

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

MATEUS HENRIQUE DE MELO

**ADUBAÇÃO DE SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA:
ADUBAÇÃO NO CICLO DA PASTAGEM OU LAVOURA?**

DOIS VIZINHOS

2024

MATEUS HENRIQUE DE MELO

**ADUBAÇÃO DE SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA:
ADUBAÇÃO NO CICLO DA PASTAGEM OU LAVOURA?**

**Fertilization of Integrated Agricultural Production System: Fertilization in the
Pasture or Crop Cycle?**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentado como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Agronomia da Universidade Tecnológica
Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador: Prof. Dr. Laércio Ricardo Sartor.

DOIS VIZINHOS

2024



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

Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

MATEUS HENRIQUE DE MELO

**ADUBAÇÃO DE SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA:
ADUBAÇÃO NO CICLO DA PASTAGEM OU LAVOURA?**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentado como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Agronomia da Universidade Tecnológica
Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador: Prof. Dr. Laércio Ricardo Sartor.

Data de aprovação: 27 de maio de 2024

Laércio Ricardo Sartor
Doutor em Produção Vegetal
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), campus Dois Vizinhos

Paulo Fernando Adami
Doutor em Fitotecnia
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), campus Dois Vizinhos

Mirella Danna
Mestre em Produção Animal
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), campus Dois Vizinhos

DOIS VIZINHOS

2024

AGRADECIMENTOS

Primeiramente dedico meus agradecimentos a Deus pela possibilidade da conclusão do curso com êxito.

Aos meus pais, irmãos, avôs, avós e de mais familiares, por todos os ensinamentos repassados, momentos de incentivo, dedicação, carinho e afeto prestados para a realização de tal jornada.

A todos os meus professores acadêmicos, pelos ensinamentos repassados, experiências e atenção cedida.

Ao meu orientador Prof. Dr. Laércio Ricardo Sartor por aceitar fazer parte desta jornada, pelo tempo dedicado, atenção prestada e sabedoria partilhada.

Aos meus colegas de sala, por todos os momentos partilhados de maneira conjunta durante a jornada acadêmica.

As amizades feitas durante a jornada acadêmica, pelos momentos de descontração, apreensão, jogos de bola, baralho e sinuca, reclamações, tristezas e companheirismo.

Gostaria de deixar registrado também os meus agradecimentos aos meus companheiros de viagem diária durante o percurso de São João a Dois Vizinhos, pelas risadas e os momentos de alegrias partilhados.

Enfim, a todos que de alguma maneira presenciaram e me auxiliaram nessa etapa, meus sinceros e eternos agradecimentos.

RESUMO

O uso de adubação de sistema em sistemas integrados de produção proporciona melhorias na disponibilidade dos nutrientes e reduz as perdas por meio da manutenção de pastagens hibernais no solo durante o período outono/inverno, proporcionando melhoria na qualidade do solo e reciclagem de nutrientes para culturas da safra de verão como a soja. O experimento foi realizado no campo experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Dois Vizinhos. Trata-se de um experimento em delineamento experimental de blocos casualizados em parcelas subdivididas, com três replicações, representando um planejamento fatorial de 3x4, sendo três níveis de suplementação animal durante o inverno (0%, 0,3% e 0,5%) e quatro níveis de adubação potássica e fosfatada na cultura da soja (0/0, 30/30,60/60, 90/90 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e K₂O, respectivamente). O cultivo das pastagens hibernais compostas de aveia+avevém teve a semeadura realizada com uso de 90 kg ha⁻¹ P₂O₅ e 70 kg ha⁻¹ de K₂O, utilizando como fontes Superfosfato simples e Cloreto de Potássio, respectivamente, e 120 Kg ha⁻¹ de N parcelado em duas aplicações em cobertura, essa adubação constituiu a adubação de sistema, sendo a recomendação de P e K baseada na expectativa de rendimento da cultura da soja, considerando os teores de P e K existentes no solo. Na safra de verão foi realizada a semeadura da soja sob tratamentos considerando a combinação de adubação fosfatada e potássica no sulco de semeadura, sendo: testemunha (que recebeu toda a adubação da soja na pastagem hiberna), tratamento 1 (30 Kg ha⁻¹ de P₂O₅ + 30 Kg ha⁻¹ de K₂O), tratamento 2 (60 Kg ha⁻¹ de P₂O₅ + 60 Kg ha⁻¹ de K₂O) e tratamento 3 (90 Kg ha⁻¹ de P₂O₅ + 90 Kg ha⁻¹ de K₂O). Os níveis de nutrientes no solo não se diferenciaram estatisticamente independentemente do nível de suplementação animal ou da dose de fertilizantes utilizados na cultura da soja. Diferentes níveis de suplementação animal aliados as dosagens de fertilizantes em sulco de semeadura da soja não diferiram significativamente para a produtividade da cultura da soja. A utilização da adubação de sistema acarretou em efeito residual de P e K para a cultura da soja, suprimindo sua demanda.

Palavras-chave: Adubação; soja; produção integrada; pastagens hibernais.

ABSTRACT

The use of integrated production system fertilization provides improvements in nutrient availability and reduces losses by maintaining winter pastures in the soil during the autumn/winter period, providing improvements in soil quality and recycling of nutrients for harvest crops. summer like soybeans. The experiment was carried out in the experimental field of the Federal Technological University of Paraná, Dois Vizinhos campus. This is an experiment in a randomized block design in split plots, with three replications, representing a 3x4 factorial design, three levels of animal supplementation during the winter (0%, 0.3% and 0.5%) and four levels of potassium and phosphate fertilizers in soybean crops (0/0, 30/30,60/60, 90/90 kg ha⁻¹ of P₂O₅ and K₂O, respectively). The cultivation of winter pastures composed of oats+ryegrass was sown using 90 kg ha⁻¹ P₂O₅ and 70 kg ha⁻¹ of K₂O, using as sources simple superphosphate and potassium chloride, respectively, and 120 kg ha⁻¹ of N divided into two top dressing applications, this fertilization constituted the system fertilization, with the P and K recommendation being based on the expected yield of the soybean crop, considering the P and K contents existing in the soil. In the summer harvest, soybean was sown under treatments considering the combination of phosphate and potassium fertilization in the sowing furrow, being: control (which received all the soybean fertilization in the winter pasture), treatment 1 (30 kg ha⁻¹ of P₂O₅ + 30 kg ha⁻¹ of K₂O), treatment 2 (60 kg ha⁻¹ of P₂O₅ + 60 kg ha⁻¹ of K₂O) and treatment 3 (90 kg ha⁻¹ of P₂O₅ + 90 kg ha⁻¹ of K₂O). Nutrient levels in the soil did not differ statistically regardless of the level of animal supplementation or the dose of fertilizers used in soybean cultivation. Different levels of animal supplementation combined with fertilizer dosages in soybean sowing furrows did not differ significantly for soybean crop productivity. The use of system fertilization resulted in a residual effect of P and K for the soybean crop, meeting its demand.

Keywords: Fertilizing; soy; integrated production; winter pastures.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Área de Sistemas Integrados de Produção Agropecuária da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Dois Vizinhos.....	24
Fotografia 1 – Rotação de atividades na área de SIPA da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Dois Vizinhos. A) bovinos de corte em pastagem hiberna. B) cultivo da soja. C) criação de bovinos de corte em pastagem hiberna. D) cultivo da cultura do milho.....	23
Fotografia 2 – Coletas de amostras de solo com auxílio de trado holandês.....	26
Fotografia 3 – Colheita dos experimentos.....	27
Gráfico 1 – Pluviosidade registrada entre outubro de 2022 e março de 2023 na área de SIPA da UTFPR, campus Dois Vizinhos.....	27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Doses de adubação fosfatada e potássica utilizadas em sulco na semeadura da soja.....	25
Tabela 2 - Teores de Fósforo (P) em mg dm ³ nas profundidades 0-10/10-20 cm pré-semeadura da pastagem hiberna. P extraído com solução Mehlich-I. UTFPR, Dois Vizinhos – PR, 2024.....	28
Tabela 3 - Teores de Potássio (K) em Cmol _c dm ³ nas profundidades 0-10/10-20 cm pré-semeadura da pastagem hiberna. K extraído com solução Mehlich-I. UTFPR, Dois Vizinhos – PR, 2024.....	28
Tabela 4 - Teores de Fósforo (P) em mg dm ³ na profundidade 0 a 10 cm pré-semeadura da soja. P extraído com solução Mehlich-I. UTFPR, Dois Vizinhos – PR, 2024.....	30
Tabela 5 - Teores de Fósforo (P) em mg dm ³ na profundidade 10 a 20 cm pré-semeadura da soja. P extraído com solução Mehlich-I. UTFPR, Dois Vizinhos – PR, 2024.....	31
Tabela 6 - Teores de Potássio (K) em Cmol _c dm ³ nas profundidades 0 a 10 cm pré-semeadura da soja. K extraído com solução Mehlich-I. UTFPR, Dois Vizinhos – PR, 2024.....	31
Tabela 7 - Teores de Potássio (K) em Cmol _c dm ³ nas profundidades 10 a 20 cm pré-semeadura da soja. K extraído com solução Mehlich-I. UTFPR, Dois Vizinhos – PR, 2024.....	32
Tabela 8 - Teores de Fósforo (P) em mg dm ³ na profundidade 0 a 10 cm pós-colheita da soja. P extraído com solução Mehlich-I. UTFPR, Dois Vizinhos – PR, 2024.....	32
Tabela 9 - Teores de Fósforo (P) em mg dm ³ na profundidade 10 a 20 cm pós-colheita da soja. P extraído com solução Mehlich-I. UTFPR, Dois Vizinhos – PR, 2024.....	33
Tabela 10 - Teores de Potássio (K) em Cmol _c dm ³ na profundidade 0 a 10 cm pós-colheita da soja. K extraído com solução Mehlich-I. UTFPR, Dois Vizinhos – PR, 2024.....	34

