

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO - CAMPUS RIO VERDE
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**DESEMPENHO DE BOVINOS E EFEITO DO PASTEJO NA CULTURA
DA SOJA EM SISTEMA INTEGRADO DE PRODUÇÃO
AGROPECUÁRIA**

Autor: Luizmar Peixoto dos Santos
Orientador: Drº. Tiago do Prado Paim
Coorientadora: Dra. Darliane de Castro Santos

RIO VERDE – GO
Maio – 2021

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO - CAMPUS RIO VERDE
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**DESEMPENHO DE BOVINOS E EFEITO DO PASTEJO NA CULTURA
DA SOJA EM SISTEMA INTEGRADO DE PRODUÇÃO
AGROPECUÁRIA**

Autor: Luizmar Peixoto dos Santos
Orientador: Drº. Tiago do Prado Paim
Coorientadora: Prof.^a Dr.^a Darliane de Castro Santos

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – campus Rio Verde - Área de concentração Zootecnia.

Rio Verde – GO
Maio - 2021

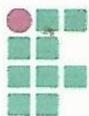
Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

SSA237
d Santos, Luizmar Peixoto
DESEMPENHO DE BOVINOS E EFEITO DO PASTEJO NA
CULTURA DA SOJA EM SISTEMA INTEGRADO DE PRODUÇÃO
AGROPECUÁRIA / Luizmar Peixoto Santos; orientador
Dr. Tiago do Prado Paim; co-orientadora Dr^a.
Darliane de Castro Santos. -- Rio Verde, 2021.
85 p.

Dissertação (Mestrado em PPGZ) -- Instituto
Federal Goiano, Campus Rio Verde, 2021.

1. Produção de forragem. 2. Digestibilidade. 3.
Desempenho animal. 4. Ciclagem de nutrientes. 5.
Produtividade de soja. I. Paim, Dr. Tiago do Prado,
orient. II. Santos, Dr^a. Darliane de Castro, co-
orient. III. Título.

Responsável: Johnathan Pereira Alves Diniz - Bibliotecário-Documentalista CRB-1 n°2376



TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese | <input type="checkbox"/> Artigo Científico |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dissertação | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia – Especialização | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input type="checkbox"/> TCC - Graduação | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Luizmar Peixoto dos Santos

Matrícula: 2019102310240109

Título do Trabalho: **Desempenho de bovinos e efeito do pastejo na cultura da soja em sistema integrado de produção agropecuária**

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: Não Sim, justifique: _____

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: / / _____

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Rio Verde, 29/07/2021.

Local/Data

Luizmar Peixoto dos Santos

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:

Triguanáfredo Lima

Assinatura do(a) orientador(a)



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
 MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
 SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
 INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Ata nº 44/2021 - NREPG-RV/CPG-RV/DPGPI-RV/CMPRV/IFGOIANO

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO

ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

Unidade do IF Goiano:	Campus Rio Verde	
Programa de Pós-Graduação :	Zootecnia	
Defesa de:	Dissertação	Defesa de número:116
Data: 28/05/2021	Hora de início: 08:00h	Hora de encerramento: 13:30h
Matrícula do discente:	2019102310240109	
Nome do discente:	Luizmar Peixoto dos Santos	
Título do trabalho:	Desempenho de bovinos e efeito do pastejo na cultura da soja em sistema integrado de produção agropecuária	
Orientador:	Tiago do Prado Paim	
Área de concentração:	Zootecnia/Recursos Pesqueiros	
Linha de Pesquisa:	Sustentabilidade na produção animal	
Projeto de pesquisa de vinculação	Impacto do pastejo em sistemas integrados de produção agropecuária	
Titulação:	Mestre em Zootecnia	

