dos proprietários e vizinhos da área, os quais deram conta de que a área nunca fora usada para outra finalidade que o pastejo.

A partir das informações coletadas e de uma análise de solo inicial, na profundidade de 0-20cm, foi dado início aos estudos da evolução da fertilidade do solo, sendo realizada nova coleta nos anos seguintes, no mês de setembro, época de retirada dos animais da pastagem e fase de pré-semeadura da soja.

Para a coleta de solo foi utilizado um trado calador. O sistema de amostragem seguiu as orientações do Manual de Adubação e Calagem

(CQFS-RS/SC, 2004). Após a coleta as amostras com profundidade de 0 a 20cm, foram embaladas, identificadas e enviadas para o laboratório de análise de solo.

Neste contexto, os principais atributos do solo observados foram: o pH em água; o teor de matéria orgânica (%); os teores das bases trocáveis (Ca(cmolc/L), K(g/dm³) e Mg(cmolc/L)); os valores de CTC pH7; a saturação de bases (V%), os teores de Al(cmolc/L) e H+Al(cmolc/L) e os teores de P (g/dm³).

Inicialmente foi efetuada a correção do solo visando à cultura da soja, através da incorporação de 10,8 t/ha de calcário calcítico, com PRNT de 90%, na camada de 0 a 20cm.

Ano 1 – 2017

Após a aplicação de calcário, e após a colheita da soja, foi aplicado aproximadamente, 5m³/ha de cama de aviário, no mês de abril de 2017. Para cobertura e pastejo dos animais no inverno, foi implantada uma pastagem com a consorciação de aveia preta (*Avena strigosa*) e azevém anual (*Lolium multiflorum*), na densidade de semeadura de 120kg/ha e 20kg/ha, respectivamente, com adubação de base na formulação N-P-K 14-8-7.

O pastejo foi realizado por 10 novilhas da raça hereford com peso médio inicial de 200kg, as quais permaneceram em torno de 90 dias na área. A lotação da área foi estimada de forma empírica, correspondendo a necessidade do produtor na época do inverno.

Ano 2 – 2018

Na safra 2018-2019 a semeadura da soja aconteceu em novembro, onde foi dessecado a palhada oriunda da pastagem. A adubação de base, foi de 150kg/ha de MAP e 100kg/ha de cloreto de K em cobertura.

Após a colheita, repetiu-se a aplicação de 5m³/ha de cama de aviário e implantação da mesma consorciação de aveia preta e azevém já descrita. A entrada do gado se deu 50 dias após a semeadura.

A lotação de novilhas passou para 12, com peso vivo médio de 200kg, permanecendo a pasto por um período de 60 dias. O período de 60 dias foi estabelecido em função do atraso da semeadura da pastagem devido ao excesso de chuvas e a necessidade de entrega da área para o arrendatário para o próximo plantio da soja.

Ano 3- 2019

Após a soja ser colhida o manejo para o inverno permaneceu o mesmo, com a aplicação de cama de aviário na quantia de 5m³/há com fórmula N´P-K 14-8-7. Foi realizada amostragem de solo no mês de setembro conforme demonstrado na tabela 3.

Também, foi realizada avaliação da pastagem para estimar sua oferta de forragem e sua capacidade de suporte em função do manejo do solo. Isto se deve a metodologia de manejo de adubação dos sistemas ILP, o qual preconiza a maior parcela de correção e adubação do solo na fase pastagem (CARVALHO *et al.*, 2011).

Para a avaliação de forragem, foram coletadas amostras para determinação do teor de matéria seca (MS) utilizando um quadrado de 0,5m X 0,5m, lançado ao acaso na pastagem e por extrapolação foi determinada a produção de matéria verde e após secagem a produção de matéria seca.

A matéria seca total média nos anos de estudo foi de 11.500 t/ha, sendo que a lotação foi calculada, de acordo com os seguintes parâmetros (EMBRAPA, 2006):

Matéria seca (%) = $(100 \times PF) \div PI$, onde PF é peso final da amostra, e PI corresponde ao peso inicial, podendo se utilizar em gramas os dois (EMBRAPA, 2006).