Tabela 11 - Teores de Potássio (K) em $\text{Cmol}_c \text{ dm}^3$ na profundidade 10 a 20 cm pós-colheita da soja. K extraído com solução Mehlich-I. UTFPR, Dois Vizinhos – PR, 2024.....	35
Tabela 12 – Produtividade da cultura da soja em função de diferentes níveis de suplementação animal em pastagens hibernais e distintas doses de P_2O_5 e K_2O no sulco de semeadura da soja em SIPA. UTFPR, Dois Vizinhos – PR, 2024.....	35

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CV	Coeficiente de variação
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
ILP	Integração lavoura-pecuária
M.O.S	Matéria orgânica do solo
SIPA	Sistema Integrado de Produção Agropecuária
SIPA's	Sistemas Integrados de Produção Agropecuária
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná

LISTA DE SÍMBOLOS

cm	Centímetros
ha	Hectare
K	Potássio
K ₂ O	Óxido de potássio
KCl	Cloreto de potássio
kg	Quilograma
kg/ha	Quilogramas por hectare
mm	Milímetros
N	Nitrogênio
P	Fósforo
P ₂ O ₅	Pentóxido de difósforo
t/ha	Toneladas por hectare

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	JUSTIFICATIVA.....	15
3	HIPÓTESE.....	16
4	OBJETIVOS.....	17
4.1	Objetivo geral.....	17
4.2	Objetivos específicos.....	17
5	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	18
5.1	Integração lavoura-pecuária.....	18
5.2	Adubação de sistema.....	19
5.3	Soja em SIPA.....	20
5.4	Bovinos de corte em SIPA.....	20
5.5	Dinâmica de P e K no solo e em SIPA.....	21
6	MATERIAIS E MÉTODOS.....	23
6.1	Localização e características da área experimental.....	23
6.2	Tratamentos.....	24
6.3	Delineamento experimental.....	26
6.4	Análises e amostragens.....	26
6.5	Pluviosidade.....	27
6.6	Níveis de P e K no solo pré-pastagem hibernal.....	28
6.7	Análise estatística.....	29
7	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	30
7.1	Níveis de nutrientes no solo pré-semeadura da soja.....	30
7.1.1	Níveis de P no solo.....	30
7.1.2	Níveis de K no solo.....	31
7.2	Níveis de nutrientes no solo pós-cultura da soja.....	32
7.2.1	Níveis de P no solo.....	32
7.2.2	Níveis de K no solo.....	34
7.3	Produtividade da cultura da soja.....	35
8	CONCLUSÃO.....	37
9	REFERÊNCIAS.....	38

1 INTRODUÇÃO

Com o avanço da tecnologia e da eficiência produtiva agropecuária a obtenção de altos índices produtivos se tornou-se enfoque nas propriedades rurais. Entretanto, os custos de produção, como gastos com fertilizantes também crescem linearmente, fazendo com que produtores acabem optando por mais de uma atividade por unidade produtora.

Dentro deste contexto, o uso dos sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA) como o sistema de integração-pecuária surge como alternativa de mitigar estes problemas através da diversificação das atividades de agricultura e de pecuária dentro da propriedade, ocupando uma mesma área de produção, acarretando efeitos benéficos a ambas. Permitindo o uso e exploração econômica do solo durante todo o ano ou pelo menos em sua maior parte, aumentando a produção de grãos e derivados da pecuária, como leite e carne, impulsionados pelo sinergismo criado entre o uso de pastagens e lavoura (GONÇALVES e FRANCHINI, 2007).

Na região sul do Brasil SIPA's são caracterizados pelo cultivo de pastagens anuais de inverno submetidas a pastejo por bovinos e após no período da safra verão essas mesmas áreas são ocupadas com as culturas do milho e da soja, visando a produção de grãos (NICOLOSO *et al.*, 2006).

Em SIPA's já estabelecidos e com as características benéficas como melhoria do solo presentes é possível melhorar a eficiência e disponibilidade desses nutrientes através da diminuição de perdas de nutrientes pela manutenção da cobertura, preferencialmente viva, ou morta sobre o solo, aumentando a biomassa microbiana e vegetal, acarretando em maior ciclagem e disponibilidade de nutrientes para as plantas (ASSMANN *et al.*, 2017). Segundo Assmann e Soares (2016) a presença constante de cobertura viva, na forma de pastagens hibernais sobre o solo faz com que os nutrientes sejam constantemente absorvidos pelas plantas e que fiquem ligados a compostos orgânicos, reduzindo desta forma as perdas dos mesmos.

Com isso, o uso da adubação de sistemas pode ser trabalhado visando melhorar o aproveitamento de nutrientes pelas plantas, suprindo as exigências de todas as espécies envolvidas no ciclo produtivo, em ILP pastagens hibernais e culturas safras para a produção de grãos (BARCELLOS, 2021). A transferência de nutrientes entre as culturas pode se dar diretamente via formas inorgânicas ou

indiretamente via formas orgânicas resultantes dos processos de mineralização (ASSMANN *et al.*, 2017).

Desta forma, o uso e manejo adequado da adubação de sistema em SIPA pode atuar aumentando a eficiência e a disponibilidade de nutrientes minerais essenciais exigidas em altas demandas pela cultura da soja, principalmente P e K, aumentando a produtividade da cultura e os teores desses nutrientes no solo.

2 JUSTIFICATIVA

Cada vez mais se faz necessário aumentar a dinâmica produtiva das propriedades rurais, dentro desse contexto surge o uso de SIPA's, gerando maiores ganhos por intermédio de produção em rotação ou sucessão em uma mesma área de cultivo. Dentre os benefícios do uso de SIPA's estão o aumento da produtividade das atividades, aumento da matéria orgânica do solo, redução da pressão de desmatamento de novas áreas, redução de custos a médio e longo prazo, diminuição da vulnerabilidade a riscos climáticos e melhoria na qualidade de vida do produtor e sua família (CORDEIRO *et al.*, 2015).

Entretanto, são escassos os estudos contidos na literatura sobre a dinâmica de manejo de adubações nesse tipo de sistema, preconizando uma área de necessárias pesquisas.

Desta forma, o presente trabalho se faz necessário para avaliar o efeito de adubações de sistema em pastagens hibernais e diferentes níveis de suplementações animais sobre a produtividade da cultura da soja.

3 HIPÓTESE

Fósforo e potássio aplicados em pastagens hibernais apresentam efeito residual e suprem a demanda nutricional da cultura da soja em SIPA com pastejo em lotação contínua e taxa de lotação variável.

4 OBJETIVOS

4.1 Objetivo geral

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a produtividade da cultura da soja pelo efeito do P e K no solo em um sistema integrado de produção agropecuária com adubação realizada em pastagens hibernais.

4.2 Objetivos específicos

Avaliar atributos P e K no solo em função de diferentes níveis de suplementação animal adotadas em período hibernar, antes da semeadura da soja e após a colheita da soja em cada unidade experimental de SIPA submetidas a adubação de sistema.