Nesta data, reuniram-se os componentes da Banca Examinadora, Dr. Tiago do Prado Paim (Orientador), Dr^a. Darliane de Castro Santos (Avaliadora externa), Dr. Emerson Trogello (Avaliador externo) e Dr^a. Kátia Aparecida de Pinho Costa (Avaliadora interna) sob a presidência do primeiro, em sessão pública realizada por vídeo conferência via Google Meet à distância, para procederem a avaliação da defesa de dissertação, em nível de Mestrado, de autoria de **LUIZMAR PEIXOTO DOS SANTOS**, discente do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia do Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde. A sessão foi aberta pelo presidente da Banca Examinadora, Tiago do Prado Paim, que fez a apresentação formal dos membros da Banca. A palavra, a seguir, foi concedida o(a) autor (a) da dissertação para, em 35 min., proceder à apresentação de seu trabalho. Terminada a apresentação, cada membro da banca arguiu o(a) examinado(a), tendo-se adotado o sistema de diálogo sequencial. Terminada a fase de arguição, procedeu-se a avaliação da defesa. Tendo-se em vista as normas que regulamentam o Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, e procedidas às correções recomendadas, a dissertação foi APROVADA, considerando-se integralmente cumprido este requisito para fins de obtenção do título de **MESTRE EM ZOOTECNIA**. A conclusão do curso dar-se-á quando da entrega na secretaria do PPGZ da versão definitiva da dissertação, com as devidas correções. Assim sendo, esta ata perderá a validade se não cumprida essa condição, em até **60** (sessenta) dias da sua ocorrência. A Banca Examinadora recomendou a publicação dos artigos científicos oriundos dessa dissertação em periódicos de circulação nacional e/ou internacional, após procedida as modificações sugeridas. Cumpridas as formalidades da pauta, a presidência da mesa encerrou esta sessão de defesa de dissertação de mestrado, e foi lavrada a presente Ata, que, após lida e achada conforme, será assinada pelos membros da Banca Examinadora.

Decisão da banca: Aprovada

Esta defesa é parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna do IF Goiano.

Documento assinado eletronicamente por:

- Katia Aparecida de Pinho Costa, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 28/05/2021 20:07:01.
- Darliane de Castro Santos, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 28/05/2021 18:22:31.
- Emerson Trogello, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 28/05/2021 16:10:51.
- Tiago do Prado Paim, MEDICO VETERINARIO, em 28/05/2021 16:09:33.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 28/05/2021. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 273857
Código de Autenticação: 7ce7446739



“Ensinou a amar a vida, não desistir de lutar, renascer da derrota, renunciar às palavras e pensamentos negativos. Acreditar nos valores humanos e a ser otimista. Aprendi que mais vale tentar do que recuar... Antes acreditar que duvidar, o que vale na vida não é o ponto de partida e sim a nossa caminhada”

Cora Coralina

Aos meus pais, meu filho e Shirley Paula da Silva pela motivação e apoio de mais uma etapa importante em minha vida. Dedico também aos meus amigos e professores que fizeram parte desse longo processo de conquistas.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me conceder a vida, permitir a realização dos meus sonhos, merecedor de toda a honra e glória. Que continue abençoando minha vida assim como minha profissão, dando-me forças, saúde e coragem, fazendo com que eu busque me aperfeiçoar com novos conhecimentos e, sempre amando minha profissão.

Aos meus pais, Valdemar Peixoto dos Santos e Ângela Senhorinha dos Santos, por não medir esforços para dar condições para que eu concluísse mais uma etapa em minha vida, agradeço a Deus por eles existirem em minha vida, pois, são pessoas guerreiras que fazem o possível para dar o melhor aos filhos, educando-os no princípio da verdade, honestidade e amor.

Ao meu filho, Matheus Peixoto de Lima, que tanto apoiou me, auxiliando nas coletas de dados e na execução de cada etapa do projeto, no momento da quarentena do COVID 19, deixo aqui meus sinceros agradecimentos por ter um filho que sempre esteve ao meu lado, apoiando e auxiliando para meu crescimento pessoal e profissional, que Deus abençoe sempre sua vida. Aos meus irmãos, sobrinhos e demais familiares que fazem parte da minha vida e sempre estão me apoiando. Não posso aqui deixar de agradecer a uma colega Vanessa Nunes Leal que contribuiu no desenvolvimento do trabalho.

Ao orientador, Tiago do Prado Paim, um profissional que sempre terá minha gratidão, uma pessoa de imputável caráter e amigo. Agradeço por me orientar, disponibilizando seu tempo para esclarecer e expor suas considerações. Quero também prestar meus agradecimentos à coorientadora Dra. Darliane de Castro Santos, sempre disponível, profissional que têm meu respeito e admiração.

