

RESSALVA

Atendendo solicitação do autor,
o texto completo desta dissertação será
disponibilizado a partir de
20/08/2026.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA**

BIANCA MIDORI SOUZA SEKIYA

**USO DA MISTURA DE FORRAGEIRAS EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO
LAVOURA PECUÁRIA E SUA INFLUÊNCIA NA PRODUTIVIDADE DE SOJA, NA
RECRIA DE BOVINOS DE CORTE E NA QUALIDADE DO SOLO ARENOSO.**

Ilha Solteira - SP

2024

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
AGRONOMIA**

BIANCA MIDORI SOUZA SEKIYA

**USO DA MISTURA DE FORRAGEIRAS EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO
LAVOURA PECUÁRIA E SUA INFLUÊNCIA NA PRODUTIVIDADE DE SOJA, NA
RECRIA DE BOVINOS DE CORTE E NA QUALIDADE DO SOLO ARENOSO.**

Tese apresentada à Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Engenharia, Ilha Solteira, para obtenção do título de Doutora em Agronomia.

Área de Concentração: Sistemas de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Andreotti

Coorientador: Prof. Dr. Gelci Carlos Lupatini

Coorientador: Prof. Dr. Fábio Fernando Araújo

Ilha Solteira - SP

2024

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvida pela Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação

S463u Sekiya, Bianca Midori Souza.
 Uso da mistura de forrageiras em sistema de integração lavoura pecuária e sua influência na produtividade de soja, na recria de bovinos de corte e na qualidade do solo arenoso / Bianca Midori Souza Sekiya. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2024
 134 f. : il.

 Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Área de conhecimento: Sistemas de Produção, 2024

 Orientador: Marcelo Andreotti
 Coorientador: Gelci Carlos Lupatini; Fábio Fernando Araújo
 Inclui bibliografia

 1. Desempenho animal. 2. Plantio direto. 3. Multiespécies. 4. Sistemas integrados. 5. Entressafr. 6. Saúde do solo.

IMPACTO ESPERADO

A pesquisa tem valiosa contribuição para a agropecuária brasileira, uma vez que traz resultados científicos, comprovando e ajustando a prática do uso da mistura de gramíneas, utilizado empiricamente por produtores rurais no Brasil e a diversificação de espécies ao redor do mundo. O estudo traz ainda a diversificação dos sistemas de integração lavoura pecuária, especialmente em regiões marginais com condições edafoclimáticas limitantes ao desenvolvimento sustentável da produção de grãos e animal. Além do mais, as informações geradas na tese contribuíram para criação de produto comercial que tem sido amplamente difundido e comercializado por uma grande empresa do ramo agropecuário, o que valida não só o resultado científico, mas também a aplicabilidade prática do conteúdo gerado. Do ponto de vista científico, a pesquisa originará artigos publicados em periódicos nacionais e internacionais, que contribuirão para a difusão de conhecimento e divulgação das atividades de pesquisa da universidade. No contexto acadêmico, a pesquisa colaborou não somente para a formação profissional da discente, como também oportunizou a internacionalização por meio de programa de doutorado sanduíche, contribuindo para o fortalecimento das redes de contato internacionais que ratificam as cooperações científicas entre pesquisadores da Unesp e de universidades estrangeiras.

POTENTIAL IMPACT OF THIS RESEARCH

This research has a valuable contribution to Brazilian agriculture, since it brings scientific results, proving and adjusting the practice of using the mixture of grasses, used empirically by farmers in Brazil and the diversification of species around the world. The study also brings the diversification of crop-livestock integrated systems, especially in marginal regions, in which soil and climate conditions are limiting the sustainable development of grain and animal production. Furthermore, the information generated in the thesis contributed to the creation of a commercial product that has been marketed by a large company, which validates not only the scientific result, but also the practical applicability of the content generated. From a scientific point of view, the research will give rise to articles published in national and international journals, which will contribute to the dissemination of knowledge and the researches generated by the university. In the academic context, the research contributed not only to the professional training of the student, but also provided internationalization through a sandwich doctorate program, as well as to strengthening international contact networks that ratify scientific cooperation between researchers from Unesp and foreign universities.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: Uso da mistura de forrageiras em sistema de integração lavoura pecuária e sua influência na produtividade de soja, na recria de bovinos de corte e qualidade do solo arenoso