5 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

5.1 Integração Lavoura-pecuária

Devido ao crescimento da demanda por produtos oriundos do setor agropecuário, preconizou-se a necessidade de aumento de produtividade (DUARTE *et al.*, 2018). Dentro deste cenário o sistema de integração lavoura-pecuária surge como uma forma de mitigar esse problema, integrando em uma mesma área de cultivo agricultura e pecuária, em sistema de rotação, consórcio ou sucessão (SOARES *et al.*, 2015).

O SIPA na região sul do Brasil é caracterizado pelo cultivo de pastagens anuais de inverno submetidas a pastejo por bovinos e após no período da safra verão essas mesmas áreas são ocupadas principalmente com as culturas do milho e da soja, destinadas a produção de grãos (NICOLOSO *et al.*, 2006).

Esta prática vem sendo impulsionada na região sul principalmente por problemas recorrentes de frustrações de safras ocasionadas por fatores climáticos adversos sobre a principal espécie hibernal cultivada, o trigo (*Triticum aestivum* L.) (SILVEIRA *et al.*, 2020). Ainda segundo os autores, o uso de culturas de inverno objetivando cobertura vegetal, adubação verde ou pastagem consiste em excelentes alternativas quando bem manejadas, favorecendo a melhoria das estruturas físico-químicas e biológica do solo, conseqüentemente trazendo benefícios para culturas sucessoras, como a da soja.

Dentre as vantagens do cultivo de pastagens anuais de inverno em relação ao cultivo de trigo está a possibilidade de implantação das culturas de verão, inclusive a soja, dentro da época de semeadura adequada ao crescimento e desenvolvimento da cultura (SALVADOR, 2021).

No que se refere a melhoria da fertilidade do solo, ocorre a diminuição de perdas de nutrientes pela manutenção da cobertura viva (preferencialmente) ou morta sobre o solo, aumentando a biomassa microbiana e vegetal, acarretando maior ciclagem e disponibilidade de nutrientes para as plantas (ASSMANN *et al.*, 2017).

Dentre os benefícios do uso do SIPA estão o aumento de produtividade das atividades, aumento da matéria orgânica do solo a longo prazo, redução da pressão de desmatamento de novas áreas, redução de custos a médio e longo prazo, diminuição da vulnerabilidade a riscos climáticos e melhoria na qualidade de vida do produtor e sua família (CORDEIRO *et al.*, 2015).

A adoção do SIPA garante uso racional e inteligente dos insumos agrícolas, diminuindo os efeitos maléficos sobre o ambiente ocasionados principalmente pela prática do monocultivo em larga escala, diversifica a produção agrícola a curto, médio e longo prazo, agregando valor e amenizando os efeitos da sazonalidade na atividade agropecuária (VIANA *et al.*, 2015).

O uso conjunto de agricultura e pecuária em uma mesma área garante melhores resultados do que a soma dessas atividades trabalhadas isoladamente, permitindo fertilizar todos os sistemas e não só as culturas de forma isolada, reduzindo custos com fertilizações e aumentando a eficiência (VARELLA *et al.*, 2014). Ainda segundo os autores, a sinergia biológica entre as atividades permite uma maior incorporação de carbono ao sistema e interfere diretamente no ciclo de doenças, insetos pragas e plantas daninhas, as quais afetam lavouras e a atividade pecuária.

5.2 Adubação de sistema

Adubação de sistema é uma estratégia de manejo de fertilidade que visa melhorar o aproveitamento de nutrientes pelas plantas, suprimindo as exigências de todas as espécies envolvidas no ciclo produtivo (BARCELLOS, 2021). Entretanto, é conveniente direcionar a aplicação desses fertilizantes para os cultivos das espécies que apresentem maior demanda por nutrientes ou que garantam maior retorno econômico (RESENDE *et al.*, 2016).

Esta prática considera todas as culturas envolvidas na rotação, tanto pastagens como culturas agrícolas, tendo a transferência de fertilização entre os cultivos como uma componente chave (ASSMANN *et al.*, 2017). Ainda segundo os autores, baseando-se na “ciclagem biológica de nutrientes entre as fases de um sistema de rotação buscando a máxima eficiência de uso de nutrientes, reduzindo entradas, evitando perdas e mantendo a fertilidade do solo a longo prazo”.

Os nutrientes são disponibilizados entre culturas de forma inorgânicas ou indiretamente via formas orgânicas resultantes dos processos de mineralização, a presença constante de cobertura viva, na forma de pastagens hibernais sobre o solo faz com que os nutrientes sejam constantemente absorvidos pelas plantas e que fiquem ligados a compostos orgânicos, reduzindo desta forma as perdas dos mesmos (ASSMANN; SOARES, 2016)

Segundo Alves *et al* (2018), a adubação com P e K pode ser realizada no inverno visando otimizar o sistema operacional de fertilização e obter melhores preços

de fertilizantes durante um período de menor demanda no mercado, o pastejo hibernar agrega valor ao sistema de produção, sem causar diminuição na produtividade da soja no verão, intensificando o sistema produtivo e aumentando a produção de alimentos.

Solos bem manejados com boa estruturação apresentam melhores chances de sucesso para a adoção de adubação de sistema, devendo utilizar plantas de cobertura para que o sistema radicular explore em profundidade o solo, auxiliando na parte física rompendo camadas de solo compactadas, buscando potássio lixiviado para camadas mais profundas e distribuindo o fósforo que estava em superfície em maior profundidade pela ação radicular (OLIVEIRA, 2015).

5.3 Soja em SIPA

A soja é a cultura de maior importância para a agricultura brasileira, a liderança na agricultura nacional é ocasionada principalmente pela rentabilidade da cultura e versatilidade do grão, que pode ser utilizado tanto para fins industriais, alimentação humana e animal e produção de biocombustíveis (SANTOS, 2021).

Segundo dados do 4º levantamento da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2024), a estimativa da área cultivada para a safra 2023/2024 em todo o território nacional é de 45.259,5 milhões de hectares, com produção de 155.269,3 milhões de toneladas e produtividade de 3.431 kg ha⁻¹.

Devido a diversidade de condições edafoclimáticas, econômicas, sociais e tipos de solos existentes no Brasil, há diferentes formas do uso da ILP com a cultura da soja, na região sul do país devido ao clima subtropical predominante a soja é cultivada sistema ILP em sucessão de pastagens anuais de inverno (JUNIOR *et al.* 2020).

Segundo Filippi e Tiecher (2019) a lotação animal e o pastejo mais a adubação com P e K em pastagens hibernais mantém os teores de P e K acima do nível crítico não afetando a produtividade da soja.

5.4 Bovinos de corte em SIPA

O uso de fertilizantes permite que pastagens em SIPA apresentem maior qualidade quando comparadas as pastagens convencionalmente utilizadas para a alimentação animal, pela característica de maior disponibilidade de matéria seca e maior valor nutricional de forragem ofertada aos animais (GLÉRIA *et al.* 2017). Permitindo que os animais consumam alimentos de maior qualidade nutricional.

O uso de sistema de lotação continua é de extrema importância, pois o deslocamento dos animais das áreas pastejadas para áreas denominadas de “descanso” prejudicam a ciclagem de nutrientes, visto que os dejetos podem ser perdidos por processos de erosão, lixiviação e perdas gasosas, ao não retornarem ao solo e subsequente as pastagens (ASSMANN *et al*, 2008).

A presença de animais na área possibilita que pela presença de dejetos ocorra o aumento da atividade microbológica no solo e da população da meso-fauna, principalmente os besouros coprófagos e minhocas, organismos fundamentais na construção de canais no solo que são ocupados pelas raízes das plantas subsequentemente, além de possibilitar maior infiltração de água e descida de nutrientes pouco móveis em profundidade (ASSMANN & SOARES, 2016).

5.5 Dinâmica de P e K no solo em SIPA

A ciclagem de nutrientes em SIPA está relacionada aos componentes solo, planta e animal, e da fertilização, a implantação e manejo dos animais resulta em alterações das condições bióticas e abióticas do solo, afetando a velocidade de decomposição dos resíduos (FERREIRA *et al.*, 2011).

Depois do nitrogênio o potássio é o nutriente mineral mais absorvido pela cultura da soja (DALL’AGNOL, 2021). A principal fonte de K utilizada na agricultura brasileira é o KCl, sal de alta solubilidade em água, que apresenta 60% de K₂O, dos quais 58% é solúvel em água (RESENDE *et al.*, 2006).