Meus professores da Pós-Graduação: Adriano Carvalho Costa, Ana Paula Cardoso Gomide, Darliane de Castro Santos, Katia Cylene Guimarães, Marco Antônio

Pereira da Silva. Pessoas que sempre estiveram à disposição, só tenho a agradecer e pedir a Deus para que continue sempre abençoando. Obrigado pelos debates de aprendizado discutidos em sala de aula.

BIOGRAFIA DO AUTOR

Luizmar Peixoto dos Santos, filho de Valdemar Peixoto dos Santos e Ângela Senhorinha dos Santos. Nasceu em 19 de abril de 1975, na cidade de Iporá - GO, iniciou sua formação profissional no primeiro semestre de 1996, quando ingressou no curso Engenharia Agrônômica, pela Universidade Federal de Goiás – Goiânia. Desde então atuou como profissional no estado de Mato Grosso e Goiás, em 2014 ingressou no curso de Engenharia Civil pela Faculdade de Iporá - FAI, concluindo em 2019. No mesmo ano ingressou no Programa de Pós-Graduação no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, campus Rio Verde, no mestrado em Zootecnia, submetido a banca avaliadora em 28 de maio de 2021.

ÍNDICE GERAL

	Página
ÍNDICE DE TABELAS	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
1. INTRODUÇÃO GERAL	19
2. REVISÃO DE LITERATURA	21
2.1 Produção animal e o efeito do pastejo no sistema integrado de produção agropecuário	21
2.2 Consórcio de culturas graníferas e forrageiras	22
2.3 Sistema de plantio	23
2.4 Cultivo de soja em sistema de integração agricultura-pecuária	24
3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS	26
4 OBJETIVOS.....	35
4.1 Objetivo geral.....	35
4.2 Objetivo específico	35
5. Capítulo I -Desempenho animal e produção de forragem em sucessão à soja	
no cerrado brasileiro	36
5.1 INTRODUÇÃO	38
5.2 MATERIAL E MÉTODOS	40
5.2.1 Área experimental e tratamentos	40
5.2.2 Produção de massa seca e composição química da forragem	41
5.2.3 Desempenho animal	42
5.2.4 Análises estatísticas	44
5.3 RESULTADOS	44
5.3.1 Produção e composição química da forragem	44
5.3.2 Desempenho Animal	56
5.4 DISCUSSÃO	57
5.5 CONCLUSÃO	60
5.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61

6. Capítulo II - Influência da presença de palhada de forrageiras na produtividade de soja em sistemas integrados de produção agropecuária	65
6.1 INTRODUÇÃO	68
6.2 MATERIAL E MÉTODOS	70
6.2.1 Caracterização da área experimental	70
6.2.2 Cultivo da cultura de soja	72
6.2.3 Componentes de produtividade	72
6.2.4 Produção de biomassa e acúmulo de macronutrientes	74
6.2.5 Velocidade de decomposição da biomassa	74
6.2.6 Análise estatística	76
6.3 RESULTADOS	76
6.3.1 Dinâmica da decomposição da biomassa (liteira)	76
6.3.2 Dinâmica de liberação dos macronutrientes	78
6.3.3 Produção de soja	81
6.4 DISCUSSÃO	83
6.5 CONCLUSÃO	86
6.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	87
7. CONCLUSÃO GERAL.....	92

ÍNDICE DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Médias de composição de fibra e digestibilidade “ <i>in vitro</i> ” da forragem de <i>Brachiaria ruziziensis</i> , <i>Brachiaria brizantha</i> cv. BRS Xaraés e <i>Panicum maximum</i> cv. BRS Quênia na entrada dos bovinos em pastejo nos anos de 2019 e 2020.....	48
Tabela 2. Composição química da forragem <i>Brachiaria ruziziensis</i> , <i>Brachiaria brizantha</i>) cv. BRS Xaraés e <i>Panicum maximum</i> cv. BRS Quênia na entrada dos bovinos em pastejo nos anos de 2019 e 2020.....	50
Tabela 3. Médias de composição de fibra e digestibilidade “ <i>in vitro</i> ” da forragem de <i>Brachiaria ruziziensis</i> , <i>Brachiaria brizantha</i> cv. BRS Xaraés e <i>Panicum maximum</i> cv. BRS Quênia, na saída dos bovinos em pastejo nos anos de 2019 e 2020.....	53
Tabela 4. Médias de composição da forragem de <i>Brachiaria ruziziensis</i> , <i>Brachiaria brizantha</i> cv. BRS Xaraés e <i>Panicum maximum</i> cv. BRS Quênia, na saída dos bovinos das áreas de pastejo nos anos de 2019 e 2020.....	55