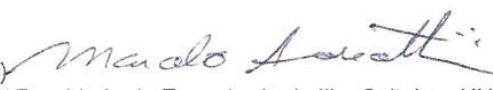
AUTORA: BIANCA MIDORI SOUZA SEKIYA

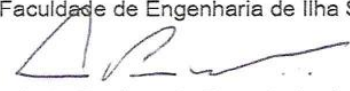
ORIENTADOR: MARCELO ANDREOTTI

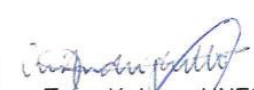
COORDENADOR: GELCI CARLOS LUPATINI

COORDENADOR: FÁBIO FERNANDO DE ARAÚJO

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Doutora em Agronomia, especialidade: Sistemas de Produção pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. MARCELO ANDREOTTI (Participação Presencial) 
Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP

Dr. GUSTAVO PAVAN MATEUS (Participação Presencial) 
Departamento de Descentralização do Desenvolvimento / Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios - APTA

Profa. Dra. CRISTIANA ANDRIGHETTO (Participação Presencial) 
Departamento de Produção Animal / Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas - UNESP

Prof. Dr. CARLOS ALEXANDRE COSTA CRUSCIOL (Participação Virtual) 
Departamento de Produção e Melhoramento Vegetal / Faculdade de Ciências Agrônômicas - UNESP

Prof. Dr. PAULO CÉSAR DE FACCIO CARVALHO (Participação Virtual) 
Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometereologia / Universidade Federal de Roraima - UFRGS

Documento assinado digitalmente
PAULO CESAR DE FACCIO CARVALHO
Data: 22/08/2024 05:58:59-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Ilha Solteira, 20 de agosto de 2024

Dedicatória

Aos meus pais, Yozo Sekiya e
Marlene de Souza Sekiya, que foram os
pilares desta grande realização.

Ao querido e amado Fábio de Moraes,
que foi e é infinitamente incansável em
seu suporte e apoio na realização dos
meus sonhos.

Aos meus sobrinhos João Miguel e João
Gabriel, que são exemplos do amor mais
puro que eu posso viver.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pelo dom da vida e por ser o semeador da esperança em todos os momentos. Aos meus pais Yozo e Marlene, pelo amor incondicional e dar todo o suporte para que meus sonhos fossem realizados.

Ao querido e amado Fábio de Moraes, por ser o completo suporte desde o primeiro momento desta caminhada e ser o maior apoiador do meu crescimento pessoal e profissional.

Às minhas irmãs Cíntia e Evelyn, por serem, além de tudo, minhas melhores amigas, estendendo aos meus cunhados Herivelton e João Paulo.

Ao querido orientador Marcelo Andreotti, que foi mais que professor, foi um grande amigo e pai conduzindo com muito amor e competência a arte de ensinar.

Incansáveis e imensuráveis agradecimentos ao meu coorientador, Gelci Lupatini, o qual me acompanhou como meu segundo pai, desde o início da minha jornada acadêmica. Seu suporte sempre foi e sempre será refúgio e abrigo para todos os momentos.

A todos os amigos do grupo de estudo por viabilizarem as coletas e por proporcionar momentos agradáveis: Guilherme Marangoni, Alexandre Batista, Fernando Bertolim, Jonas Reina, Taína Ferreira, Layra Araújo, Marcela Faveri, Gabriel Brejim, Thiago Santana, Jonas Camporezi, Cainã Carvalho.

A Equipe Andreotti, na qual fiz boas amizades, em especial ao Guilherme Leonel, Guilherme Vieira, Luiz Antônio Othechar, Gustavo Gonçalves, Aline Marchetti e Nelson Júnior pelo auxílio nas coletas de solo e análises.

Ao prof. Fábio Araújo pela orientação no trabalho e na condução das análises microbiológicas, juntamente da Gabriela Olivério.

A Facholi Sementes e Nutrição, pela área experimental, pelo suporte financeiro e pela oportunidade de poder fazer parte deste grande projeto. Agradecimento especial ao Jeferson Santos, pela dedicação na condução impecável do Centro de Pesquisa.

Ao Dr. Alan Franzluebbbers e toda a equipe do Soil Ecology and Management Lab, por permitir que eu aprimorasse os conhecimentos e vivesse uma experiência única na North Carolina State University.

À CAPES pela concessão da bolsa de estudos. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

A todos que estiveram direta ou indiretamente ligados à minha formação acadêmica, pessoal e profissional. Meu muito obrigada.

