

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA

JOÃO VICTOR MACHADO RODRIGUES

SISTEMA DE INTEGRAÇÃO SOJA-SORGO-BRACHIARIA SOB DIFERENTES
FORMAS DE SEMEADURA

MONTE CARMELO

2025

JOÃO VICTOR MACHADO RODRIGUES

**SISTEMA DE INTEGRAÇÃO SOJA-SORGO-BRACHIARIA SOB DIFERENTES
FORMAS DE SEMEADURA**

Trabalho de Conclusão apresentado ao curso de Agronomia da Universidade Federal de Uberlândia, Campus Monte Carmelo, como requisito necessário para a obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Orientador (a): Douglas José Marques

MONTE CARMELO

2025

JOÃO VICTOR MACHADO RODRIGUES

**SISTEMA DE INTEGRAÇÃO SOJA-SORGO-BRACHIARIA SOB DIFERENTES
FORMAS DE SEMEADURA**

Trabalho de Conclusão apresentado ao curso de
Agronomia da Universidade Federal de
Uberlândia, Campus Monte Carmelo, como
requisito necessário para a obtenção do grau de
Engenheiro Agrônomo.

Monte Carmelo, 12 de maio de 2025

Banca Examinadora

Orientador: Douglas José Marques

(Gustavo Moreira Ribeiro)

Membro da Banca

(Marco Iony dos Santos Fernandes)

Membro da Banca

MONTE CARMELO

2025

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me permitido ter paciência e consistência na realização de um grande sonho meu e da minha família, por estar próximo da conclusão de curso em agronomia.

Reconhecer os apoios que os meus irmãos Ragson Rosa Rodrigues Júnior e Pedro Henrique Machado Rodrigues, do meu pai Ragson Rosa Rodrigues, da minha mãe Alessandra Aparecida dos Reis, da minha avó Nair Maria dos Reis e do meu tio Alexander Machado Reis me deram ao longo da minha trajetória na faculdade, mesmo diante de diversos empecilhos ao longo do caminho.

Agradecer a minha namorada Stéffany Lima Dutra, por ter me apoiado firmemente na minha vida acadêmica, ter superados diversos obstáculos comigo ao longo do tempo e de sempre ter confiado na minha pessoa.

Agradecer aos meus amigos Danilo Pires Ferreira, Felipe Ademar Souza Cardozo, Leonardo Matusita Soares de Rezende, Juliano Luiz Matusalém Vogel e Bruno Ribeiro Lima por me apoiar e dar conselhos ao longo da minha trajetória acadêmica.

Agradeço todo corpo de docente da Universidade Federal de Uberlândia *campus* Monte Carmelo – MG pelo excelente ensino proporcionado a nós alunos.

Agradecimento a todos os técnicos de laboratórios, por ter tido paciência conosco ao longo de todas as atividades no laboratório.

E por fim agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Douglas José Marques, pela confiança na minha pessoa, por ter me orientado na minha pesquisa e sempre que foi preciso estava disposto para ajudar nas atividades dentro e fora da faculdade.

RESUMO

A recuperação das pastagens degradadas é uma oportunidade para evitar a abertura de novas áreas na agricultura. Nesse sentido, as culturas da soja e sorgo pela sua rusticidade em áreas de abertura ou degradadas podem ser uma excelente opção para recuperação do solo. A braquiária desempenha um papel crucial nos sistemas integrados de consórcio, como a Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF), devido aos seus múltiplos benefícios agronômicos e ambientais. Além de fornecer forragem de qualidade para a alimentação animal, a braquiária contribui significativamente para a sustentabilidade e produtividade das propriedades agrícolas. Então, a integração com as brachiaria podem ser incorporadas no sistema de produção das culturas. Assim, a hipótese da pesquisa é que os diferentes métodos de semeadura da brachiaria interfere no consórcio com a soja-sorgo. O objetivo da pesquisa é avaliar os atributos químicos do solo da soja-sorgo em consórcio com a forrageira gerados em função do uso de sistemas integrados. O experimento deu-se após a colheita da soja, semeada no dia 13/10/2023, sendo assim disposto em delineamento em blocos casualizados, com 4 repetições. Os tratamentos foram constituídos em quatro métodos de semeadura da forrageira: (1) semeadura da forrageira a lanço no estágio fenológico final do sorgo; (2) semeadura na caixa de adubo de forma simultânea ao sorgo; (3) semeadura à lanço de forma simultânea na entrelinha do sorgo e (4) Controle - ausência da forrageira, com quatro repetições, totalizando 16 parcelas com 9 m² (3 x 3m). Conclui-se que com a pesquisa o teor de pH em água foi maior para o método de semeadura na caixa de adubo de forma simultânea ao sorgo e o teor de pH em CaCl₂ para o tratamento controle. Para os teores de potássio, cálcio e magnésio o método de semeadura que obteve melhor resultado foi do tipo de semeadura a lanço de forma simultâneo na entrelinha do sorgo. Na soma de bases e na CTC potencial o tipo de semeadura que obteve melhor resultado foi o a lanço de forma simultâneo na entrelinha do sorgo e para saturação por bases o tipo de semeadura controle foi o que teve um melhor percentual. Na avaliação do teor de matéria orgânica o tipo de semeadura que obteve melhor resultado foi o a lanço de forma simultânea na entrelinha do sorgo e para o teor de carbono orgânico a semeadura a lanço no estágio fenológico final do sorgo e a lanço de forma simultânea na entre linha do sorgo foi o que obteve melhor resultado.

Palavras-chave: Sistema integrado; ILP; degradação das pastagens; soja; braquiária; sorgo.