Sistemas com boa presença de palhada sobre o solo, garantem a reserva de K em constituição de tecidos vegetais, possibilitando a total antecipação da adubação, permitindo a utilização na fase de cultivo de forrageiras de inverno, como aveia e azevém (ASSMANN *et al.*, 2017). Ainda segundo os autores, o K apresenta alta velocidade de liberação dos tecidos vegetais em decomposição, tendo aproximadamente 80% liberado via processo de mineralização em menos de 30 dias, não sendo recomendado que áreas agrícolas com presença de resíduo vegetal sejam deixadas em pousio.

O fósforo é um dos macronutrientes que é menos absorvido pela planta, entretanto é o elemento mineral mais utilizado no Brasil para processos de adubações de culturas por conta de sua alta capacidade de ser retido no solo (VILAR & VILAR, 2013). É considerado um nutriente de baixa mobilidade no solo devido sua fixação a minerais de argila, principalmente em solos ácidos (PEREIRA, 2009). Ainda segundo

os autores 20% a 30% do fósforo aplicado como fertilizante é aproveitado pelas culturas anuais em solos tropicais, sendo necessária a aplicação de quantidades que em geral superam em muito as extrações dessas culturas. O uso de espécies de cobertura influencia na disponibilidade de P em profundidade, por conta da ação do sistema radicular das plantas (CORRÊA *et al.*, 2004).

6 MATERIAIS E MÉTODOS

6.1 Localização e características da área experimental

O experimento foi conduzido na área experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), campus Dois Vizinhos, localizada a 25° 33' Sul e 51° 29' Oeste, com altitude média de 509 metros. O clima da região é classificado como Cfa subtropical úmido sem estação de seca definida (ALVARES *et al.*, 2013). O solo é classificado como Latossolo Vermelho (CABREIRA, 2015).

A área experimental possui 7 hectares, dividida em três blocos de aproximadamente 2,3 ha cada, cada parcela apresentando aproximadamente 0,7 ha, consolidados com o sistema de integração lavoura-pecuária (ILP), contando com nove piquetes e um piquete regulador. Desde o ano de 2017, integrando no período de inverno a semeadura de forrageiras (aveia, azevém e uma leguminosa, representada pelo trevo vesiculoso) que compõem a pastagem destinada a alimentação animal de bovinos de corte em sistema de lotação continua com taxa variável e no verão realizando o cultivo de culturas commodities, em sistema de rotação, um ano milho, outro soja, ambos destinados a produção de grãos.

Fotografia 1- Rotação de atividades na área de SIPA da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Dois Vizinhos. A) bovinos de corte em pastagem hibernal. B) Cultivo da soja. C) criação de bovinos de corte em pastagem hibernal. D) cultivo da cultura do milho.



Fonte: Autoria Própria (2024).

Para a condução do experimento foram utilizados nove piquetes com subdivisões internas.

Figura 1- Área de Sistemas Integrados de Produção Agropecuária da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Dois Vizinhos.



Fonte: Adaptado de Google Earth (2024).

6.2 Tratamentos

A semeadura da pastagem hibernal foi realizada no dia 10 de maio de 2022, com semeadora de fluxo contínuo, de espaçamento de 17 centímetros entre linhas e profundidade de semeadura de 3 centímetros, para a semeadura da aveia preta e do azevém. O trevo vesiculoso foi semeado a lanço, anteriormente a semeadura das pastagens. A densidade de semeadura utilizada foi de 55 kg/ha de aveia preta cultivar IAPAR 61, 25 kg/ha de azevém cultivar POTRO e 10 kg/ha de trevo vesiculoso cultivar BRS PIQUETE.

Foram utilizados de maneira conjunta Superfosfato simples e Cloreto de Potássio na base de semeadura, garantindo a dosagem de 90 kg/ha P_2O_5 e 70 kg/ha de K_2O , e ainda a utilização de 120 kg/ha de N parcelada em duas aplicações a lanço de 60 kg/ha, sendo a primeira aplicação no início do perfilhamento das gramíneas e a segunda 50 dias após a primeira. Essas dosagens constituíram a adubação de sistema aplicada em toda a área do sistema ILP. Sendo que a recomendação de P e K foi realizada baseada na expectativa de rendimento da cultura da soja, considerando os teores de P e K existentes no solo.

Os animais foram alocados nas parcelas principais recebendo diferentes níveis de suplementações de 0%, 0,3% e 0,5% do peso vivo, utilizando como suplementação

um concentrado energético à base de milho. A carga animal média observada foi 1.371,20 kg, 1.303,80 kg e 1.505,60 kg de PV/ha para cada um dos níveis de suplemento, respectivamente.

Na safra de verão no dia 24 de outubro de 2022, foi realizada a semeadura da soja utilizando-se quatro doses da combinação de adubação fosfatada e potássica no sulco de semeadura, representadas abaixo:

Tabela 1 – Doses de adubação fosfatada e potássica utilizadas em sulco na semeadura da soja.

TRATAMENTOS	P ₂ O ₅ (Kg/ha)	K ₂ O (Kg/ha)
Testemunha	0	0
T1	30	30
T2	60	60
T3	90	90

Fonte: Autoria Própria (2024).

Essas doses foram utilizadas nas mesmas áreas que já haviam recebido a adubação de sistema. A fonte utilizada para o K₂O foi o Cloreto de Potássio, já para o P₂O₅ foi utilizado Superfosfato Simples.

O estabelecimento da soja foi realizado com semeadora de precisão de espaçamento de 0,45 centímetros entre linhas. A densidade de semeadura foi de 11 sementes por metro linear, objetivando população de 222.000 plantas por hectare, utilizando-se a cultivar NS 5505 12X, da empresa Nidera sementes. A dessecação da pastagem hiberna foi realizada no dia de semeadura da soja, em sistema apply e plante, utilizando Glifosato.

Durante a condução do experimento foram realizados os seguintes manejos: controle químico de plantas daninhas utilizando-se os produtos Verdict (Haloxifope) e Glifosato no dia 06 de dezembro de 2022. Para o manejo de plantas daninhas resistentes presentes na área, principalmente buva (*Conyza* spp.) foi realizado o controle manual via arranquio, nos dias 13 e 14 de dezembro de 2022, para que as mesmas não interferissem nos resultados do experimento.

Para o manejo de doenças foram realizadas duas aplicações, a primeira antes do fechamento das entrelinhas da cultura visando maior sanidade de plantas e maior cobertura das gotas sobre as plantas e a segunda 20 dias após a primeira aplicação.

Para pragas foram realizadas duas aplicações de Connect, “inseticida sistêmico dos grupos químicos dos neonicotinoides (imidacloprido) e piretroides (beta-

ciflutrina)” (AGROLINK, 2023). As aplicações foram realizadas de maneira conjunta com a aplicação de fungicidas.

6.3 Delineamento experimental

Trata-se de um experimento em delineamento experimental de blocos casualizados em parcelas subdivididas, com três replicações, representando um planejamento fatorial de 3x4 (níveis de suplementação x níveis de fertilização com P e K)

6.4 Amostragens e análises

As coletas de amostras de solo foram realizadas nas profundidades de 0 a 10 centímetros e 10 a 20 centímetros, com auxílio de trado holandês. Foram realizadas coletas em três pontos de amostragem em cada tratamento, em todas as repetições.

Os teores de P e K no solo foram quantificados pré estabelecimento da pastagem hiberna para avaliação dos teores existentes no solo, e pré-semeadura da soja e pós-colheita da soja em cada unidade experimental para a análise estatística.

Fotografia 2- Coleta de amostras de solo com auxílio de trado holandês



Fonte: Autoria Própria (2024).

Para a cultura da soja avaliou-se de acordo com cada tratamento o rendimento de grãos, coletando-se plantas em 10 metros lineares por repetição, com produtividade expressa em massa seca de grãos com 13% de umidade contidos em cada parcela e prontamente convertidos para kg/ha. A colheita foi realizada em 06 de março de 2023.