PV/dia = $(MS \text{ de forragem} \times \text{Área do pasto} \times 100) / (\text{Dias de ocupação} \times \text{Oferta de forragem})$, (EMBRAPA, 2006).

A partir desse valor, aplica-se a seguinte equação para conhecermos a Taxa de Lotação em animal/hectare:

TL (animal/hectare) = $(\text{kg PV do lote}) / (\text{Peso vivo médio do lote})$, (EMBRAPA, 2006).

Para a pesagem do gado foi utilizado balança de contenção unitária. Foram duas pesagens a cada ano, uma na entrada e outra na saída do gado da pastagem.

A suplementação com sal mineral proteinado para pastagem foi feita em cocho coberto para melhor aproveitamento dos minerais disponibilizados a vontade para o gado, durante todo o estudo.

A análise dos dados foi feita de forma descritiva e na comparação dos dados obtidos valeu-se do embasamento bibliográfico, pois os valores ótimos de nutrientes que estabelecem a qualidade da fertilidade do solo já estão estabelecidos pela Sociedade Brasileira de Ciência do Solo e pela Comissão de Química e Fertilidade do Solo para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A área objeto de estudo se tratava de campo nativo, onde nunca houve qualquer tipo de melhoramento de fertilidade do solo (Tabela 2).

Já no primeiro ano de implantação do sistema ILP, em área de 2,5ha, a produção de grãos já foi, de 80,5 sacas/ha. Importante ressaltar na safra 2017-2018 não foi realizada amostragem de solo.

A partir da correção do solo, do ajuste no manejo de adubação e da implantação da pastagem, foram observadas alterações positivas nos parâmetros químicos do solo (Tabela 3).

Foi observado que o pH em água foi responsivo a correção, elevando o teor de Ca, Mg, neutralizando o Al livre na solução do solo, elevação da saturação de bases a níveis desejáveis para sistemas de alta produtividade e aumento da MO.

Os níveis de saturação de bases (V%) apresentaram-se superiores a 80% no período de um ano partindo da correção do solo.

Outro fator de grande relevância foi a elevação da relação Ca/ Mg, Ca/K (Tabela 3).

Tabela 3 – Evolução das propriedades químicas do solo na camada de 0-20cm a partir da adoção do Sistema Plantio Direto.

Parâmetros do solo	Ano Agrícola		
	2016 (inicial)	2018	2019
Área (ha)	2,5	2,5	2,5
SMP	5	6	6
pH (água)	4,6	5,7	5,8
M.O. (%)	3,8	5,3	5,4
P (g/dm ³)	5,2	5,6	5,7
K (g/dm ³)	124	144	104
Ca (cmolc/L)	3,2	14,1	14,4
Mg (cmolc/L)	2,2	3,1	3,5
Al (cmolc/L)	0,8	0,0	0,0
H+Al (cmolc/L)	11,5	4,4	4,3
CTC (T) (cmolc/L)	17,2	22,0	28,0
V (%)	33,2	79,9	80,5
Ca/Mg	1,5	4,5	4,1
Ca/K	9,9	38,3	36,8
Mg/K	6,9	8,4	8,9

Fonte: Lemos, C. (2020)

Quanto ao teor de P, mesmo com adubações corretivas e de manutenção, não houve aumento expressivo, podendo este ainda estar limitando a produtividade de ambas as culturas seja ela pastagem ou soja. É importante ressaltar que o incremento de P no sistema é delicado, devido a natureza do solo e as interações do nutriente e outros complexos que envolvem sua assimilação e disponibilidade às culturas.

Com o novo manejo de fertilidade iniciado, foi observado que de 2016 para 2018, houve aumento de 23% no teor de matéria orgânica, e a partir de 2018 uma tendência em estabilizar os níveis. De acordo com Malavolta, (1997), o aumento nos teores de M.O no solo podem proporcionar incremento e melhoria na manutenção das funções do solo, dada a sua influência na estrutura e estabilidade do solo, retenção de água, biodiversidade e como fonte de nutrientes para as plantas. A ela também se deve o fato de o solo ser um importante reservatório de carbono

Para os macro-nutrientes K e P, os aumentos foram, respectivamente, de 16%, de 2016 para 2018, e de 7% para o mesmo período. O aumento dos teores de P e K são de suma importância para a agricultura, como segue:

O Potássio é um elemento muito móvel nas plantas, tanto dentro da célula individual, como dentro de tecidos, contribui em varias atividades bioquímicas, sendo um ativador de grande numero de enzimas, regulador da pressão osmótica, abertura e fechamento dos estômatos. Importante na fotossíntese, na formação de frutos, resistência ao frio e às doenças.