Tabela 5. Valores médios de desempenho de bovinos nas forrageiras <i>Brachiaria ruziziensis</i> , <i>Brachiaria brizantha</i> cv. BRS Xaraés e <i>Panicum maximum</i> cv. BRS Quênia nos anos de 2019 e 2020	56
Tabela 6. Valores médios de desempenho animal de bovinos nas forrageiras <i>Brachiaria ruziziensis</i> , <i>Brachiaria brizantha</i> cv. BRS Xaraés e <i>Panicum maximum</i> cv. BRS Quênia e nos anos de 2019 e 2020.....	57
Tabela 1. Caracterização química da área experimental antes da implantação do sistema integrado de produção agropecuário (SIPA).....	71
Tabela 2. Valores médios de altura das plantas, população final de planta e produtividade de soja (<i>Glycine max</i>) na safra 2018/2019 antes da implantação do experimento.....	71
Tabela 3. Coeficientes da equação exponencial $y = y_0 \cdot e^{-at}$ da velocidade de decomposição da liteira após a dessecação avaliando os efeitos das espécies forrageiras e do pastejo durante o ciclo da cultura da soja na safra 19/20.....	77
Tabela 4. Matéria seca da liteira em tonelada (y_0), constante de decomposição de liteira (a) e equação da velocidade de decomposição da liteira após dessecação das diferentes forrageiras no período de 120 dias.....	78
Tabela 5. Média de matéria seca em tonelada (y_0), constante de decomposição de liteira (a) e equação de velocidade de decomposição nos sistemas com e sem pastejo nas diferentes cultivares forrageiras no período de 120 dias.....	78
Tabela 6. Valores médios de matéria seca de liteira e macro e microelementos liberados em $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ no tempo de 120 dias da palhada das forrageiras Quênia, Ruziziensis e Xaraés após a dessecação para plantio da cultura da soja (<i>Glycine max</i>) safra (2019/2020).....	80
Tabela 7. Resultado da análise de modelos mistos para as variáveis fitotécnicas da soja (média por quadrados mínimos) nas safras 2019/2020 e 2020/2021.....	82

ÍNDICE DE FIGURAS

Página

- Figura 1.** Dados climáticos mensais de temperatura e precipitação pluvial durante o período do experimento nos dois anos 2019 e 2020, extraídos da Estação Meteorológica instalada no Instituto Federal Goiano campos Iporá-GO..... 40
- Figura 2.** Disponibilidade de matéria seca (MS) das forrageiras *Brachiaria ruziziensis*, *Brachiaria brizantha* cv. BRS Xaraés e *Panicum maximum* cv. BRS Quênia em sistemas com e sem pastejo nos anos de 2019 e 2020 após colheita da cultura de soja..... 45
- Figura 3.** Quantidade de nutrientes digestíveis total (NDT) e proteína bruta (PB) em % MS das forrageiras *Brachiaria ruziziensis*, *Brachiaria brizantha* cv. BRS Xaraés e *Panicum maximum* cv. BRS Quênia em sistemas com e sem pastejo nos anos de 2019 e 2020 após colheita da cultura de soja..... 46

LISTA DE SÍMBOLOS, ABREVIACÕES E UNIDADES

ILP - Integração Lavoura-Pecuária

SPD - Sistema de plantio direto

SPC - Sistema de preparo convencional

SIPA - Sistemas integrados de produção agropecuária

CFN - Carboidrato não fibroso

CFN - Carboidrato não fibroso

EE - Extrato etéreo

NDT - Nitrogênio digestível total

PIDA - Proteína insolúvel em detergente ácido

PIDN - Proteína insolúvel em detergente neutro

PB - Proteína bruta proteína digestível

PD - Proteína digestível

FDA - Fibra em detergente ácido

FDN_{mo} - Fibra em detergente neutro na matéria orgânica

dFDN_{30mo} - Digestibilidade da fibra em detergente neutro em 30 horas

dFDN_{120 mo} - digestibilidade da fibra em detergente neutro em 120 horas

dFDN_{p24} - Digestibilidade da fibra em detergente neutro padronizado em 24 horas

dFDN_{p30} - Digestibilidade da fibra em detergente neutro padronizado em 30 horas

dFDN_{p48} - Digestibilidade da fibra em detergente neutro padronizado em 48 horas

dFDN_{p240} - Digestibilidade da fibra em detergente neutro padronizado em 240 horas