ABSTRACT

The recovery of degraded pastures is an opportunity to avoid the expansion of new agricultural areas. In this context, soybean and sorghum crops, due to their hardiness in newly opened or degraded areas, can be an excellent option for soil recovery. Brachiaria plays a crucial role in integrated intercropping systems, such as the Crop-Livestock-Forest Integration (CLFI) system, due to its multiple agronomic and environmental benefits. In addition to providing high-quality forage for animal feed, brachiaria significantly contributes to the sustainability and productivity of agricultural properties. Therefore, integrating brachiaria can be incorporated into crop production systems. Thus, the research hypothesis is that different brachiaria sowing methods affect the intercropping with soybean and sorghum. The objective of the research is to evaluate the soil chemical attributes in soybean-sorghum intercropped with forage, resulting from the use of integrated systems. The experiment was conducted after the soybean harvest, which was sown on October 13, 2023, and was arranged in a randomized block design with four replications. The treatments consisted of four sowing methods for the forage: (1) broadcasting the forage at the final phenological stage of sorghum; (2) sowing in the fertilizer box simultaneously with sorghum; (3) simultaneous broadcast sowing between the sorghum rows; and (4) control no forage, with four replications, totaling 16 plots of 9 m² (3 x 3 m). It was concluded that the soil pH in water was highest in the treatment where the forage was sown in the fertilizer box simultaneously with sorghum, while the pH in CaCl₂ was highest in the control treatment. For potassium, calcium, and magnesium levels, the best results were obtained with simultaneous broadcast sowing between the sorghum rows. For base sum and potential CEC, the same sowing method—simultaneous broadcasting between sorghum rows—yielded the best results. Regarding base saturation, the control treatment had the highest percentage. In the evaluation of organic matter content, the best result was also found in the simultaneous broadcast sowing between sorghum rows. For organic carbon content, the best results were obtained with broadcast sowing at the final phenological stage of sorghum and simultaneous broadcasting between the sorghum rows.

Keywords: Integrated system; ILP; pasture degradation; soybean; brachiaria; sorghum

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 REVISÃO DE LITERATURA	9
2.1 Degradação das pastagens	9
2.2 Integração lavoura-pecuária	10
2.3 Uso da soja-sorgo consorciada com Brachiaria	11
3 MATERIAL E MÉTODOS	12
3.1 Local do experimento	12
3.2 Cultura	13
3.3 Delineamento experimental	13
3.4 Coleta do solo e adubação	14
3.5 Manejo fitossanitário	15
3.6 Dessecação da brachiaria	15
3.7 Análise estatística	15
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	15
5 CONCLUSÃO	19
6 REFERÊNCIAS	19

1 INTRODUÇÃO

As pastagens são constituídas de gramíneas forrageiras cultivadas, das quais se destacam as introduzidas da África, que, em sua maioria, pertencem aos gêneros *Brachiaria*, *Panicum* e *Andropogon* (ANDRADE, 1994; MACEDO; ZIMMER, 2007; MACEDO, 2009).

O resultante da intervenção humana no uso e forragem da terra está entre os fatores que mais fornece insumo para mudanças ambientais mais profundas e sérias, cujas consequências podem se manifestar desde a escala parcial até a global (CAPITANI et al., 2016; ELLIS, 2015). O rápido aumento da degradação dos solos, principalmente em regiões extensas, tem se tornado uma das principais causas do declínio da integridade do meio ambiente, em tempos recentes (HASSAN et al., 2016; ÖZŞAHİN et al., 2018; ÖZŞAHİN; UYGUR, 2014).

A deterioração dessas áreas de cultivo está ligada à forma inadequada de gerenciamento, incluindo queimadas, falta de nutrientes e superlotação do pasto, levando ao crescimento de plantas daninhas e pouca proteção do solo (CÓSER et al., 1997; VITOR et al., 2008; PERON & EVANGELISTA, 2004). Além de afetar a produtividade forrageira e pecuária, a altura de manutenção da pastagem também pode alterar diversas propriedades do solo e a quantidade e qualidade da palha em semeaduras sucessivas em sistema de plantio direto (BALBINOT, J. & VEIGA, 2010).

A utilização de sistemas integrados de produção vem se tornando cada vez mais comum e essencial devido à urgência de ampliar a competitividade e garantir a sustentabilidade do setor agrícola no Brasil (FRANCHINI et al., 2015). Seu principal objetivo é otimizar os processos biológicos das plantas, animais e seus resíduos, promovendo a redução do uso de insumos e dos impactos ambientais (ASSIS et al., 2019; EMBRAPA, 2019).

O conceito de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) ou agrossilvipastoril consiste na união harmoniosa de três elementos essenciais: agricultura (lavoura), floresta (árvores e plantas frutíferas) e pecuária (gado de corte, leiteiro) (ASSIS et al., 2019; EMBRAPA, 2019). Uma série de benefícios podem ser alcançados com a adoção do ILP, entre os quais se destacam: diversificação de renda, redução de riscos, aumento de renda por área e redução de custos de produção principalmente devido à melhor qualidade do solo manejado em sistema de Plantio Direto (SPD) (BALBINOT et al., 2009; BALBINOT et al., 2011; VILELA et al., 2011; MORAES et al., 2014).

O cultivo da braquiária juntamente com o sorgo permite a produção de grãos e forragens, podendo ser utilizada para pastagem de safrinha. Além disso, o sorgo e a palha de *Brachiaria*

brizantha auxiliam no controle de plantas daninhas e na redução da infestação para a próxima safra (MELLO et al., 2004).

Uma vez que o consórcio de braquiária e sorgo é pouco utilizado na safrinha, há necessidade de maiores informações, sobretudo no que diz respeito às recomendações de implantação e exploração da produção de biomassa na entressafra, verificando o potencial de produção de grãos, massa seca e proteína bruta, em diversas formas de semeadura (SILVA, et al., 2014).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Degradação das pastagens

A deterioração das pastagens é um encadeamento de detrimento do vigor, da aptidão de recuperação natural das pastagens para sustentar as particularidades de produção e a qualidade exigida pelos animais, de produtividade e a habilidade de superar os efeitos maléficos de pragas, doenças e invasoras, tendo como resultado a degradação avançada dos recursos naturais em razão de manejos inadequados (MACEDO; ZIMMER, 1993).

Os aspectos intrínsecos, referentes à região e/ou o nível de tecnologia empregue no solo da propriedade, culmina em um procedimento complexo, envolvendo causas e efeitos, na diminuição da capacidade de suporte animal nas pastagens até o ápice da degradação (DIAS-FILHO, 2001).

As reflexões sobre os processos de degradação não obedecem a uma ordem previsível e uniforme, podendo variar em termos de sequência e intensidade conforme o ecossistema e o manejo aplicado. A transição da fase de manutenção para o início da degradação ainda é artigo de pesquisa, devido à cada produção apresentar circunstâncias particulares, assim, podemos levar em conta que os limites estabelecidos por este indicador são flexíveis e estão dentro de uma faixa, não sendo valores fixos específicos (MACEDO et al., 2012).