O fósforo é um componente integral de compostos importantes das células vegetais, incluindo fosfato-açúcares e fosfolipídeos, componentes das membranas vegetais. Este elemento é essencial no metabolismo das plantas que, dentro da célula, possui um papel essencial na transferência de energia, respiração e fotossíntese.

Também é crucial na produção final, já que sua deficiência no solo diminui o crescimento das plantas e o potencial de rendimento nos estádios reprodutivos iniciais, como o florescimento, pela menor produção e maior abortamento de flores, refletindo negativamente na produtividade (COELHO; FRANÇA, 1995; KAPPES; ZANCANARO, 2014).

Nota-se também o incremento no pH, e claro na capacidade de troca de cátions (CTC), que se elevou até a faixa ótima para os cultivos convencionais. As relações de nutrientes (Ca/Mg, Ca/K e Mg/K) também foram beneficiadas com a melhoria da condição da fertilidade do solo, e permitem a não competição entre nutrientes na absorção destes pelas raízes, refletindo em equilíbrio nutricional para os cultivos em questão (KAPPES; ZANCANARO, 2014).

Quanto à produtividade da soja, embora não seja o foco do trabalho, mas por ter o solo como substrato comum a ambos, as produtividades obtidas foram altas nos anos de pesquisa, tendo em vista que uma vez que melhorada a fertilidade do solo, toda cultura implantada na área tenderá a ter incremento de produção.

Relativamente aos ganhos de peso dos bovinos, conforme podemos analisar na tabela 4, os incrementos, em quilogramas, foram semelhantes.

Tabela 4 – Evolução dos parâmetros relativos aos ganhos dos animais.

Variáveis	Ano Agrícola	
	2018	2019
Carga Animal Inicial (kg/ha)	2.000,0	2.498,4
Carga Animal Final (kg/ha)	2.978,0	3.207,0
Carga Animal Média (UA./ha)	5,53	6,34
Lotação Animal (nº)	10,0	12,0
Ciclo de pastejo (dias)	90	60
Peso médio inicial (kg)	200,0	208,2
Peso médio final (kg)	297,8	267,3
GMD (kg)	1,09	0,99

Fonte: Lemos, C. (2020)

Podemos observar que o ganho médio diário (GMD) foi semelhante nos dois anos, ficando em torno de 1kg/animal/dia, o que é considerado um bom índice (CARVALHO; MORAES, 2011).

5 CONCLUSÕES

O presente trabalho avaliou a ILP com base na evolução da fertilidade química a níveis desejados, otimizando o sistema por completo e deixando o solo responsivo a adubações considerando níveis de elementos químicos de maior relevância para a produção e contabilizando o incremento de produção de sacas de soja por ha e ganho de peso de novilhas na época de inverno a pasto, no período da entressafra das culturas de verão.

Dentre os objetos de estudo, todos tiveram resposta positiva a integração dos sistemas, se tratando de ganho químico no solo, resultando em ganho de produção.

Conclui-se que o manejo da ILP é responsivo tanto em ganhos de evolutiva fertilidade do solo quanto ao ganho de produtividade tanto nos grãos quanto na carne. Fica então evidenciada a possibilidade de uma relação mutuamente positiva, onde ao invés de ocorrer a concorrência, ocorre a sinergia entre ambos sendo que os mesmos estão contribuindo com a manutenção e melhora do estoque de nutrientes no solo, possibilitando melhores resultados e uma preservação do sistema onde são produzidas.

Fica comprovada a importância do correto manejo nutricional do solo, conforme demonstrado neste trabalho, para a obtenção de uma boa fertilidade e bons índices produtivos dos cultivos-soja e pastagem/carne- evitando o esgotamento dos estoques de nutrientes do solo.

REFERENCIAS

ALVARENGA, R. C. Integração Lavoura – Pecuária. In: SIMPÓSIO DE PECUÁRIA DE CORTE. 3. **Anais...** Belo Horizonte-MG: UFMG, cd rom, 2004.