RESUMO

O objetivo geral da pesquisa foi avaliar o desempenho da soja e produção de bovinos de corte na fase de recria, na entressafra, com mistura de forrageiras em sistema de integração lavoura pecuária e os impactos destes nos atributos químicos, físicos, biológicos e na qualidade do solo. O experimento foi conduzido no município de Caiuá-SP, no período de março de 2020 a março de 2023, em delineamento experimental foi em blocos casualizados, com 6 tratamentos e 4 repetições. Os tratamentos foram: Soja em sucessão à pasto safrinha de *Urochloa ruziziensis*; Soja em sucessão pasto safrinha de *Urochloa brizantha* BRS Paiaguás; Soja em sucessão a pasto safrinha com mix de *Urochloa ruziziensis* (50%) com *Urochloa brizantha* BRS Paiaguás(50%); Soja em sucessão à pasto safrinha com mix de *Urochloa ruziziensis* (67%) com *Urochloa brizantha* BRS Paiaguás (33%); Soja em semeadura direta em sucessão a pousio na entressafra; Soja em preparo convencional do solo em sucessão a pousio na entressafra. Na fase pastagem, foi realizado pastejo contínuo com lotação variável com bovinos da raça Nelore. A produtividade de grãos da soja foi beneficiada pelo uso antecessor de pastos safrinhas, com efeitos semelhantes entre o cultivo de *U. ruziziensis* e *U. brizantha* BRS Paiaguás exclusivas ou consorciadas em diferentes proporções. Pastos safrinha com os mixes apresentam características produtivas, químicas e morfológicas semelhantes aos pastos das gramíneas exclusivas, com desempenho animal satisfatório e maior ganho de peso por área na mistura de 50% de *U. ruziziensis* com 50% de *U. brizantha* BRS Paiaguás. Os mixes não apresentaram diferenças significativas em relação ao uso destas forrageiras exclusivas nos atributos químicos, físicos e biológicos do solo. Entretanto, aos 3 anos de uso, o mix composto de 50% de *U. ruziziensis* e 50% de *U. brizantha* BRS junto com a BRS Paiaguás exclusiva foram os responsáveis pelas maiores evoluções nos atributos químicos e microbiológicos do solo, influenciando positivamente na qualidade do solo arenoso.

Palavras-chave: desempenho animal; fertilidade do solo; plantio direto; multiespécies, sistemas integrados; entressafra; saúde do solo.

ABSTRACT

The objective of the research was to evaluate the performance of soybean and production of beef cattle in the rearing phase, in the off-season, with a mixture of grasses in an integrated crop-livestock system and their impacts on chemical, physical, biological attributes and soil quality. The experiment was conducted in Caiuá, São Paulo State, from March 2020 to March 2023, in a randomized block experimental design, with 6 treatments and 4 replications. The treatments were: Soybean in succession to *Urochloa ruziziensis* off-season pasture; Soybean in succession to *Urochloa brizantha* BRS Paiaguás off-season pasture; Soybean in succession to off-season pasture with a mix of *Urochloa ruziziensis* (50%) with *Urochloa brizantha* BRS Paiaguás (50%); Soybean in succession to off-season pasture with a mix of *Urochloa ruziziensis* (67%) and *Urochloa brizantha* BRS Paiaguás (33%); Soybean (no-till) in succession to fallow in the off-season; Soybean in conventional soil preparation in succession to fallow in the off-season. In the pasture phase, continuous grazing with variable stocking rates was carried out with Nelore cattle. Soybean grain yield was benefited by the previous use of off-season pastures, with similar effects between the cultivation of *U. ruziziensis* and *U. brizantha* BRS Paiaguás exclusively or intercropped in different proportions. Off-season pastures with the mixes present productive, chemical and morphological characteristics similar to pastures of exclusive grasses, with satisfactory animal performance and greater weight gain per area in the mixture of 50% *U. ruziziensis* with 50% *U. brizantha* BRS Paiaguás. The mixes did not show significant differences in relation to the use of these exclusive forages in the chemical, physical and biological attributes of the soil. However, after 3 years of use, the mix composed of 50% *U. ruziziensis* and 50% *U. brizantha* BRS together with the exclusive BRS Paiaguás were responsible for the greatest evolutions in the chemical and microbiological attributes of the soil, positively influencing the quality of the sandy soil.