Os principais motivos que conduzem à degradação das pastagens incluem uma série de fatores: germoplasma inadequado ao local; uso inadequado de práticas de conservação do solo, sem preparo adequado do terreno como a correção da acidez, adubação, técnicas de plantio; utilização frequente do fogo, métodos e épocas de roçagem em excesso, sendo assim, resultando em exaustão dos recursos naturais, manifestada pela modificação do solo em sua composição,

evidenciadas pela compressão e a subsequente redução da capacidade de absorção e retenção de água, ocasionando o desgaste e o acúmulo de sedimentos em nascentes, lagos e rios (MACEDO et al., 2013)

Em estudos conduzidos por Kichel et al. (1999) sobre a seleção da planta forrageira mais adequada deve ser antecedida por uma análise diagnóstica, cujo histórico da área, incluindo-se o início de sua exploração, a espécie atualmente cultivada, a incidência de plantas daninhas e potencial ocorrência de pragas é ponto imprescindível a ser considerado. Em adição, as características edáficas além das variáveis climáticas, fatores relevantes para a avaliação.

Globalmente é comum encontrar áreas de pastagens degradadas devido ao desconhecimento, fatores econômicos e particularidades dos sistemas de produção, tornando as pastagens as que continuam a perder produtividade de forma constante (CARVALHO et al., 2017).

A deterioração de uma pastagem decorre da atenuação na produção de forragem, tanto em qualidade quanto em quantidade, inclusive durante períodos favoráveis ao crescimento. Em adição, há baixa taxa de regeneração natural de novas plantas, sendo assim, plantas invasoras de folhas largas começam a aparecer, competindo por nutrientes, e processos erosivos são observados devido à ação das chuvas (SOARES et.al., 1992).

2.2 Integração lavoura-pecuária

A integração lavoura-pecuária (ILP) se refere à prática de diversificar, rotacionar, consorciar e/ou alternar atividades agrícolas e pecuárias dentro da mesma propriedade rural, de modo integrado e harmônico. Visa proporcionar benefícios mútuos para ambos os setores, com a utilização econômica contínua do solo ao longo do ano, ou pelo menos na maior parte dele, promovendo um aumento na produção de grãos, carne e leite a um custo reduzido, devido à sinergia criada entre a lavoura e a pastagem (ALVARENGA et al., 2005).

Como uma alternativa viável para revitalizar áreas degradadas em climas tropicais e subtropicais, no caso do Brasil, a ILP utiliza-se da diversidade de culturas e animais proporcionando a recuperação do solo. No entanto, é crucial realizar um manejo adequado dos animais nessas áreas para evitar os efeitos adversos do pisoteio sobre o solo (HALLET et al. 2003; SOUZA et al. 2010).

No sistema integrado de produção agropecuária em plantio direto (SIPA-PD), um aspecto significativo é a utilização de gramíneas durante a fase de pastagem, em virtude de que

por seu sistema radicular vigoroso e pela alta produção de biomassa, esta cultura apresenta características que desempenham um papel fundamental na preservação da estrutura física do solo (BONETTI et al., 2015).

Assim, os ganhos proporcionados pela integração lavoura-pecuária para a estrutura física do solo se manifestam no desempenho das culturas subsequentes, mesmo em sistemas com variados níveis de pastagem, onde não há diminuição na produtividade das culturas (FLORES et al, 2007).

Em diversas regiões globais, há um acordo geral de que o uso periódico de pastagens perenes, compostas por gramíneas e/ou leguminosas, contribui para melhorar a qualidade do solo e aumentar a produtividade das culturas subsequentes. (GARCIA et al., 2004).

A estabilidade dos agregados, a macroporosidade e a condutividade hidráulica podem apresentar melhorias significativas com a adoção de rotação entre pastagens e culturas. Isso ocorre devido a três efeitos principais: a falta de aração durante o período de pastagem, a presença de um sistema radicular vigoroso que ajuda na agregação do solo, e uma maior atividade da macrofauna no ambiente das pastagens. Contudo, esses benefícios tendem a ser revertidos rapidamente quando o solo é preparado novamente para o cultivo de outras culturas (MARCHÃO, 2007).

2.3 Uso da soja-sorgo consorciada com *Brachiaria*

O plantio simultâneo de gramíneas e leguminosas no sistema de integração lavoura-pecuária tem levado a um notável aumento na biomassa microbiana do solo, impulsionado pela relação C/N (carbono/nitrogênio) resultante da interação entre diversas espécies além de intensificar a atividade de enzimas envolvidas na decomposição de resíduos vegetais o que consequentemente tem contribuído para um aumento na produção de grãos (DOS SANTOS LAROCA et al., 2018).

Adicionar a soja ao sistema fortalece a integração lavoura-pecuária e mitiga o risco do negócio, já que a soja tipicamente tem um custo de produção médio inferior e um valor de mercado mais alto quando comparada ao arroz, que por sua vez, enfrenta flutuações nos preços de venda e, por muitos anos, seus preços de mercado têm sido inferiores aos custos de produção (CASTILHO et al., 2023).

No caso do sorgo, uma cultura crucial em regiões com limitações hídricas devido à distribuição irregular das chuvas e longas secas, há uma falta de herbicidas específicos para

controle de gramíneas disponíveis no mercado, assim, destaca-se a importância de adotar práticas adequadas de plantio e escolha de forrageiras em sistemas integrados com essa cultura, além de práticas integradas de baixa tecnologia, econômicas e de fácil implementação no campo. Tais práticas visam a produção de forragem durante os períodos chuvosos e sua conservação para uso durante escassez de alimentos volumosos, essencial para sustentar a produção agropecuária nessas regiões (BRASIL, 2003).

Neste contexto, o cultivo do sorgo, juntamente com a braquiária, é considerado uma alternativa ao cultivo de grãos na região Centro-Oeste brasileira (HECKLER, 2002; SILVA et al., 2009), devido à adaptação a diferentes ambientes que se beneficiam de sistemas de cultivo direto (IKEDA et al., 2007).

As culturas de milho e sorgo têm sido amplamente preferidas nos consórcios com gramíneas forrageiras *Urochloa* spp. (Syn. *Brachiaria* spp.) e *Panicum maximum* devido à sua maior capacidade de competição na fase inicial de estabelecimento. Estratégias para mitigar essa competição incluem o plantio em épocas diferentes, o uso de doses reduzidas de herbicidas para diminuir a competição da forrageira com as culturas de grãos, e a configuração do arranjo das plantas (PORTES et al., 2000; COBUCCI & PORTELA, 2003; KLUTHCOUS & AIDAR, 2003; JAKELAITIS et al., 2004; FREITAS et al., 2005).