BALBINO, L. C.; BARCELLOS, O.; STONE, L. F. **Marco referencial integração lavoura-pecuária-floresta**. Brasília, DF: Embrapa, 2011. 132p

BARBOSA, F. D. **Vacaria dos Pinhais**. Porto Alegre: Escola Superior de Teologia São Lourenço de Brindes, Caxias do Sul; Universidade de Caxias do Sul, 1978.

BORTOLON, L.; BORTOLON, E. S. O.; CAMARGO, F. P.; BORGHI, E. **Obtenção de altas produtividades em sistemas agrícolas**. Palmas: Embrapa Pesca e Aquicultura, 2016. 2 p. (Embrapa Pesca e Aquicultura. Fronteira Agrícola, 12).

CARVALHO, P. C. F.; ANGHINONI, I.; KUNRATH, T. R.; MARTINS, A. P.; COSTA, S. E. V. G. A.; SILVA, F. D.; ASSMANN, J. M.; LOPES, M. L. T.; PFEIFER, F. M.; CONTE, O.; SOUZA, E. D. **Integração soja-bovinos de corte no sul do Brasil**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2011. 60p. (Produção Técnica - Boletim Técnico).

COELHO, A. M.; FRANÇA, G. E. **Nutrição e adubação: seja doutor do seu milho**. Arquivo do Agrônomo, Piracicaba: n.2, p.1-9, 1995.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa CNPS, 2006. 306p.

EMBRAPA – **Integração Lavoura Pecuária** - Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-integracao-lavoura-pecuaria-floresta-ilpf/busca-de-noticias/-/noticia/25951106/dia-de-campo-apresenta-resultados-na-integracao-lavoura-pecuaria>, acesso em 28 nov. 2020.

EMBRAPA – **ILP** - Disponível em:

<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/567050/1/doc42.pdf>,
acesso em 28 nov. 2018.

FLORES, M. **Historia do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Nova Dimensão, 1996,

FONTANELI, R. S., SANTOS, H. P., FONTANELI, R. S. **Forrageiras para Integração Lavoura – Pecuária – Floresta – na Região Sul – Brasileira**. 5ª ed. (2009).

FORTES, A. B. **Compendio de historia do Rio Grande do Sul**. 4ª ed. Porto Alegre: Sulina, 1960.

KAPPES, C.; ZANCANARO, L. Manejo da fertilidade do solo em sistemas de produção no Mato Grosso. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 3., 2014, Salvador: **Palestras...** Sete Lagoas: ABMS, 2014. p. 358-381.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928. Wall-map 150cmx200cm.

LAL, R. Tillage and agricultural sustainability. **Soil Tillage Research**, Amsterdam, v. 20, p. 133 – 146, 1991.

LAZAROTTO, D. **Historia do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Sulina, 1982. 102p.

MALAVOLTA, E., VITTI, G.C., OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas, princípios e aplicações**. 2.ed.Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.

MARTINS, A. P.; KUNRATH, T. R.; ANGHINONI, A.; CARVALHO, P. C. F. Eds. **Integração soja-bovinos de corte no Sul do Brasil**. 2ªEd. Porto Alegre: Grupo de Pesquisa em Sistema Integrado de Produção Agropecuária. 2015. 102p. (Produção Técnica - Boletim Técnico).

OLIVEIRA, L. O. F. de; CARAMALAC, L. S.; **Cálculo da determinação da Matéria Seca** – Disponível em <https://pastoextraordinario.com.br/calcular-taxa-de-lotacao-das-pastagens/>, acesso em 04 fev. 2020.

QUEVEDO, J. **Rio Grande do Sul Aspectos das Missões**. Porto Alegre: Martins Livreiro, 1991 355p.

RESENDE, A. V. de; FONTOURA, S. M. V.; BORGHI, E.; SANTOS, F. C. dos; KAPPES, C; MOREIRA, S. G.; OLIVEIRA JUNIOR, A. de; BORIN, A. L. D. C. Solos de fertilidade construída: características, funcionamento e manejo. **Informações Agronômicas**, Piracicaba: n. 156, p. 1-19, dez. 2016.