Keywords: animal performance; soil fertility; no-tillage; multispecies, integrated systems; off-season; soil health.

SUMÁRIO

1	CONSIDERAÇÕES GERAIS	10
1.1	INTRODUÇÃO	10
1.2	OBJETIVOS	12
1.2.1	Objetivos gerais	12
1.2.2	Objetivos específicos	12
1.3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
1.3.1	Mistura de gramíneas forrageiras	12
1.3.2	Matéria orgânica no solo em sistemas integrados	14
1.3.3	Atributos químicos, físicos e biológicos do solo	15
1.3.4	Produção animal na entressafra em sistemas integrados	17
	REFERÊNCIAS	19
2	DESEMPENHO AGRONÔMICO DA SOJA EM SUCESSÃO A PASTOS SAFRINHA COM MIX DE BRAQUIÁRIAS	22
2.1	INTRODUÇÃO	23
2.2	MATERIAL E MÉTODOS	24
2.2.1	Caracterização geral do experimento	24
2.2.2	Histórico da área experimental	27
2.2.3	Delineamento experimental e tratamentos	27
2.2.4	Implantação e condução da pastagem	28
2.2.5	Implantação e condução da soja	29
2.2.6	Avaliações	30
2.2.7	Análise estatística dos dados	31
2.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
2.4	CONCLUSÕES	44
	REFERÊNCIAS	45
3	CARACTERÍSTICAS DA FORRAGEM E DESEMPENHO ANIMAL EM PASTOS SAFRINHA COM MISTURA DE BRAQUIÁRIAS	49
3.1	INTRODUÇÃO	50
3.2	MATERIAL E MÉTODOS	51
3.2.1	Caracterização geral do experimento	51
3.2.2	Delineamento experimental e tratamentos	54
3.2.3	Implantação e condução dos pastos	54
3.2.4	Avaliações	56

3.2.5	Análise dos dados	58
3.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	58
3.3.1	Safrinha de 2021	58
3.3.2	Safrinha de 2022	65
3.4	CONCLUSÕES	77
	REFERÊNCIAS	78
4	ATRIBUTOS QUÍMICOS, FÍSICOS, MICROBIOLÓGICOS E QUALIDADE DO SOLO ARENOSO EM SISTEMAS DE INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA COM MIX DE BRAQUIÁRIAS	81
4.1	INTRODUÇÃO	82
4.2	MATERIAL E MÉTODOS	83
4.2.1	Caracterização geral do experimento	83
4.2.2	Delineamento experimental e tratamentos	84
4.2.3	Histórico da área experimental	85
4.2.4	Implantação e condução da pastagem	86
4.2.5	Implantação e condução da soja	87
4.2.6	Avaliações	88
4.2.7	Análise estatística dos dados	90
4.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	90
4.3.1	Atributos químicos na camada de 0 – 0,10 m	91
4.3.2	Atributos químicos na camada de 0,10 – 0,20 m	99
4.3.3	Atributos químicos na camada de 0,20 – 0,40 m	104
4.3.4	Atributos físicos na camada de 0,00 – 0,10 m	110
4.3.5	Atributos físicos na camada de 0,10 – 0,20 m	115
4.3.6	Atributos microbiológicos do solo	119
4.3.7	Atividade enzimática	125
4.4	CONCLUSÕES	128
	REFERÊNCIAS	129
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	133

1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

1.1 INTRODUÇÃO

Os sistemas integrados de produção agropecuária têm ganhado cada vez mais destaque no cenário da agropecuária brasileira, diante dos diversos resultados positivos que apresentam na intensificação da produção e adoção de sistemas mais sustentáveis. Dentre as modalidades, a integração lavoura pecuária (ILP) é a mais adotada entre os produtores, na qual a integração pode ocorrer por meio de rotação, consorciação e/ou sucessão das atividades de agricultura e de pecuária dentro da propriedade rural.

O objetivo preliminar da ILP é a produção de forragem na entressafra e cobertura de solo para o sistema plantio direto na palha, e tem se especializado com a percepção dos benefícios do pasto na produtividade da cultura da soja em sucessão. A expressiva quantidade de forragem e a qualidade dos pastos tem despertado o interesse dos produtores em aproveitar essa forragem na alimentação animal, intensificando e diversificando o uso da terra, onde há pastos recém-estabelecidos com qualidade e quantidade para conferir adequados ganhos de peso.