Gramíneas do gênero *Urochloa* (Syn. *Brachiaria*) têm alta habilidade para produção de forragem e em adição, formam biomassa com alta relação C/N e lignina/N, proporcionando persistência da palhada, característica importante principalmente em ambientes quentes, onde há rápida decomposição da cobertura de solo (TIMOSSI et al., 2007).

O capim pode ser semeado sozinho ou em consórcio com culturas de grãos (sorgo e milho safrinha) ou forrageiras anuais (milheto e sorgo forrageiro). Nestas parcerias, além de utilizar a forragem combinada, os resíduos da colheita de grãos (como "bandinha e casquinha de soja") são aproveitados como suplementos na alimentação animal durante a seca, tanto em pastejo quanto em confinamento (VILELA et al., 2011).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local do experimento

O ensaio foi conduzido na Universidade Federal de Uberlândia, Campus Monte Carmelo em Minas Gerais (Latitude 18° 43' 29" S; Longitude 47° 29' 55" W; e altitude média

de 870 m), na mesorregião do Alto Paranaíba. A temperatura média do local é 22,6 °C, a temperatura máxima média gira em torno de 31,0°C e a temperatura mínima média é 16,6 °C, anual (CLIMA.TODAY, 2024). O preparo de solo foi seguido pelo método do plantio direto, visando conservar a matéria orgânica da cultura anterior.

3.2 Cultura

A semeadura do sorgo ocorreu após a colheita da soja, no dia 09 de abril de 2024, utilizando a cultivar de sorgo *Morgan2220* na área experimental de 144 m², num total de 180 mil plantas por hectare.

3.3 Delineamento experimental

O experimento deu-se em delineamento em blocos casualizados, com 4 repetições, sendo que contêm quatro métodos de semeadura da forrageira brachiaria: (1) semeadura da forrageira a lanço no estágio fenológico final do sorgo; (2) semeadura na caixa de adubo de forma simultânea ao sorgo; (3) semeadura à lanço de forma simultânea na entrelinha do sorgo; (4) Controle (ausência da forrageira), com quatro repetições de cada tratamento, totalizando 16 parcelas com 9 m² (3 x 3m). Seguindo com a adubação de base e em cobertura seguindo as recomendações, de acordo com a 5ª aproximação (Ribeiro et al., 1999).

Tabela 1. Características químicas e textura do solo (LVd) antes da adubação do plantio.

Química ¹	Unidades	Inicial
pH em H ₂ O	-	5,90
pH em CaCl ₂	-	5,40
P	mg dm ⁻³	16,10
K	mg dm ⁻³	198,00
Ca	cmol _c dm ⁻³	3,65
Mg	cmol _c dm ⁻³	1,12
Al	cmol _c dm ⁻³	0,00
H+Al	cmol _c dm ⁻³	2,52
SB	cmol _c dm ⁻³	5,28

T	cmolc dm ⁻³	7,800
t	cmolc dm ⁻³	5,28
V	%	68,00
m	%	0,00
MO	dag kg ⁻¹	0,800
CO	dag kg ⁻¹	0,500
B	mg dm ⁻³	0,19
Cu	mg dm ⁻³	3,41
Fe	mg dm ⁻³	14,00
Mn	mg dm ⁻³	4,99
Zn	mg dm ⁻³	5,96
Textura²		
Argila	%	57
Silte	%	13
Areia	%	30

¹pH em água (1:2,5); ¹pH em CaCl² P e K por extração de Mehlich I, Ca, Mg e Al extraíveis por solução de KCl 1 mol L⁻¹; acidez potencial (H+Al); SB = saturação por bases; T = capacidade de troca catiônica em pH 7,0; t = capacidade de troca catiônica efetiva; m = índice de saturação de alumínio; V = Índice de saturação por bases; MO = teor de matéria orgânica; B e Zn através da metodologia da EMBRAPA (2009).

3.4 Coleta do solo e adubação

Para a realização da coleta de solo foi necessária a retirada da matéria orgânica da superfície, após o cultivo do sorgo. A quantidade de amostras simples coletadas em 20/09/2024 por parcela de cada tratamento, totalizando 20 amostras simples de cada tratamento. As amostras simples de 0 – 20 cm de profundidade foram uniformemente distribuídas realizadas pelo caminhar em zig-zag abrangendo toda subárea, levando em conta lugares típicos. Deste modo, a amostra composta foi obtida, pela junção de porções de solo de várias amostras simples que após misturadas e homogeneizadas originam a amostra composta.

A adubação de cobertura foi realizada seguindo as recomendações, de acordo com a 5ª aproximação (Ribeiro et al., 1999).

3.5 Manejo fitossanitário

Propondo-se há redução da interferência de pragas e doenças foliares, foram realizadas aplicações de inseticida e fungicida ao longo do ciclo da cultura, de acordo com a necessidade do local conforme o monitoramento diário. Para o manejo de insetos pragas que prejudica a cultura do sorgo, com o destaque para os pulgões-verdes (*Schizaphis graminum*) foi manuseado o inseticida a base de abamectina ($72,0 \text{ g L}^{-1}$), onde foi feita duas aplicações, a primeira no dia 08/05/2024 e a segunda no dia 20/05/2024. No manejo de doenças foliares, foram realizadas duas aplicações de fungicidas do grupo químico triazol e estrobirulina (300 mL ha^{-1}), nos dias 08/05/2024 e 20/05/2024, pensando no controle da antracnose (*Colletotrichum graminicola*).

3.6 Dessecação da brachiaria

Ao final do ciclo da cultura, foi realizado a aplicação de um herbicida de contato, a fim de acelerar o processo de entrega da planta. Foi usado o herbicida que pertence ao grupo químico bipiridílio, que tem na sua composição o diquat ($3,5 \text{ L ha}^{-1}$).