Fotografia 3 - colheita dos experimentos

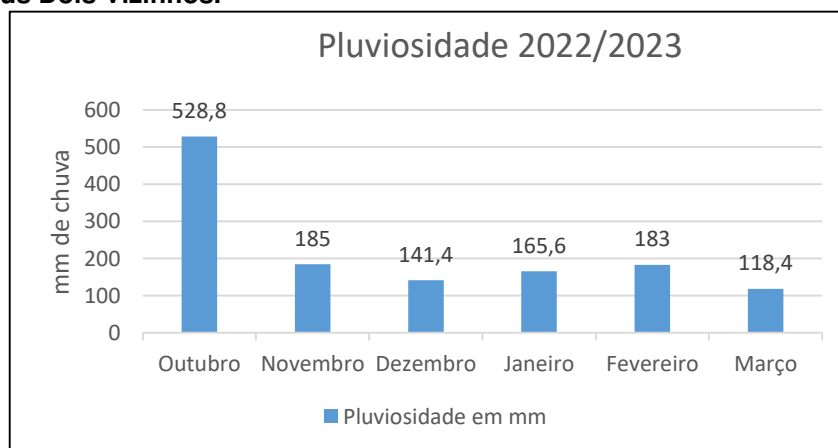


Fonte: Autoria Própria (2024).

6.5 Pluviosidade

As chuvas registradas durante o período de condução da cultura da soja, compreendida entre os meses de outubro de 2022 a março de 2023 foram favoráveis para o desenvolvimento das plantas. Segundo o GEOBIOMET – Grupo de estudos em Biometereologia da UTFPR-DV, o total de chuvas registrado foi de 1.322,2 mm.

Gráfico 1- Pluviosidade registrada entre outubro de 2022 e março de 2023 na área de SIPA da UTFPR, campus Dois Vizinhos.



Fonte: Adaptado de GEOBIOMET (2023).

6.6 Níveis de P e K no solo pré-pastagem hiberna

Abaixo encontram-se os níveis de P e K no solo pré-semeadura das pastagens hibernais. Sendo a cultura antecessora o milho, a qual pela escassez hídrica não houve produção de grãos. Na tabela 2 são demonstrados os níveis de P nas camadas 0 a 10 e 10 a 20 cm do solo pré-semeadura das pastagens hibernais.

Tabela 2 – Teores de Fósforo (P) em mg dm³ nas profundidades 0-10/10-20 cm pré-semeadura da pastagem hiberna. P extraído com solução Mehlich-I. UTFPR, Dois Vizinhos – PR, 2024.

Profundidade 0 – 10 cm					
Suplementação	0	30	60	90	Média
0%	24,5	25,5	41,4	57,0	37,1
0,3%	36,9	36,5	52,3	34,1	40,0
0,5%	22,1	25,9	35,3	31,6	28,7
Média	27,8	29,3	43,0	40,9	---
Profundidade 10 – 20 cm					
Suplementação	0	30	60	90	Média
0%	8,1	8,9	13,3	12,5	10,7
0,3%	13,0	12,6	12,3	7,8	11,4
0,5%	8,9	13,1	13,0	18,1	13,3
Média	10,0	11,6	12,8	12,8	---

Fonte: Autoria Própria (2024).

Na tabela 3 são demonstrados os níveis de K no solo na camada 0 a 10 e 10 a 20 cm do solo pré-semeadura das pastagens hibernais.

Tabela 3 – Teores de Potássio (K) em Cmol_c dm³ nas profundidades 0-10/10-20 cm pré-semeadura da pastagem hiberna. K extraído com solução Mehlich-I. UTFPR, Dois Vizinhos – PR, 2024.

Profundidade 0 – 10 cm					
Suplementação	0	30	60	90	Média
0%	0,47	0,71	0,64	0,46	0,57
0,3%	0,46	0,44	0,21	0,39	0,37
0,5%	0,23	0,38	0,28	0,52	0,35
Média	0,39	0,51	0,38	0,45	---
Profundidade 10 – 20 cm					
Suplementação	0	30	60	90	Média
0%	0,21	0,20	0,32	0,15	0,22
0,3%	0,41	0,32	0,23	0,19	0,28
0,5%	0,13	0,17	0,10	0,27	0,17
Média	0,25	0,23	0,22	0,20	---

Fonte: Autoria Própria (2024).

6.7 Análise estatística

Os resultados das avaliações foram submetidos à análise de variância, avaliadas pelo teste F. Quando apresentaram significância de 5% ou 1% de probabilidade as médias foram comparadas pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. Para as análises estatísticas foi utilizado o software Sisvar (FERREIRA, 2011).

7 RESULTADOS E DISCUSSÕES

7.1 Níveis de nutrientes no solo pré-semeadura da soja

7.1.1 Níveis de P no solo

Na tabela 4 são evidenciados os teores de Fósforo (P) em mg dm³ na profundidade 0 a 10 cm pré-semeadura da soja.

Tabela 4 – Teores de Fósforo (P) em mg dm³ na profundidade 0 a 10 cm pré-semeadura da soja. P extraído com solução Mehlich-I. UTFPR, Dois Vizinhos – PR, 2024.

Suplementação	Doses de adubação P ₂ O ₅ 0 – 10 cm				Média
	0	30	60	90	
0%	18,92aA	25,55Aa	23,01Aa	32,79aA	25,07a
0,3%	14,59aA	21,92Aa	17,86Aa	13,41aB	16,94b
0,5%	17,82bA	34,62Aa	19,28abA	28,06abAB	24,94a
Média	17,11b	27,36 ^a	20,05ab	24,75ab	---
CV (%)	32,05				

Letras minúsculas na linha diferem entre si 5%. Letras maiúsculas na coluna diferem entre si 5%.

Fonte: Autoria Própria (2024).

Ao se analisar os diferentes níveis de suplementações animal, os teores de P no solo se encontraram estatisticamente iguais nas suplementações 0% e 0,5%, sendo superiores aos valores encontrados na suplementação de 0,3%. Já dentre os tratamentos que recebem adubação nos cultivos de verão em sulco de semeadura, os níveis de P no solo se encontraram maiores quando utilizados fertilizantes. O tratamento de dosagem 0, que recebe apenas a adubação na pastagem hibernal, demonstrou o menor índice de P no solo na camada 0 a 10 cm.

Quando analisados os teores na camada 10 a 20 cm (Tabela 5), não houve diferenças estatísticas significativas tanto comparando-se os níveis de suplementação animal, quanto os teores de nutrientes dentro dos blocos onde são utilizados fertilizantes em sulco nas culturas de verão. A menor concentração de P no solo na camada 10 a 20 cm, quando comparada à camada 0 a 10 cm, deve-se pela baixa mobilidade do nutriente e o modelo de adubação utilizado.

Segundo Pereira (2009), o fósforo caracteriza-se como nutriente de baixa mobilidade no solo em função de sua fixação através de minerais de argila, elemento esse presente em abundância em solos tropicais que apresentam elevados teores de óxidos de ferro e de alumínio, os quais o P tem grande afinidade. Vilar & Vilar (2013), destacam que o solo tem a capacidade de adsorver 1.000 vezes mais fósforo do que

a adubação fosfatada aplicada em culturas agrícolas, ocasionando normalmente uma tendência a deficiência de Fósforo.

Tabela 5 – Teores de Fósforo (P) em mg dm³ nas profundidades 10 a 20 cm e pré-semeadura da soja. P extraído com solução Mehlich-I. UTFPR, Dois Vizinhos – PR, 2024.

Suplementação	Doses de adubação P ₂ O ₅ 10 – 20 cm				Média
	0	30	60	90	
0%	3,61aA	9,08aA	6,43aA	6,64aA	6,44a
0,3%	4,47aA	5,35aA	6,34aA	3,99aA	5,04a
0,5%	6,37aA	6,66aA	8,02aA	4,44aA	6,37a
Média	4,82a	7,03a	6,93a	5,02a	---
CV(%)	44,83				

Letras minúsculas na linha diferem entre si 5%. Letras maiúsculas na coluna diferem entre si 5%.

Fonte: Aatoria Própria (2024).

7.1.2 Níveis de K no solo

Para os níveis de K no solo (Tabela 6), não foram encontradas diferenças estatísticas significativas, tanto nas medias dos níveis de suplementações animais, quanto nas subdivisões de tratamentos com adubações de sulco no período de verão.

Tabela 6 – Teores de Potássio (K) em Cmol_c dm³ nas profundidades 0 a 10 cm pré-semeadura da soja. K extraído com solução Mehlich-I. UTFPR, Dois Vizinhos – PR, 2024.

Suplementação	Doses de adubação K ₂ O 0 – 10 cm				Média
	0	30	60	90	
0%	0,21Aa	0,29aA	0,25aA	0,33aA	0,27a
0,3%	0,20Aa	0,36aA	0,36aA	0,18aA	0,27a
0,5%	0,34Aa	0,36aA	0,29aA	0,37aA	0,34a
Média	0,25a	0,34a	0,30a	0,29a	---
CV(%)	37,42				

Letras minúsculas na linha diferem entre si 5%. Letras maiúsculas na coluna diferem entre si 5%.