Sendo assim, a forrageira se torna um dos aspectos de maior relevância do sistema, pois características associadas a ela refletirão na produtividade animal, tanto quanto na produtividade da lavoura em sucessão, considerando que a pastagem serve como fonte direta de alimento aos animais e é formadora de palhada para o sistema plantio direto. Porém, um dos grandes desafios da produção de forragem é encontrar uma espécie vegetal que consiga suprir com excelência o fornecimento de forragem ao longo de todo o período de pastejo, uma vez que já é sabido as implicações da estacionalidade de produção devido as condições limitantes de água no solo e temperaturas no inverno, refletindo na redução da taxa de acúmulo e oscilações do valor nutritivo das plantas, que afetam diretamente o desempenho animal.

Para contornar o déficit de forragem nos períodos mais frios e secos do ano, no Sul do Brasil, o uso de pastagens de inverno cultivadas, sobretudo o consórcio entre aveia-preta e azevém, se consolidou como alternativa viável, mantendo a produção animal e os bons resultados zootécnicos ao longo do ano. A associação tem por objetivo aproveitar as diferentes sazonalidades de produção dessas espécies, sendo a aveia responsável pela produção de outono-inverno e o azevém de inverno-primavera (Carvalho *et al.*, 2010; Guzatti *et al.*, 2015).

Em condições tropicais, recentemente, despertou-se o interesse no consórcio entre diferentes gramíneas forrageiras com características que se adaptem ao sistema, para atender a

demanda constante de forragem em regiões importantes da produção animal, principalmente em ambientes de solos arenosos. A prática tem sido realizada de forma empírica, onde se tem um rápido estabelecimento e alta produção inicial de forragem (Barbosa *et al.*, 2018), requisitos essenciais para potencializar a produção animal na entressafra em sistemas de integração lavoura-pecuária. O uso é embasado no fenômeno de complementariedade entre as espécies, de modo que as características presentes em uma, complemente os requisitos escassos da outra.

Normalmente, a adoção desta prática com forrageiras tropicais vem aumentando em algumas regiões, porém, sem direcionamento comprovado por resultados de pesquisa sobre a semeadura, o manejo, proporções adequadas, entre outros, para que os materiais consorciados possam coexistir na mesma área, proporcionando os benefícios de interesse ao produtor. Outro ponto importante é a falta de informações com dados de pesquisa mais precisas em relação aos efeitos desta mistura sobre o manejo, fertilidade do solo e os impactos na cultura da rotação.

O resíduo das forrageiras contribui com sistema plantio direto, fortemente associado aos sistemas integrados de produção agropecuária. O acúmulo dos resíduos culturais, provenientes da integração de diferentes espécies botânicas na superfície, pressupõe o aumento ou manutenção da matéria orgânica do solo, promovendo melhoria dos atributos químicos, físicos e, principalmente biológicos (Paula *et al.*, 2014).

Em solos tropicais, o teor de matéria orgânica do solo é elencado como determinante da fertilidade do solo, dada sua propriedade tamponante para o fornecimento dos macros e micronutrientes às culturas, sendo necessário o conhecimento da fitomassa remanescente e o seu tempo de decomposição.

Portanto, técnicas como a mistura de forrageiras surgem dando novas alternativas para o produtor associar os benefícios da ILP com os aspectos técnicos da propriedade e aperfeiçoar o sistema de produção. Para isso, são necessários estudos detalhados destas misturas, nos quais os resultados de pesquisa sobre estes materiais vegetais, e sua utilização em sucessão a soja na entressafra para a produção de bovinos, serão estratégicas e contribuirão na intensificação da produção para agricultores e pecuaristas no Brasil, principalmente em situações de solos arenosos.