3.7 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância e, quando encontradas diferenças significativas, foi aplicado o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro. Todas as estatísticas foram realizadas no software *RStudio*.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Tabela 2 apresenta o teor de pH em água no solo em função dos métodos de semeadura da brachiaria, observamos que o pH em água foi superior para a semeadura na caixa de adubo de forma simultâneo ao sorgo. Já para o pH em CaCl_2 foi superior para o método de semeadura controle. As culturas de cobertura têm recebido considerável atenção de pesquisas recentemente como uma alternativa para melhorar a sustentabilidade dos sistemas de produção. Quando resíduos de plantas são deixados sobre o solo, isso pode fazer com que o pH da camada superficial aumente. Isso acontece porque há uma troca de íons, onde os íons de hidrogênio e

alumínio são substituídos por outros íons, como cálcio, magnésio, potássio e outros presentes no resíduo vegetal. Além disso, pode ocorrer a formação de complexos com o alumínio, o que também ajuda a elevar a saturação por bases e o pH do solo (AMARAL et al., 2004). Para os parâmetros químicos de qualidade dos solos sobre sistemas de produção (MAIA et al., 2025) encontrou que o tipo de cobertura vegetal alterou o pH do solo, levando de mesmo modo o aumento de pH com a utilização de adubos orgânicos. A cobertura vegetal e adubos orgânicos empregadas age no agrupamento de compostos orgânicos no solo, acrescendo o aumento de pH e CTC do solo e por conseguinte a liberação de ácidos orgânicos (MAIA et al., 2025).

Tabela 2. Teor do pH em função dos tipos de semeadura no sorgo consorciado com a *Urochloa ruziziensis* (syn. *Brachiaria ruziziensis*).

Métodos de semeadura	pH água	pH CaCl ₂
Lanço - estágio fenológico final do sorgo	5,80 C	5,10 D
Caixa de adubo de forma simultânea ao sorgo	6,40 A	5,50 B
Lanço - simultâneo na entrelinha do sorgo	6,20 B	5,40 C
Controle	6,20 B	5,70 A
CV %	0,23	1,09

Letras maiúsculas nas colunas comparam os tipos de semeadura da *Urochloa ruziziensis* indicando diferenças significativas em relação ao teste de Tukey ($p < 0,05$). As colunas correspondem às médias de quatro repetições e desvios padrão.

Para os teores de potássio, cálcio e magnésio o método de semeadura que obteve melhor resultado foi para o método a lanço de forma simultânea na entrelinha do sorgo (Tabela 3), em função dos tipos de semeadura da *Urochloa ruziziensis* (syn. *Brachiaria ruziziensis*) em consórcio com a sorgo. Plantas como milheto e braquiária se destacam por poderem ser cultivadas em sucessão às culturas comerciais de milho ou soja, possibilitando o desenvolvimento de pastagens na entressafra de verão, em sistemas agropastoris integrados, e a produção de palha para plantio direto (Soratto et al., 2011). Vários estudos mostraram que as culturas de cobertura têm efeitos benéficos nas propriedades do solo e na produtividade das culturas devido à produção de matéria vegetal, acúmulo e subsequente liberação de nutrientes por meio da decomposição da palha (Calonego et al., 2005; Torres et al., 2005; Boer et al., 2007). A palha na superfície do solo é uma reserva de nutrientes, cuja utilização pode ser rápida e acentuada (Rosolem et al., 2003) ou acelerada e lenta (Crusciol & Soratto, 2009), dependendo da interação entre as espécies utilizadas, manejo da biomassa vegetal (épocas de semeadura e colheita), umidade (condições pluviométricas), aeração, temperatura, atividade macro e

microbiana do solo, composição química da palha e tempo de permanência dos resíduos no solo (Oliveira et al., 1999; Alcântara et al., 2000; Calonego et al., 2005).

Tabela 3. Teor do potássio, cálcio e magnésio no solo em função dos tipos de semeadura no sorgo consorciado com a *Urochloa ruziziensis* (syn. *Brachiaria ruziziensis*).

Tipos de semeadura	K	Ca cmol _c dm ³	Mg
Lanço - estágio fenológico final do sorgo	0,28 B	2,79 C	0,84 C
Caixa de adubo de forma simultânea ao sorgo	0,29 B	2,03 D	0,62 D
Lanço - simultâneo na entrelinha do sorgo	0,32 A	3,94 A	1,24 A
Controle	0,28 B	3,81 B	1,12 B
CV %	4,63	0,50	1,16

Letras maiúsculas nas colunas comparam os tipos de semeadura da *Urochloa ruziziensis* indicando diferenças significativas em relação ao teste de Tukey (P < 05). As colunas correspondem às médias de quatro repetições e desvios padrão.

Os resultados apresentados na Tabela 4 para a soma de bases, observamos que o método da semeadura a lanço de forma simultânea na entrelinha do sorgo, obteve resultado superior em relação aos demais métodos de semeadura. Já a saturação por bases do tratamento controle, foi a que teve um melhor percentual, perante os demais métodos de semeadura. A capacidade de troca de cátions a pH 7,0, do tipo de semeadura a lanço de forma simultânea na entrelinha do sorgo foi o que teve um melhor resultado. Analisando a tabela inicial, observa-se uma melhoria nos teores da capacidade de troca de cátions no solo a pH 7,0, devido a um aumento no teor de matéria orgânica, aumentando a troca de íons H⁺ e Al³⁺ por Ca²⁺, Mg²⁺ e K⁺, o que corrobora a teoria e elucida o objetivo da pesquisa. A redução dos teores de matéria orgânica, afetam a troca catiônica, acidez, a dinâmica junto à viabilidade e teores de micro e macro nutrientes encontram-se ligados à perda de qualidade química do solo (CARDOSO & ANDREOTE, 2016).

Tabela 4. Soma de bases, capacidade de troca de cátions do solo a pH 7,0 e saturação por bases em função dos tipos de semeadura no sorgo consorciado com a *Urochloa ruziziensis* (syn. *Brachiaria ruziziensis*).

Tipos de semeadura	SB cmol _c dm ³	T	V %
Lanço - estágio fenológico final do sorgo	3,91 C	6,51C	60,1 D
Caixa de adubo de forma simultânea ao sorgo	2,94 D	4,74 D	61,9 C
Lanço - simultâneo na entrelinha do sorgo	5,51 A	8,41 A	65,5 B
Controle	5,21 B	7,01 B	74,3 A
CV %	0,65	0,50	0,43

Letras maiúsculas nas colunas comparam os tipos de semeadura da *Urochloa ruziziensis* indicando diferenças significativas em relação ao teste de Tukey ($P < 05$). As colunas correspondem às médias de quatro repetições e desvios padrão.