Fonte: Aatoria Própria (2024).

Quando comparado aos níveis desse nutrientes pré-semeadura das pastagens hibernais, houve diminuição dessas taxas no solo. Segundo Ferreira *et al* (2009), em experimento realizado em sistema de Integração lavoura-pecuária, sugere que o balanço de K tende a ser negativo, especialmente em áreas que apresentam maior intensidade de pastejo. Entretanto, eles sugerem que estes fatores não impactam na produtividade de culturas subsequentes, no caso da soja.

Para a camada 10 a 20 cm (Tabela 7) o melhor resultado dentre as diferentes suplementações animais foi quando utilizado 0,5% de suplementação, o que demonstra um maior retorno de nutrientes ao solo via excrementos animais.

Tabela 7 – Teores de Potássio (K) em $\text{Cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ nas profundidades 10 a 20 cm pré-semeadura da soja. K extraído com solução Mehlich-I. UTFPR, Dois Vizinhos – PR, 2024.

Suplementação	Doses de adubação K_2O 10 – 20 cm				Média
	0	30	60	90	
0%	0,11abB	0,21Aa	0,08bA	0,16abA	0,14b
0,3%	0,12aB	0,22Aa	0,17aA	0,13aA	0,16ab
0,5%	0,24aA	0,19Aa	0,18aA	0,18aA	0,20a
Média	0,16ab	0,21a	0,14b	0,15ab	---
CV(%)					27,30

Letras minúsculas na linha diferem entre si 5%. Letras maiúsculas na coluna diferem entre si 5%.

Fonte: Autoria Própria (2024).

Os níveis de suplementação 0% e 0,3% se demonstraram semelhantes estatisticamente, com valores de $0,14 \text{ mg dm}^{-3}$ e $0,16 \text{ mg dm}^{-3}$, respectivamente. Ao analisar os diferentes tratamentos de verão, a testemunha que por histórico recebe dosagem 0 em sulco de semeadura nas culturas de verão se demonstrou semelhante aos tratamentos que recebem as maiores taxas de adubação em sulco. O melhor resultado foi constatado na faixa de dosagem 30 kg/ha.

7.2 Níveis de nutrientes pós-cultura da soja

7.2.1 Níveis de P no solo

Os teores de nutrientes no solo se demonstraram iguais estatisticamente independente das dosagens de fertilizantes fosfatados e potássicos utilizados em sulco de semeadura, com resultados semelhantes quando comparadas a testemunha com dosagem 0 ao maior tratamento com dosagem 90 (Tabela 8).

Dentre os níveis de suplementações vale se destacar o tratamento sem suplementação (0%) que manteve o teor de P semelhante ao nível de suplementação 0,5% e ao mesmo tempo superior a suplementação de 0,3%.

Tabela 8 – Teores de Fósforo (P) em mg dm³ nas profundidades 0 a 10 cm pós-colheita da cultura da soja. P extraído com solução Mehlich-I. UTFPR, Dois Vizinhos – PR, 2024.

Suplementação	Doses de adubação P ₂ O ₅ 0 – 10 cm				Média
	0	30	60	90	
0%	10,67aA	9,93aA	10,82aA	9,69aA	10,27a
0,3%	7,38aA	13,06aA	9,56aA	7,87aA	9,46a
0,5%	14,96aA	11,91aA	12,05aA	10,40aA	12,33a
Média	11,00a	11,63a	10,81a	9,32a	---
CV(%)	38,92%				

Letras minúsculas na linha diferem entre si 5%. Letras maiúsculas na coluna diferem entre si 5%.

Fonte: Aatoria Própria (2024).

Para a profundidade 10 a 20 cm (Tabela 9) os teores de P no solo também não diferiram estatisticamente, com níveis de nutrientes semelhantes entre todas as variáveis.

Tabela 9 – Teores de Fósforo (P) em mg dm³ nas profundidades 10 a 20 cm pós-colheita da cultura da soja. P extraído com solução Mehlich-I. UTFPR, Dois Vizinhos – PR, 2024.

Suplementação	Doses de adubação P ₂ O ₅ 10 – 20 cm				Média
	0	30	60	90	
0%	4,57aA	6,34aA	5,85aA	5,35Aa	5,53a
0,3%	4,85aA	6,60aA	5,71aA	3,02Aa	5,04a
0,5%	5,57aA	12,85aA	6,03aA	5,10Aa	7,39a
Média	5,00a	8,60a	5,86a	4,49a	---
CV(%)	58,75%				

Letras minúsculas na linha diferem entre si 5%. Letras maiúsculas na coluna diferem entre si 5%.

Fonte: Aatoria Própria (2024).

Segundo Nunes *et al* (2011), em sistema de plantio direto os maiores teores de P são encontrados em profundidades de até 10 cm, e em menores quantias na camada 10 a 20 cm, o que explica a redução gradativa entre as diferentes análises.

A diminuição dos teores de P no solo quando comparado aos níveis pré-estabelecimento da cultura da soja em parte é explicada pela extração do nutriente pela cultura. De acordo com a Embrapa Soja (2008) são exportados 6,5 Kg de P₂O₅ por tonelada de grãos de soja produzidos.

Mas Peluco *et al* 2015, discorre que em solos altamente intemperizados a eficiência da adubação fosfatada acaba sendo baixa, em virtude do P acabar ficar imobilizado no solo por reações de precipitação, adsorção e fixação nos coloides minerais.

7.2.2 Níveis de K no solo

Não houve diferenças significativas nos teores de potássio pós-colheita da soja (Tabela 10) nas diferentes profundidades do solo.

Tabela 10 – Teores de Potássio (K) em $\text{Cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ nas profundidades 0 a 10 pós-colheita da cultura da soja. K extraído com solução Mehlich-I. UTFPR, Dois Vizinhos – PR, 2024.

Suplementação	Doses de adubação K_2O 0 – 10 cm				Média
	0	30	60	90	
0%	0,11aA	0,16Aa	0,26aA	0,17aA	0,18a
0,3%	0,13aA	0,35Aa	0,34aA	0,21aA	0,26a
0,5%	0,22aA	0,21Aa	0,22aA	0,20aA	0,21a
Média	0,15a	0,24a	0,27a	0,20a	---
CV(%)	48,88%				

Letras minúsculas na linha diferem entre si 5%. Letras maiúsculas na coluna diferem entre si 5%

Fonte: Aatoria Própria (2024).

A diminuição das quantias desse nutriente, quando comparada as medias pré-estabelecimento da cultura da soja, pode ser explicada pela extração do nutriente pela cultura. Getti & Roscoe (2017) sugerem que para produtividades médias de 3 t/ha são extraídos aproximadamente 114 kg/ha e exportados cerca de 60 kg/ha de K_2O , valores inferiores apenas ao nitrogênio, principal nutriente exigido pela cultura.

Ao analisar as medias das faixas de adubações em sulco, a testemunha de dosagem 0 demonstrou a menor média, algo esperado pelo não acréscimo de fertilizantes em sulco no estabelecimento da soja.

Para as camadas mais profundas entre 10 a 20 cm (Tabela 11) observa-se uma diminuição dos níveis de K no solo, com a menor média dentre os tratamentos de verão atribuído a testemunha, entretanto, semelhante ao tratamento de dosagem 90 kg/ha o qual recebe a maior carga de adubação.

Tabela 11 – Teores de Potássio (K) em $\text{Cmol}_c \text{ dm}^3$ nas profundidades 10 a 20 pós-colheita da cultura da soja. K extraído com solução Mehlich-I. UTFPR, Dois Vizinhos – PR, 2024.

Suplementação	Doses de adubação K_2O 10 – 20 cm				Média
	0	30	60	90	
0%	0,08aA	0,13Aa	0,22aA	0,12aA	0,14a
0,3%	0,09aA	0,21Aa	0,26aA	0,15aA	0,18a
0,5%	0,15aA	0,23Aa	0,14aA	0,12aA	0,16a
Média	0,11a	0,19 ^a	0,20a	0,13a	---
CV(%)					49,43

Letras minúsculas na linha diferem entre si 5%. Letras maiúsculas na coluna diferem entre si 5%.

Fonte: Autoria Própria (2024).

7.3 Produtividade da cultura da soja

Não houve diferenças entre na produtividades da soja sob doses de adubações potássicas e fosfatadas, e diferentes níveis de suplementação animal (Tabela 12).