REFERÊNCIAS

- ALVES, T. D. S.; CAMPOS, L. L.; ELIAS NETO, N.; MATSUOKA, M.; LOUREIRO, M. F. Biomassa e atividade microbiana de solo sob vegetação nativa e diferentes sistemas de manejos. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 33, n. 2, 2011. DOI: <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v33i2.4841>.
- ANDERSON, T. H.; DOMSCH, K. H. Ratios of microbial biomass carbon to total organic carbon in arable soils. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 21, n. 4, p. 471-479, 1982.
- BONETTI, J. de A.; PAULINO, H. B.; SOUZA, E. D. de; CARNEIRO, M. A. C.; CAETANO, J. O. Soil physical and biological properties in an integrated crop-livestock system in the Brazilian Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 53, n. 11, p. 1239-1247, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0100-204x2018001100006>.
- BONETTI, J. A.; PAULINO, H. B.; SOUZA, E. D.; CARNEIRO, M. A. C.; SILVA, G. N. Influência do sistema integrado de produção agropecuária no solo e na produtividade de soja e braquiária. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiania, v. 45, n. 1, p. 104-112, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-40632015v4529625>.
- BRITO NETO, J. F.; CHAVES, F. F. A.; SILVA, A. L. P.; MESQUITA, E. F.; SOARES, C. S.; CRUZ, G. K. G.; FERRAZ, R. L. S.; PAIVA, F. R.; ARAÚJO, K. R. C.; MACEDO, R. S.; MELO, A. S. Soil health in an integrated production system in a Brazilian semiarid region. **Land**, Basel, v. 12, p. 2107, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/land12122107>.
- BRUAND, A.; HARTMANN, C.; LESTURGEZ, G. **Physical properties of tropical sandy soils**: a large range of behaviours. Khon Kaen: Hal Open Science, 2005.
- CALONEGO, J. C.; ROSOLEM, C. A. Estabilidade de agregados do solo após manejo com rotações de culturas e escarificação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 32, n. 4, p. 1399-1408, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0100-06832008000400004>.
- DADALTO, J. P.; FERNANDES, H. C.; TEIXEIRA, M. M.; CECON, P. R.; MATOS, A. T. Sistema de preparo do solo e sua influência na atividade microbiana. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 35, n. 3, p. 506-513, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/1809-4430-eng.agric.v35n3p506-513/2015>.
- DELATORRE, P. J.; DEBIASI, H.; FRANCHINI, J. C.; VICENTE, C. G. Qualidade física do solo em um sistema de integração lavoura-pecuária com diferentes pressões de pastejo. In: JORNADA ACADÊMICA DA EMBRAPA SOJA, 5., 2010, Londrina. **Resumos** [...]. Londrina: Embrapa Soja, 2010. p. 136-139. (Embrapa Soja. Documentos, 323). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/859387>. Acesso em: 01 ago. 2024.
- FLÁVIO NETO, J.; SEVERIANO, E. D. C.; COSTA, K. A. P.; GUIMARÃES JUNNYOR, W. S.; GONÇALVES, W. G.; ANDRADE, R. Biological soil loosening by grasses from genus *Brachiaria* in crop-livestock integration. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 37, n. 3, 2015. DOI: <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v37i3.19392>.

GAMA-RODRIGUES, E. F.; BARROS, N. F.; GAMA-RODRIGUES, A. C.; SANTOS, G. de A. Nitrogênio, carbono e atividade da biomassa microbiana do solo em plantações de eucalipto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 29, n. 6, p. 893-901, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0100-06832005000600007>.

GATIBONI, L. C.; COIMBRA, J. L. M.; DENARDIN, R. B. N.; PRADO WILDNER, L. Microbial biomass and soil fauna during the decomposition of cover crops in no-tillage system. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 35, n. 4, p. 1051-1057, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0100-06832011000400008>.

GUIMARÃES, N. F.; GALLO, A. S.; FONTANETTI, A.; MENEGHIN, S. P.; SOUZA, M. D. B.; MORINIGO, K. P. G.; SILVA, R. F. Biomassa e atividade microbiana do solo em diferentes sistemas de cultivo do cafeeiro. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, v. 40, n. 1, p. 34-44, 2017. DOI: <https://doi.org/10.19084/rca16041>.

HUNGARO, O. A. L.; CARVALHO, M. A. C. de; MARTINEZ, R. A. S.; ROQUE, C. G.; DALLACORT, R. Production systems and their impacts on the physical and microbiological characteristics of the soil in the Cerrado of Mato Grosso. **Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 55, 2024. DOI: <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20240010>.

JANEGITZ, M. C.; SOUZA, E. A.; ROSOLEM, C. A. *Brachiaria* as a cover crop to improve phosphorus use efficiency in a no-till oxisol. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 40, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/18069657rbcs20150128>.

MARTIN, T. N.; BRUM, M. S.; CUNHA, V. S.; SCHAEFER, P. E.; CECHIN, J.; PIZZANI, R. Grazing management under integrated crop-livestock system on physical soil attributes and grain yield soybean. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 70, n. 1, p. 61-66, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/0034-737x202370010007>.