Para o teor de matéria orgânica no solo (Tabela 5) observamos aumento na semeadura a lanço de forma simultânea com o sorgo, em comparação com outros métodos de semeadura da *Urochloa ruziziensis* (syn. *Brachiaria ruziziensis*) em consórcio com o sorgo. Para o teor de carbono orgânico, observamos aumento para a semeadura da *Urochloa ruziziensis* (syn. *Brachiaria ruziziensis*) no estágio final da cultura do sorgo e a lanço de forma simultânea na entre linha do sorgo, em função dos demais tipos de semeadura. Grande parte dos impactos positivos do uso de plantas de cobertura no ciclo do nitrogênio está relacionada ao aumento do teor de carbono orgânico no solo, sendo que este está geralmente associado a um aumento no nitrogênio total (VILLAMIL et al., 2006), o que colabora para a redução das perdas de N para o ambiente (REICOSKY; FORCELLA, 1998). Assim ocorre a alteração da dinâmica do nitrogênio no solo, afetando principalmente os processos de mineralização junto à eficiência de absorção de fertilizantes pelas plantas e a percolação do N para camadas intrínsecas (VASCONCELLOS et al., 2001). A atividade de culturas de cobertura sincronamente com a adubação mineral, pode promover o acúmulo de nitrogênio orgânico no solo (SAINJU et al., 2005), embora esse efeito acarrete reações diversas dependentes do sistema adotado. Evidências foram percebidas sobre sistemas sem revolvimento do solo, estes apresentam aglomeração de matéria orgânica na camada superficial (0–7,5 cm), acréscimo na imobilização de N pela biomassa microbiana e consequentemente maior proveito do nitrogênio dos fertilizantes juntamente com aumento de biomassa da parte aérea do milho (FERNANDES et al., 1999).

Tabela 5. Teores da matéria orgânica e carbono orgânico em função dos tipos de semeadura no sorgo consorciado com a *Urochloa ruziziensis* (syn. *Brachiaria ruziziensis*).

Tipos de semeadura	MO	CO
	dag kg ⁻¹	
Lanço - estágio fenológico final do sorgo	2,75 B	1,67 A
Caixa de adubo de forma simultânea com o sorgo	2,53 C	1,47 C
Lanço - simultâneo na entrelinha do sorgo	2,88 A	1,60 A
Controle	1,62 D	0,94 D
CV %	0,75	0,68

Letras maiúsculas nas colunas comparam os tipos de semeadura da *Urochloa ruziziensis* indicando diferenças significativas em relação ao teste de Tukey ($P < 05$). As colunas correspondem às médias de quatro repetições e desvios padrão.

5 CONCLUSÃO

Conclui-se que com a pesquisa o teor de pH em água foi maior para o método de semeadura na caixa de adubo de forma simultânea ao sorgo e o teor de pH em CaCl_2 para o tratamento controle. Para os teores de potássio, cálcio e magnésio o método de semeadura que obteve melhor resultado foi do tipo de semeadura a lanço de forma simultânea na entrelinha do sorgo. Na soma de bases e na CTC potencial o tipo de semeadura que obteve melhor resultado foi o a lanço de forma simultânea na entrelinha do sorgo e para saturação por bases o tipo de semeadura controle foi o que teve um melhor percentual. Na avaliação do teor de matéria orgânica o tipo de semeadura que obteve melhor resultado foi o a lanço de forma simultânea na entrelinha do sorgo e para o teor de carbono orgânico a semeadura a lanço no estágio fenológico final da cultura do sorgo e a lanço de forma simultânea na entre linha do sorgo foi o que obteve melhor resultado.

Portanto o melhor tipo de semeadura é a semeadura a lanço de forma simultânea na entrelinha do sorgo, no qual, mostrou os melhores resultados nos teores de nutrientes, na soma de bases, capacidade de troca de cátions a pH 7,0, e nos teores de matéria orgânica e carbono orgânico.

6 REFERÊNCIAS

ALCÂNTARA, F. A. de; FURTINI NETO, A. E.; DE PAULA, M. B.; MESQUITA, H. A. de; MUNIZ, J. A. Adubação verde na recuperação da fertilidade de um Latossolo Vermelho Escuro degradado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, p. 277-288, 2000.

AMARAL, A. S.; ANGHINONI, I.; DESCHAMPS, F. C. Resíduos de plantas de cobertura e mobilidade dos produtos da dissolução do calcário aplicado na superfície do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, p. 115–123, 2004.

ALVARENGA, R. C.; NOCE, M. A. **Integração lavoura-pecuária**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2005.

ANDRADE, R. P. **Tecnologia de produção de sementes de espécies do gênero *Brachiaria***. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 11., 1994, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: FEALQ, 1994. p. 49-71.

ASSIS, P. C. R.; STONE, L. F.; OLIVEIRA, J. DE M.; WRUCK, F. J.; MADARI, B. E.; HEINEMANN, A. B. Atributos físicos, químicos e biológicos do solo em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta. **Agrarian**, v. 12, n. 43, p. 57–70, 2019.
<https://doi.org/10.30612/agrarian.v12i43.8520>

BALBINOT JUNIOR, A. A.; MORAES, A. de; VEIGA, M. da; PELISSARI, A.; DIECKOW, J. Integração lavoura-pecuária: intensificação de uso de áreas agrícolas. **Ciência Rural**, v.39, p.1925-1933, 2009

BALBINOT JUNIOR, A. A.; VEIGA, M. da. Fundamentos do sistema integração lavoura-pecuária. **Agropecuária Catarinense**, v. 23, p. 43-45, 2010.

BALBINOT JUNIOR, A. A.; VEIGA, M. da; MORAES, A. de; PELISSARI, A.; MAFRA, A. L.; PICCOLLA, C. D. Winter pasture and cover crops and their effects on soil and summer grain crops. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, p.1357-1363, 2011.

BOER, C. A.; ASSIS, R. L. de; SILVA, G.P.; BRAZ, A. J. B. P.; BARROSO, A. L. de L.; CARGNELUTTI FILHO, A.; PIRES, F. R. Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura na entressafra em um solo de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.1269-1276, 2007.

BONETTI, J. A. et al. Influência do sistema integrado de produção agropecuária no solo e na produtividade de soja e braquiária. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 45, p. 104-112, 2015.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Agrofit**. 2003. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons> 2010. Acesso em: 17 jun. 2024.

CALONEGO, J. C.; FOLONI, J. S. S.; ROSOLEM, C. A. Lixiviação de potássio da palha de plantas de cobertura em diferentes estádios de senescência após a dessecação química. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, p. 99108, 2005.