KdFDN - Taxa de passagem da fibra em detergente neutro

CNF - Carboidrato não fibroso

kg leite(tMS^{-1}) - Produção de leite por tonelada de matéria seca

% - Porcentagem

MS - Matéria seca

kg - Quilograma

ha - Hectare

GP - Ganho em peso

GPD - ganho em peso por dia

UA - Unidade animal

ph - Acidez do solo

Al - Alumínio

Ca - Cálcio

Mg - Magnésio

N - Nitrogênio

K - Potássio

P - Fósforo

S - Enxofre

SB - Saturação por base

CTC - Capacidade de troca catiônica

cm - Centímetro

KCL - Cloreto de potássio

P_2O_5 - Pentóxido de fósforo

PMG - Peso de mil grãos

MIP - Manejo integrado de pragas

DAD - Dia após dessecação

Y0 - Quantidade de matéria seca no início

a - Constante de decomposição da biomassa seca

t - Tempo em dias após dessecação

RESUMO GERAL

SANTOS, Luizmar Peixoto dos

Desempenho de bovinos e efeito do pastejo na cultura da soja em sistema integrado de produção agropecuária 2021. 82p Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Zootecnia). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, Rio Verde, GO, 2020.

O sistema de integração lavoura pecuária consiste em diversificação de culturas promovendo rotação/sucessão em uma mesma área com baixo impacto ao meio ambiente. Nesse sistema a produção de forragem na entressafra, é uma importante ferramenta para aumentar a produtividade dos animais e ainda, ser capaz de formar biomassa suficiente, para dar condições de promover o sistema de plantio direto da cultura em sucessão e fornecer ao solo nutriente proveniente da sua decomposição. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do pastejo e diferentes espécies forrageiras após consórcio com a soja na integração lavoura-pecuária, mensurando a produção de forragem, desempenho animal, produção de biomassa, velocidade de decomposição e liberação de nutrientes acumulados na liteira e produtividade da soja. O experimento foi conduzido em 12 parcelas, sendo 4 repetições de cada espécie forrageira: *Brachiaria ruziziensis*, *Brachiaria brizantha* cv. BRS Xaraés e *Panicum maximum* cv. BRS Quênia. Cada parcela contava com uma subparcela não pastejada. Não houve diferença na média de dois anos na produção de forragem entre as forrageiras, assim como no desempenho animal para ganho em peso total e ganho em peso diário e lotação por hectare. A decomposição e liberação de nutrientes da liteira foi maior nas áreas pastejadas. A produtividade de soja não diferiu entre as espécies forrageiras e áreas com e sem pastejo.

Palavras-chave: Produção de forragem, digestibilidade, desempenho animal, biomassa, ciclagem de nutrientes, produtividade de soja.

ABSTRACT

SANTOS, Luizmar Peixoto dos. Animal production and grazing effect on soybean in crop-livestock integrated system. 2021. 82p Dissertation (Postgraduate Program in Animal Science). Federal Institute of Education, Science and Technology Goiano – Campus Rio Verde, Rio Verde, GO, 2020.

The crop-livestock integrated system consists on crop diversification, promoting rotation/succession in the same area with low environmental impact. In this system, forage production in the off-season is an important tool to increase animal productivity and also be able to produce enough biomass to provide conditions for direct seeding system of the crop in succession and provide the soil with nutrients from its decomposition. This study aimed to evaluate grazing effect and different forage species in succession to soybean in crop-livestock integrated system, measuring the forage production, animal productivity, biomass production, decomposition rate and nutrient release, and soybean yield. The experiment was carried out in 12 plots with 4 replications of each forage species: *Brachiaria ruziziensis*, *Brachiaria brizantha* cv. BRS Xaraés e *Panicum maximum* cv. BRS Quênia. Each plot had an ungrazed subplot. There was no difference in animal performance regarding total weight gain and daily weight gain and stocking per hectare among forages. As for dry matter production, there was no difference between forage cultivars. For decomposition and nutrient release from the litter, the areas where the animals entered for grazing promoted greater cycling of macro and micronutrients, compared to areas without grazing. Soybean grain yields did not differ between forage species and grazing or not.