Tabela 12 – Produtividade da cultura da soja em função de diferentes níveis de suplementação animal em pastagens hibernais e distintas doses de P_2O_5 e K_2O no sulco de semeadura da soja em SIPA. UTFPR, Dois Vizinhos – PR, 2024.

Doses $\text{P}_2\text{O}_5/\text{K}_2\text{O}$	Níveis de suplementação animal			Média
	0	0,3	0,5	
0-0	4521,14 ^{ns}	4471,15 ^{ns}	4534,09 ^{ns}	4508,8 ^{ns}
30-30	4662,23 ^{ns}	5359,41 ^{ns}	4750,58 ^{ns}	4924,1 ^{ns}
60-60	4396,33 ^{ns}	5089,18 ^{ns}	4570,79 ^{ns}	4685,4 ^{ns}
90-90	4888,3 ^{ns}	4863,29 ^{ns}	4885,06 ^{ns}	4878,9 ^{ns}
Média	4617,0 ^{ns}	4945,8 ^{ns}	4685,1 ^{ns}	---

Fonte: Autoria Própria (2024).

Um fator que pode sugerir este efeito é o uso da adubação de sistema, que ao ser realizada de maneira igualitária dentre todos os tratamentos resulta em um efeito residual eficiente, acarretando em efeitos benéficos em todos os componentes do ciclo de produção.

A média de produtividade no tratamento que recebeu apenas a adubação antecipada na pastagem hiberna, sem o acréscimo no sulco de semeadura foi de 4.508,8 kg/ha. O tratamento com adubação antecipada na pastagem hiberna mais o uso de 30 kg/ha de P_2O_5 e K_2O , respectivamente, no sulco de semeadura demonstrou o melhor resultado ao comparar a média dentre os três níveis de suplementação, ficando em 4.924,1 kg/ha. Ao tratamento com adubação antecipada na pastagem

hibernal mais o uso de 60 kg/ha de P_2O_5 e K_2O no sulco de semeadura resultou em uma produtividade de 4.685,4 kg/ha. O tratamento com a maior dose de P_2O_5 e K_2O no sulco de semeadura, aliado a adubação de sistema, resultou em produtividade de 4.878,9 kg/ha.

Desta forma, o uso de fertilizantes fosfatados e potássicos no momento da semeadura da soja não diferiram significativamente na produtividade da soja. Resultados semelhantes foram encontrados por Guareschi *et al* (2008), que ao realizarem estudos sobre a adubação fosfatada e potássica em semeadura e a lanço antecipada para a cultura da soja, não encontraram diferenças estatísticas na produtividade, sendo os melhores resultados encontrados ao utilizar P e K de forma isolada, sem acréscimo na linha de semeadura.

Ao comparar a produtividade da soja dentre os três distintos níveis de suplementação animal (0%, 0,3% e 0,5% do P.V), não foram encontradas diferenças estatísticas significativas, visto que é esperado que quanto maior o nível de suplementação animal, maior a taxa de retorno de nutrientes para o solo via dejetos animais, dada a maior nutrição animal, algo que não foi constatado no presente estudo. Gehlen (2020) ao avaliar o efeito da suplementação animal na produtividade da cultura da soja, demonstrou não haver resultados significativos.

Para a taxa de suplementação de 0% do P.V a média produtiva foi de 4.617,0 kg/ha. Já para a taxa de suplementação de 0,3% do P.V a média produtiva foi de 4.945,8 kg/ha, sendo a maior média produtiva dentre os três níveis de suplementação. Para a maior taxa de suplementação de 0,5% do P.V a média de produtividade foi de 4.685,1 kg/ha.

8 CONCLUSÃO

A utilização de diferentes níveis de suplementação animal (0%, 0,3% e 0,5% do P.V), não causou efeitos significativos sobre os teores de P e K no solo, não indicando efeito na produtividade da cultura da soja.

P e K aplicados de maneira antecipada em pastagens hibernais suprem a demanda da cultura da soja via efeito residual, quando comparadas as produtividades entre a testemunha e os tratamentos com diferentes dosagens de fertilizantes em sulco no momento da semeadura da soja. Pressupondo que a adubação de sistema pode ser utilizada em SIPA considerando a soja como a cultura lavoura no ciclo de produção de grãos.

REFERÊNCIAS

- AGROLINK. Bula Connect. **Agrolinkfito**, 2023. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/agrolinkfito/produto/connect_5820.html. Acesso em: 09. Out. 2023.
- ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L. de M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, p.711-728, 2013.
- ALVES, L. A.; TIECHER, T.; MARTINS, A. P. **Adubação do sistema: um novo conceito de adubação para sistemas integrados de produção agropecuária. MAIS SOJA**. Disponível em: <<https://maissoja.com.br/adubacao-do-sistema-um-novo-conceito-de-adubacao-para-sistemas-integrados-de-producao-agropecuaria/>>. Acesso em: 9 out. 2022.
- ASSMANN, A. L.; SOARES, A. B.; ASSMANN, T. S. (Ed.). Integração lavoura-pecuária para a agricultura familiar. Londrina: **Instituto Agrônomo do Paraná**, 2008. p.14-16.
- ASSMANN, T. S.; SOARES, A. B. Migrando da adubação de culturas para a adubação de sistemas por meio da Integração Lavoura-Pecuária. **ResearchGate**, 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/307856994_Migrando_da_adubacao_de_culturas_para_a_adubacao_de_sistemas_por_meio_da_Integracao_Lavoura-Pecuaria. Acesso em: 31 out. 2022.
- ASSMANN, T. S.; SOARES, A. B.; ASSMANN, A. L.; LEVINSKI, F.; CORRÊA, R. Adubação de Sistemas em Integração Lavoura-Pecuária / System Fertilization on Integrated Crop Livestock. **ResearchGate**, 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/321867672_Adubacao_de_Sistemas_em_Integracao_Lavoura-Pecuaria_System_Fertilization_on_Integrated_Crop_Livestock_Systems. Acesso em: 13 out. 2022.
- BARCELLOS, T. Adubação de sistemas: como ter mais economia e alta produtividade. **Blog da Aegro**, 2021. Disponível em: <<https://blog.aegro.com.br/adubacao-de-sistemas/#:~:text=A%20aduba%C3%A7%C3%A3o%20de%20sistemas%20%C3%A9%20uma%20estrat%C3%A9gia%20de%20manejo%20da,%C3%A9%20realizada%20de%20forma%20isolada.>>. Acesso em: 31 out. 2022.
- CABREIRA, M. A. F. **Levantamento de solos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Dois Vizinhos**. 2015. 63 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2015.
- CONAB. Acompanhamento Safra Brasileira de Grãos. **CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento**, Brasília, DF, v.11 – safra 2023/24, nº4 – Quarto

levantamento, janeiro 2024. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 13 jan. 2024.

CORDEIRO, L. A. M.; VILELA, L.; MARCHÃO, R. L.; KLUTHCOUSKI, J.; MARTHA JUNIOR, G. B. Integração lavoura-pecuária e integração lavoura-pecuária-floresta: estratégias para intensificação sustentável do uso do solo. **Cadernos de Ciências & Tecnologia**, Brasília, DF, v 32, n. 1/2, p. 15-43, jan./ago. 2015. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1039619/1/RobelioIntegracaOlavourapecuaria.pdf>. Acesso em: 11 out. 2022.

CORRÊA, J. C; MAUAD, M.; ROSOLEM, C. A. Fósforo no solo e desenvolvimento de soja influenciados pela adubação fosfatada e cobertura vegetal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 12, p. 1231–1237, 2004. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/pab/a/SYdBpthzsK556RRYhsjStGc/abstract/?lang=pt>>. Acesso em: 30 out. 2022.

DALL'AGNOL, A. Potássio, o segundo nutriente mais absorvido pela soja. **Blog da Embrapa Soja**, 2021. Disponível em: <[DUARTE, P. M.; SANTANA, V. T. P.; DALMAS, A. D.; FERRI, I. E. B. Integração Lavoura-Pecuária \(ILP\): Uma Revisão Literária. **UNICIÊNCIAS**, v. 22, n. 2, p. 106–109, 2018. Disponível em: <https://www.revista.pgsskroton.com/index.php/uniciencias/article/view/6609>. Acesso em: 11 out. 2022.](https://blogs.canalrural.com.br/embrapasoja/2021/03/15/potassio-o-segundo-nutriente-mais-absorvido-pela-soja/#:~:text=Depois%20do%20nitrog%C3%AAnio%2C%20o%20pot%C3%A1ssio,d e%2090%25%20das%20suas%20necessidades.&text=As%20plantas%2C%20igual%20que%20os,%2C%20tamb%C3%A9m%20precisam%20alimentar%2Dse.>>. Acesso em: 18 out. 2022.</p>
</div>
<div data-bbox=)

EMBRAPA, SOJA. Tecnologias de produção de soja-Região Central do Brasil 2009 e 2010. **Londrina: Embrapa Soja: Embrapa Cerrados: Embrapa Agropecuária Oeste**, 2008. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/242861/tecnologias-de-producao-de-soja---regiao-central-do-brasil-2009-e-2010>. Acesso em: 10 mar. 2024.