CARDOSO, E. J. B. N.; ANDREOTE, F. D. **Microbiologia do solo**. 2. ed. Piracicaba: ESALQ, 2016. 221 p.

CAPITANI, C. et al. From local scenarios to national maps: a participatory framework for envisioning the future of Tanzania. **Ecology and Society**, v. 21, n. 3. p. 1-33, 2016.

CARVALHO, W. T. V.; MINIGHIN, D. C.; GONÇALVES, L. C.; VILLANOVA, D. F. Q.; MAURICIO, R. M.; PEREIRA, R. V. G. Pastagens degradadas e técnicas de recuperação: Revisão. **Pubvet**, v.11, n.10, p.1036-1045, 2017.

CASTILHO, E. et al. Indicadores bio-econômicos na transição da monocultura do arroz para um sistema de integração lavoura-pecuária: um estudo de caso na região sul do Rio Grande do Sul. **Delos: desarrollo local sostenible**. v. 16, p. 1965-1993, 2023. <https://doi.org/10.55905/rdelosv16.n46-003>, 2023.

CLIMA. TODAY. **Clima em Monte Carmelo**, MG, BR. Disponível em: <https://clima.today/BR/MG/Monte-Carmelo/>. Acesso em: 13 maio 2025.

CRUSCIOL, C. A.; SORATTO, R. P. Nitrogen supply for cover crops and effects on peanut grown in succession under a no-till system. **Agronomy Journal**, v. 101, p. 4146, 2009.

COBUCCI, T.; PORTELLA, C. M. O. Manejo de herbicidas no Sistema Santa Fé e na braquiária como fonte de cobertura morta. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária** Santo Antonio de Goiás: Embrapa-CNPAF, 2003. p. 569.

CÓSER, A. C.; CRUZ, A. B. F.; MARTINS, C. E.; CARVALHO, L. A.; ALVIM, M. J.; FREITAS, V. P. Desempenho animal em pastagem de capim-gordura e braquiária. **Pasturas Tropicales**, v. 19, p. 14-19, 1997.

DIAS-FILHO, M. B. Os desafios da produção animal em pastagens na fronteira agrícola brasileira. **Revista Brasileira Zootecnia**, v. 40, p. 243-52, 2001.

DOS SANTOS LAROCA, J. V. et al. Qualidade do solo e produtividade de soja em sistema de integração lavoura-pecuária em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 53, n. 11, p. 1248-1258, 2018.

ELLIS, E. C. Ecology in an anthropogenic Biosphere. **Ecological Monographs**, v. 85, n. 3, p. 287-331, 2015.

EMBRAPA. **Integração lavoura-pecuária-floresta: noções técnicas 2019**. Disponível em: <<https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/view/8520/5306>>. Acesso em: 13 jun. 2024.

FERNANDES, L. A.; VASCONCELLOS, C. A.; FURTINI NETO, A. E.; ROSCOE, R.; GUEDES, G. A. A. Preparo do solo e adubação nitrogenada na produção de grãos e matéria seca e acúmulo de nutrientes pelo milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, p. 1.691-1.698, 1999.

FLORES, J. P. C. et al. Atributos físicos do solo e rendimento de soja em sistema plantio direto em integração lavoura pecuária com diferentes pressões de pastejo. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v. 31, n. 4, p. 771-780, 2007.

FRANCHINI, J. C. et al. Desempenho da soja em consequência de manejo de pastagem, época de dessecação e adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 50, n. 12, p. 1131–1138, dez. 2015.

FREITAS, F. C. L.; FERREIRA, L. R.; FERREIRA, F. A.; SANTOS, M. V.; AGNES, E. L.; CARDOSO, A. A.; JAKELAITIS, A. Formação de pastagem via consórcio de *Brachiaria*

brizantha com o milho para silagem no sistema de plantio direto. **Planta Daninha**, v. 23, p. 49-58, 2005.

GARCÍAPRÉCHAC, F.; ERNST, O.; SIRIPRIETO, G.; TERRA, J. A. Integrating notill into croppasture rotations in Uruguay. **Soil & Tillage Research**, v. 77, p. 113, 2004.

HALLETT, P. D. et al. Plant influence on rhizosphere hydraulic properties: direct measurements using a miniaturized infiltrometer. **New Phytologist**, Bristol, v. 157, n. 3, p. 597-603, 2003.

HASSAN, Z. et al. Dynamics of land use and land cover change (LULCC) using geospatial techniques: a case study of Islamabad Pakistan. **SpringerPlus**, v. 5, n. 812, p. 1-11, 2016.

HECKLER, J. C. Sorgo e girassol no outono-inverno, em sistema plantio direto, no Mato Grosso do Sul, Brasil. **Ciência Rural**, 32:517-520, 2002.

IKEDA, F. S.; MITJA, L. D. V.; CARMONA, R. Banco de sementes no solo em sistemas de cultivo lavoura-pastagem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, p. 1545-1551, 2007.

JAKELAITIS, A.; SILVA, A.F.; SILVA, A.A.; FERREIRA, L.R.; VIVIAN, R. Influência de herbicidas e de sistemas de semeadura de *Brachiaria brizantha* consorciada com milho. **Planta Daninha**, v. 23, p. 59-67, 2004.

KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H. Implantação, condução e resultados obtidos com o Sistema Santa Fé. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração lavoura-Pecuária Santo Antônio de Goiás**: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p.407-442.

KICHEL, A. N.; MIRANDA, C. H. B.; ZIMMER, A. H. Degradação de pastagens e produção de bovinos de corte com a integração agricultura x pecuária. In: SIMPOSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 1., 1999, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 1999. 201-234p.

MACEDO, M. C. M. et al. **Degradação de pastagens, alternativas de recuperação e renovação, e formas de mitigação**. Campo Grande-MS: Embrapa Gado de Corte; 2012.

MACEDO, M. C. M.; ZIMMER, A. H.; KICHEL, A. N.; ALMEIDA, R. G. de; ARAUJO, A. R. de. **Degradação de pastagens, alternativas de recuperação e renovação, e formas de mitigação.** In: Encontro de adubação de pastagens da scot consultoria - TEC - FÉRTIL, 1., 2013, Ribeirão Preto, SP. *Anais...* Bebedouro: Scot Consultoria, 2013. p. 158-181.