Keywords: forage production, digestibility, animal performance, biomass, nutrient cycling, soybean yield.

1. INTRODUÇÃO GERAL

O sistema de integração lavoura-pecuária (ILP) é uma excelente alternativa para intensificação e diversificação da produção, rotação de culturas, recuperação dos solos e de pastagens degradadas (Cordeiro et al., 2015). Esse sistema busca na mesma área o cultivo de pastagens destinadas à produção animal, e culturas destinadas à produção vegetal, especialmente grãos (Balbinot et al., 2009).

Atualmente, os sistemas ILP envolvendo culturas forrageiras do gênero *Brachiaria* e *Panicum* se destacam como ferramenta para intensificação da exploração de áreas destinadas à agropecuária no Brasil (Seidel et al., 2014). As plantas forrageiras disponibilizam forragem para uma safra de bovinos, com grande volume de biomassa após o pastejo ou dessecação, com ciclagem de nutrientes, principalmente potássio e fósforo (Crusciol et al., 2016).

O cultivo consorciado de espécies forrageiras tropicais, como a *Brachiaria*, destaca-se pela sua alta relação C/N (> 40), possibilitando maior tempo de meia vida, protegendo o solo por um período maior (Franchini et al., 2015; Calonego et al., 2012).

A presença de animal dentro do sistema de produção agropecuária torna o ambiente extremamente dinâmico, modifica padrões de distribuição dos nutrientes no solo, e melhora utilização dos nutrientes no sistema (Wilkins, 2008). Ainda, favorece a reciclagem de nutrientes, com imobilização dos nutrientes pela forrageiras de maneira temporária sob a superfície do solo na forma biomassa (Moraine et al., 2017; Pariz et al., 2017). Com o pastejo, ocorre a liberação ou mineralização mais rápida dos nutrientes presente na biomassa da pastagem durante o ciclo produtivo da cultura de grão (Assmann et al., 2017).

O acúmulo de compostos orgânicos no solo, melhora a capacidade de retenção e disponibilidade de água nas culturas implantadas, atuando no controle cultural de plantas indesejáveis, insetos e doenças (Assmann et al., 2014; Franchini et al., 2014; Nie et al., 2016; Schuster et al., 2016).

O sistema ILP, por se tratar de um sistema intensivo de produção, depende de encontrar o equilíbrio na combinação dos diversos fatores produtivos e do grau de conhecimento sobre a interação solo-planta-animal. De forma que a combinação das atividades proporcione elevado rendimento, seja no componente animal e no vegetal (Balbinot et al., 2009).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Produção animal e o efeito do pastejo no sistema integrado de produção agropecuário

O Brasil detém cerca de 182,5 milhões de hectares com pastagens cultivadas, sendo 21,46% do território do nacional com a gramínea do gênero *Brachiaria*, responsável por 70% do recobrimento total dessa área (Lemaire et al., 2014). Em 2018 havia cerca de 99,3 milhões de hectares com pastagens em algum nível de degradação (Lapig 2018). Como consequência, da adoção de práticas agropecuárias extensivas e extrativistas, de baixo comprometimento com a sustentabilidade dos sistemas produtivos, por parte dos pecuaristas (Anghinoni et al., 2013).

Diante da realidade de áreas destinada à pecuária com pastagens degradadas, o ILP veio como iniciativa de incorporar lavouras sobre essas áreas “improdutivas” proporcionando melhoria da fertilidade do solo para melhor aproveitamento para as gramíneas, resultando em maior produção e qualidade de forragem, elevando o potencial produtivo dos sistemas pastoris em áreas de culturas anuais, em consequência do aproveitamento de fertilizantes residuais da cultura de grãos (Moraes et al., 2014; Guarnieri et al., 2019).

Em sistemas mais complexos, que incluem a presença de pastagem com o animal em áreas agrícolas, onde o animal atua como acelerador nos processos (mineralização e ciclagem de nutrientes), beneficiando as culturas subsequentes (Moraine et al., 2014). A presença de animais sob pastejo moderado pode melhorar as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (Carvalho et al., 2010).