MATSUOKA, M.; MENDES, I. C.; LOUREIRO, M. F. Biomassa microbiana e atividade enzimática em solos sob vegetação nativa e sistemas agrícolas anuais e perenes na região de Primavera do Leste (MT). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 27, n. 3, p. 425-433, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0100-06832003000300004>.

MERLIN, A.; HE, Z. L.; ROSOLEM, C. A. Ruzigrass affecting soil-phosphorus availability. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 48, n. 12, p. 1583-1588, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0100-204x2013001200007>.

MORAES, M. T.; DEBIASI, H.; FRANCHINI, J. C.; SILVA, V. R. Propriedades físicas do solo sob diferentes níveis de compactação em um latossolo vermelho distroférrico. In: JORNADA ACADÊMICA DA EMBRAPA SOJA, 6., 2011, Londrina. **Resumos expandidos [...]**. Londrina: Embrapa Soja, 2011. p. 51-55. (Embrapa Soja. Documentos 328). Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/909344>. Acesso em: 01 ago. 2024

NASCENTE, A. S.; STONE, L. F.; CRUSCIOL, C. A. C. Soil chemical properties affected by cover crops under no-tillage system. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 62, n. 4, p. 401-409, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/0034-737x201562040010>.

NEPOMUCENO, M. P.; SILVA, B. P.; GIANCOTTI, P. R. F.; PEREIRA, F. C. M.; ALVES, P. L. C. A. *Urochloa ruziziensis* desiccation, straw quantity and position on nodulation and production of soybean ‘M-SOY 7908 RR’. **Planta Daninha**, Jaboticabal, v. 37, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0100-83582019370100071>.

PAIVA FILHO, S. V.; TAVARES, R. L. M.; FERREIRA, C. S.; GONÇALO, T. P.; SILVA JUNIOR, J. F. Atributos físicos do solo em área com capim *Brizantha* e *Ruziziensis*. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, Viçosa, MG, v. 11, n. 1, p. 366–374, 2021. DOI: <https://doi.org/10.21206/rbas.v11i1.12846>.

PEREZ, K. S. S.; RAMOS, M. L. G.; MCMANUS, C. Nitrogênio da biomassa microbiana em solo cultivado com soja, sob diferentes sistemas de manejo, nos Cerrados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 40, n. 2, p. 137–144, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0100-204x2005000200006>.

PIRES, M. F. M.; MEDEIROS, J. C.; SOUZA, H. A.; ROSA, J. D.; BOECHAT, C. L.; MAFRA, Á. L.; NOLÊTO, K. C.; ROCHA, A. G. Conservation system improves soil microbial quality and increases soybean yield in the Northeastern Cerrado. **Bragantia**, Campinas, v. 79, n. 4, p. 599–611, 2020. Boletim Técnico do Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-4499.20200117>.

RODRIGUES, R. N.; REIS JUNIOR, F. B.; LOPES, A. A. C.; ROCHA, O. C.; GUERRA, A. F.; VEIGA, A. D.; MENDES, I. C. Soil enzymatic activity under coffee cultivation with different water regimes associated to liming and intercropped brachiaria. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 52, n. 3, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20200532>.

SILVA, I. F.; ARAÚJO NETO, S. E.; KUSDRA, J. F. Biological activity of soils under systems of organic farming, agroforestry and pasture in the Amazon. **Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 45, n. 3, p. 427–43, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/s1806-66902014000300001>.

STEFANOSKI, D. C.; SANTOS, G. G.; MARCHÃO, R. L.; PETTER, F. A.; PACHECO, L. P. Uso e manejo do solo e seus impactos sobre a qualidade física. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 12, p. 1301–1309, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/s1415-43662013001200008>.

STREIT, N. M.; CANTERLE, L. P.; CANTO, M. W. do; HECKTHEUER, L. H. H. As clorofilas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 3, p. 748–755, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0103-84782005000300043>.

TIECHER, T.; SANTOS, D. R.; RASCHE, J. W. A.; BRUNETTO, G.; MALLMANN, F. J. K.; PICCIN, R. Resposta de culturas e disponibilidade de enxofre em solos com diferentes teores de argila e matéria orgânica submetidos à adubação sulfatada. **Bragantia**, Campinas, v. 71, n. 4, p. 518–527, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0006-87052013005000010>.