MACEDO, M. C. M.; ZIMMER, A. H. **Sistemas pasto-lavoura e seus efeitos na produtividade agropecuária.** In: FAVORETTO, V.; RODRIGUES, L. R. A.; REIS, R. A. (Eds.) Simpósio Sobre Ecossistemas das Pastagens, 2, 1993. Jaboticabal. *Anais...* Jaboticabal: FUNEP: UNESP, 1993, p.216-245.

MACEDO, M. C. M.; ZIMMER, A. H. Sistemas integrados de lavoura-pecuária na região dos Cerrados do Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA, 2007, Curitiba. *Anais...* [Curitiba]: UFPR; [S.l.]: UFRGS; [S.l.]: Ohio State University, 2007. 1 CD-ROM.

MACEDO, M. C. M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 38, p. 133-146, 2009.

MAIA, J. C. de S.; FERREIRA, P. A.; BASÍLIO, J. P.; MARTINS, L. A.; CECCHIN, L. Efeitos de diferentes plantas de cobertura e extrato orgânico sobre atributos químicos de um solo franco argilo arenoso. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 14, e158111435994, 2022. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i14.35994>.

MARCHÃO, R. L. **Integração lavoura pecuária num latossolo do cerrado: impacto na física, matéria orgânica e macrofauna.** 2007. 153p. *Tese* (Doutorado) Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

MELLO, L. M. M. et al. Integração agricultura-pecuária em plantio direto: produção de forragem e resíduo de palha após pastejo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 121-129, 2004.

MORAES, A. de; CARVALHO, P. C. de F.; LUSTOSA, S. B. C.; LANG, C. R.; DEISS, L. Research on integrated crop-livestock systems in Brazil. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, p. 1024-1031, 2014.

ÖZŞAHİN, E.; UYGUR, V. The effects of land use and land cover changes (LULCC) in Kuseyr plateau of Turkey on erosion. **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, v. 38, p. 478-487, 2014.

OLIVEIRA, P. de; KLUTHCOUSKI, J.; BORGHI, E.; CECCON, G.; CASTRO, G. S. A. Atributos da braquiária como condicionador de solos sob integração lavoura-pecuária e integração lavoura-pecuária-floresta. In: CORDEIRO, L. A. M.; VILELA, L.; KLUTHCOUSKI, J.; MARCHÃO, R. L. (org.). **Integração lavoura-pecuária-floresta: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. p. 333–353.

ÖZŞAHİN, E. et al. Land use and land cover changes (LULCC), a key to understand soil erosion intensities in the Maritsa Basin. **Water**, v. 10, n. 3, 2018.

PERON, A. J.; EVANGELISTA, A. R. Degradação de pastagens em regiões de cerrado. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, p. 655-661, 2004.

PORTES, T. de A.; CARVALHO, S.I.C. de; OLIVEIRA, I.P. de; KLUTHCOUSKI, J. Análise do crescimento de uma cultivar de braquiária em cultivo solteiro e consorciado com cereais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, p. 1349-1358, 2000.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (Ed.). **Recomendação para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do estado de Minas Gerais, 1999. 359 p

REICOSKY, D. C.; FORCELLA, F. Cover crop and soil quality interactions in agroecosystems. **Journal of Soil and Water Conservation**, Ankeny, v. 53, p. 224– 229, 1998.

ROSOLEM, C.A.; CALONEGO, J.C. & FOLONI, J.S.S. Lixiviação de potássio da palha de coberturas de solo em função da quantidade de chuva recebida. **R. Bras. Ci. Solo**, 27:355-362, 2003.

SILVA, A. G.; BARROS, A. S.; SILVA, L. H. C. P.; MORAES, E. B.; PIRES, R.; TEIXIERA, I.R. Avaliação de cultivares de sorgo granífero na safrinha no sudoeste do Estado de Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 39, p. 168-174, 2009.

SILVA, A. G. DA. et al. Consórcio sorgo e braquiária na entrelinha para produção de grãos, forragem e palhada na entressafra. **Revista Ceres**, v. 61, n. 5, p. 697–705, 2014.

SOARES, F. C. V.; MONTEIRO, F. A.; CORSI, M. Recuperação de pastagens degradadas de *Brachiaria decumbens*. 2. Variação sazonal de parâmetros bioquímico-fisiológicos. **Pasturas Tropicales**, v. 14, p. 7-13, 1992.

SAINJU, U. M.; WHITEHEAD, W. F.; SINGH, B. P. Carbon accumulation in cotton, sorghum, and underlying soil as influenced by tillage, cover crops, and nitrogen fertilization. **Plant and Soil, The Hague**, v. 273, p. 219-234, 2005.

SOUZA, E. D. et al. Soil aggregation in a crop-livestock integration system under no-tillage. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 34, n. 4, p. 1365-1374, 2010.

SORATTO, R. P.; ROSOLEM, C. A.; CRUSCIOL C. A. C. **Integração lavoura pecuária floresta: alguns exemplos no Brasil Central**. Botucatu: FEPAP, 2011. 110p.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; ANDRIOLI, I.; POLIDORO, J. C.; FABIAN, A. J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura em um solo de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, p. 609-618, 2005.

TIMOSSI, P. C.; DURIGAN, J. C.; LEITE, G. J. Formação de palhada por braquiárias para adoção do sistema plantio direto. **Bragantia**, v. 66, p. 617-622, 2007.

VASCONCELLOS, C. A.; MARRIEL, I. E.; SANTOS, F. G.; MAGALHÃES, P. C.; OLIVEIRA, C. A. Resíduos de sorgo e a mineralização do nitrogênio em Latossolo Vermelho fase cerrado. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, p. 373-379, 2001.

VILLAMIL, M. B.; BOLLERO, G. A.; DARMODY, R. G.; SIMMONS, F. W.; BULLOCK, D. G. No-till corn/soybean systems including winter cover crops: effects on soil properties. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 70, p. 1.936– 1.944, 2006.

VILELA, L.; MARTHA JUNIOR, G. B.; MACEDO, M. C. M.; MARCHÃO, R. L.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; PULROLNIK, K.; MACIEL, G. A. Sistemas de integração lavoura-pecuária na região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, p. 1127-1138, 2011.

VITOR, C. M. T.; FONSECA, D. M.; MOREIRA, L. M.; FAGUNDES, J. L.; NASCIMENTO, D. J.; RIBEIRO, J. I. J.; PEREIRA, A. L. Rendimento e composição química do capim-braquiária introduzido em pastagem degradada de capim-gordura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p. 2107-2114, 2008.