FERREIRA, E. V. D. E.; ANGHINONI, I.; ANDRIGHETTI, M. H.; MARTINS, A.P.; CARVALHO, P. C. D. F. Ciclagem e balanço de potássio e produtividade de soja em integração lavoura-pecuária sob semeadura direta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 1, p. 161–169, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/FwRQ5CtqY3GkDKJPJxyM9S/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 11 out. 2022.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia** (UFLA), v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

FILIPPI, D.; TIECHER, T. **Manejo da adubação fosfatada e potássica em sistema de produção de soja e ovinos de corte**. UFRGS, 2019. Disponível em:

https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/209614/Poster_65561.pdf?sequence=2. Acesso em: 13 out. 2022.

GEBIOMET. **Dados clima**. Grupo de estudos em Biometereologia, 2023. Disponível em: <https://www.gebiomet.com.br/pt/downloads>. Acesso em: 10 mai. 2023.

GEHLEN, J. C. Suplementação animal e trevo vesiculoso em sistemas de produção agropecuários: seus efeitos na produtividade do milho e soja e na ciclagem de nutrientes. 2020. 50f. **Dissertação (Mestrado em Zootecnia)** – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2020.

GITTI, D. C.; ROSCOE, R. Manejo e fertilidade do solo para a cultura da soja. **Tecnologia e Produção: Soja 2016/2017**, Fundação MS, 2017.

GLÉRIA, A. A.; SILVA, R. M.; SANTOS, A. P. P.; SANTOS, K. J. G.; PAIM, T. P. Produção de bovinos de corte em sistemas de integração lavoura pecuária. **Arquivos de zootecnia**, v. 66, n. 253, p. 141-150, 2017.

GUARESCHI, R. F.; GAZOLLA, P. R.; SOUCHIE, E. L.; ROCHA, A. C. Adubação fosfatada e potássica na semeadura e a lanço antecipada na cultura da soja cultivada em solo de Cerrado, Semina: **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 29, n. 4, p. 769-774, 2008.

GONÇALVES, S. L.; FRANCHINI, J. C. Integração lavoura-pecuária. Londrina: **Embrapa Soja**, 2007. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5782838/mod_resource/content/1/ILP_Embrapa.pdf. Acesso em: 10 out. 2022.

GOOGLE. **Google Earth website**. Disponível em: <https://earth.google.com/web/@-25.7024335,-53.09749964,544.23643775a,946.85991111d,35y,0.00000115h,0t,0r>. Acesso em: 25 mar. 2024.

JUNIOR, A. A. B.; FRANCHINI, J. C.; DEBIASI, H.; CONTE, O. Soja em sistema Integração Lavoura-Pecuária. **Embrapa soja**, cap 6, pag. 119-131, 2020. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/219415/1/p.-119-132-de-SP-17-2020-online.pdf>. Acesso em: 11 out. 2022.

NICOLOSO, R. S.; LANZANOVA, M. E.; LOVATO, T. Manejo das pastagens de inverno e potencial produtivo de sistemas de integração lavoura-pecuária no Estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**. v. 36, n. 6, p. 1799–1805, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/XRKqSQmX8MmT9fdsR58hhKc/?lang=pt&format=html>. Acesso em: 13 out. 2022.

NUNES, R. D. S.; SOUSA, D. M. G. D.; GOEDERT, W. J.; VIVALDI, L. J. Distribuição de fósforo no solo em razão do sistema de cultivo e manejo da adubação fosfatada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, p. 877-888, 2011.

OLIVEIRA, H. L. M. D. Adubação de Sistema. **Pioneer sementes**, 2015. Disponível em: <<https://www.pioneersementes.com.br/blog/65/adubacao-de-sistema>>. Acesso em: 29 out. 2022.

PELUCO, R. R.; JÚNIOR, J. M.; SIQUEIRA, D. S.; PEREIRA, G. T.; BARBOSA, R. S.; TEIXEIRA, D. B. Mapeamento do fósforo adsorvido por meio da cor e da suscetibilidade magnética do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 50, n. 3, p. 259-266, 2015.

PEREIRA, H. Fósforo e potássio exigem manejos diferenciados. **Visão agrícola** n. 9, 2009. Disponível em: <<https://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/VA9-Fertilidade04.pdf>>. Acesso em: 13 out. 2022.

RESENDE, A.V.; FONTOURA, S.M.V.; BORGHI, E.; SANTOS, F.C.; KAPPES, C.; MOREIRA, S.G.; OLIVEIRA JUNIOR, A.; BORIN, A.L.D.C. Solos de fertilidade construída: características, funcionamento e manejo. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 156, p. 1-19, dez. 2016. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1070008>. Acesso em: 18 out. 2022

RESENDE, A.V.; MARTINS, E.; OLIVEIRA, C. G.; KINPARA, D. L. Suprimento de potássio e pesquisa de uso de rochas “in natura” na agricultura brasileira. **Revista Espaço e Geografia**, Brasília, DF, v. 9, n. 1, p. 19-42, 2006. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/277880479_SUPRIMENTO_DE_POTASSIO_E_PESQUISA_DE_USO_DE_ROCHAS_IN_NATURA_NA_AGRICULTURA_BRASILEIRA. Acesso em: 20 out. 2022.

SALVADOR, M. Soja em Sistema Integração Lavoura-Pecuária. **Portal agriconline**, 2021. Disponível em: <<https://portal.agriconline.com.br/artigo/soja-em-sistema-integracao-lavoura-pecuaria/>>. Acesso em: 13 out. 2022.

SANTOS, M. S. Qual a importância da soja para a agricultura brasileira. **Equipe mais soja**, 2021. Disponível em: <<https://maissoja.com.br/qual-a-importancia-da-soja-para-a-agricultura-brasileira/>>. Acesso em: 13 out. 2022.

SILVEIRA, D. C.; FONTANELI, R. S.; FONTANELI, R. S.; REBESQUINI, R.; DALL'AGNOL, E.; PANISSON, F. T.; BOMBONATTO, M. C. P.; CEOLIN, M. Plantas de cobertura de solo de inverno em Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária. **Revista Plantio Direto & Tecnologia Agrícola**, v. 29, n. 173, p. 18-23, jan./fev. 2020. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1121117>>. Acesso em: 11 out. 2022.

SOARES, A. B.; AIOLFI, R. B.; BORTOLLI, M. A. D.; ASSMANN, T. S.; ZATTA, A. C. Produção animal e vegetal em Sistemas Integrados de Produção Agropecuária. **Simpósio de Produção Animal a Pasto**, v. 139, p. 139-144, 2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/292158165_Simposio_de_Producao_Animais_a_Pasto. Acesso em: 11 out. 2022.

VARELLA, A. C.; SANT' ANNA, D. M.; PILON, M.; PEREZ, N. B.; LAMPERT V. D. N. A integração lavoura-pecuária no contexto dos campos sul-brasileiros: a visão da Embrapa Pecuária Sul. **Embrapa Pecuária Sul-Artigo de divulgação na mídia**

(**INFOTECA-E**), 2014, p. 66- 70. Disponível em:
<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1008628/1/Varellaetal.pdf>.
Acesso em: 13 out. 2022.

VIANA, J. S.; BARBOSA, J. G.; SILVA, J. A.; BRITO, T. R. C.; BADJI, C. A.
Integração soja e pastagem: uma revisão de literatura. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 10, n. 5, p. 12, 2015. Disponível em: <<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7322076>>. Acesso em: 09 out. 2022.

VILAR, C. C.; VILAR, F. C. M. Comportamento do Fosforo em solo e planta. **Revista Campo Digital**, v. 8, n. 2, 2013. Disponível em:
<<https://revista2.grupointegrado.br/revista/index.php/campodigital/article/view/1664>>. Acesso em: 30 out. 2022.