TROIAN, D.; ROSSET, J. S.; MARTINS, L. F. B. N.; OZÓRIO, J. M. B.; CASTILHO, S. C. P.; MARRA, L. M. Carbono orgânico e estoque de carbono do solo em diferentes sistemas de manejo. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, Maringá, v. 13, n. 4, p. 1447–1469, 2020. DOI: <https://doi.org/10.17765/2176-9168.2020v13n4p1447-1469>.

VALICHESKI, R. R.; PAIM, T. P.; LEMES, B. C. C. P.; LELIS, F. V.; DE ASSIS, R. L.; ALVES, E. M.; CLAUDIO, F. L.; CALGARO JUNIOR, G. Atributos físicos do solo em área de ILP-PD com e sem pastejo e diferentes gramíneas. **Contribuciones a Las Ciencias Sociales**, Malaga, v. 17, n. 2, 2024. DOI: <https://doi.org/10.55905/revconv.17n.2-322>.

WERLE, R.; GARCIA, R. A.; ROSOLEM, C. A. Lixiviação de potássio em função da textura e da disponibilidade do nutriente no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 32, n. 6, p. 2297–2305, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0100-06832008000600009>.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A prática do uso de mix de forrageiras já é amplamente utilizada pelos pecuaristas no Brasil, embora confrontasse a ideia prévia de competição e incompatibilidade entre as espécies. O presente estudo vem para complementar o conhecimento empírico, baseado em informação científica, mostrando que a combinação de espécies complementares, nas proporções adequadas, é capaz de gerar resultados produtivos interessantes, sendo mais uma alternativa tecnológica ao produtor rural.

O presente estudo demonstra que a mistura de *U. ruziziensis* e *U. brizantha* BRS Paiaguás em pastos safrinha não afetam negativamente as características produtivas, químicas e morfológicas da forragem por efeito de competição, promovendo desempenho animal satisfatório e maior ganho de peso por área na mistura de 50% de *U. ruziziensis* e 50% de *U. brizantha* BRS Paiaguás, sendo viáveis para o uso como pasto safrinha em sistema de integração lavoura-pecuária.

Na sequência, a produtividade de grãos da soja é beneficiada pelo uso antecessor de pastos safrinhas, com efeitos semelhantes entre o cultivo de *U. ruziziensis* e *U. brizantha* BRS Paiaguás exclusivas ou consorciadas em diferentes proporções. Este resultado demonstra a capacidade dos pastos safrinhas, quando bem manejados, serem benéficos ao desempenho da soja em sucessão, onde a inclusão dos mixes de forrageiras, inclusive gerando maior ganho por área no mix 50:50, não afeta negativamente a produtividade da cultura cultivada em sucessão.

Considerando o solo como a base de todos os processos que ocorrem tanto no pasto quanto na soja, a avaliação dos atributos químicos, físicos e biológicos do solo demonstram que os pastos safrinha com o uso de braquiárias apresentaram melhorias em sistemas de integração lavoura pecuária, sem diferenças entre os mixes de *U. ruziziensis* e *U. brizantha* BRS Paiaguás, com destaque para a *U. brizantha* BRS Paiaguás exclusiva. Aos 3 anos de uso, o mix composto de 50% de *U. ruziziensis* e 50% de *U. brizantha* BRS junto com a BRS Paiaguás exclusiva foram os responsáveis pelas maiores evoluções nos atributos químicos e microbiológicos do solo. Porém, em condições tropicais, em solo arenoso, onde o acúmulo da matéria orgânica é prejudicado e a estabilização do sistema de plantio direto leva tempo, estudos de longo prazo poderão avaliar com maior precisão o efeito dos mixes no solo.

Ao longo dos anos, mesmo sem diferenças estatísticas, a produtividade acumulada da soja e o ganho de peso acumulado foram maiores no mix 50:50, se apresentando como uma alternativa mais eficiente ao uso da *Ruziziensis*, que tem sido a forrageira padrão mais utilizada nestes sistemas. Isto é, mesmo com maior exploração do solo e com maior extração de nutrientes, as características do solo são preservadas, inclusive apontando melhoria ao longo do tempo. Sendo

assim, sistemas de integração lavoura pecuária com pastos safrinha de *U. ruziziensis* e *U. brizantha* BRS Paiaguás misturadas na proporção adequada apresentam não somente maior produtividade animal e de soja, como também contribui para a melhoria da qualidade do solo arenoso, sendo uma prática sustentável e eficiente aos agricultores e pecuaristas do Brasil.