Andreolla et al. (2015) ao analisando o efeito do pastejo sobre os atributos físicos do solo no sistema integrado de produção agropecuário, verificaram que pastejo com ovinos, em sistema de lotação contínua, com controle da taxa de lotação animal e manutenção da massa de forragem consorciada com aveia + azevém e adubação com nitrogênio, não alteraram a densidade, a macro e micro porosidade e a porosidade total no Latossolo.

Estudos de dois anos avaliando as propriedades químicas do solo em sistemas de integração lavoura-pecuária, observaram que os teores de matéria orgânica, cálcio,

magnésio e fósforo, aumentaram na camada de 0,0 – 20,0 cm Bonini et al., (2016). Outro estudo na região subtropical com azevém sob pastejo, aumentou a disponibilidade de P (122%) e K (38%), refletindo uma melhora na ciclagem de nutrientes em relação às áreas sem pastejo (Silva et al., 2014).

A presença de animais promove o aumento do carbono da biomassa microbiana e nitrogênio, em comparação com o sistema de plantio direto sem pastejo (Bonetti et al., 2018). Estudo comparando a fauna invertebrada em cinco sistemas produtivos, conclui que a presença de animais em pastejo favorece na manutenção da diversidade da fauna invertebrada no solo (Portilho et al., 2011).

2.2 Consórcio de culturas anual e forrageiras tropicais

O ILP é um sistema de produção sustentável que integra a produção agrícola com a pecuária, e geralmente no verão, cultivam-se grãos com importância econômica, seguido pelo estabelecimento do consórcio de soja, milho, sorgo, milheto e girassol com a forrageira ou apenas forrageira para alimentação dos animais no outono-inverno (Ambus et al., 2018), sendo uma opção para aumentar a produtividade dos grãos, bem como a renovação de pastagens degradadas, principalmente na região de Cerrado no Brasil (Vilela et al., 2012).

A escolha correta da forrageira é extremamente importante para o sucesso do sistema integrado, visto que necessita de pasto para os animais, e ser capaz de agregar biomassa na superfície do solo, uma vez que devem ser considerados os fatores climáticos característicos de cada região e tipo de solo (Costa et al., 2015a).

As espécies de *Brachiarias* tem sido implantada durante a safrinha, em razão do crescimento inicial lento reduzindo a competição com a cultura principal (Pacheco et al., 2011). O consórcio em sistemas ILP é possível, devido o diferencial de tempo e espaço no acúmulo de biomassa entre as espécies graníferas e forrageiras (Pereira et al., 2011).

A *Brachiaria ruziziensis* é uma das forrageiras mais utilizadas para o sistema de plantio direto no Cerrado (Pariz et al., 2010). Foi testado no início do sistema de integração, por apresentar características de porte baixo, crescimento estolonífero, com produção satisfatória de forragem, sensível ao herbicida glyphosate e alta relação C / N (>40), reduzindo a taxa de decomposição e protegendo o solo contra erosão e ação da radiação solar por mais tempo (Pariz et al., 2011; Costa et al., 2014; Carvalho et al., 2011).

A forrageira *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés é recomendada para solos de média fertilidade e se destaca também pelo elevado valor nutritivo, maior velocidade de rebrota, rápido crescimento e maior produção de forragem, particularmente no período da seca, refletindo em alta capacidade de suporte animal e maior produtividade por área (Flores et al. 2008; Costa et al., 2016).

Em relação aos cultivares de *Panicum maximum*, vem-se obtendo bons resultados com a utilização no consórcio com soja, onde forrageira auxilia no controle de plantas daninhas e demonstrou baixo potencial de competição com a soja (Machado et al. 2017). A cultivar BRS Quênia foi lançada pela Embrapa lançado em 2017 apresenta características de porte baixo, alta relação folha colmo, possuir colmos mais tenros, valor nutritivo superior com maior digestibilidade da matéria orgânica e maiores teores de proteína bruta (EMBRAPA, 2017). Segundo a pesquisadora Liana Jank, o principal diferencial da BRS Quênia, em relação às cultivares Tanzânia e Mombaça é a melhor arquitetura de planta, com touceiras de menor tamanho, maior densidade de folhas verdes e macias, colmos tenros e menores porcentagens de material morto, facilitando o manejo do pastejo e a manutenção da estrutura do pasto mais favorável ao elevado consumo da forragem pelo gado

2.3 Sistema de plantio

O monocultivo e o manejo inadequado do solo no sistema de preparo convencional (SPC) ocasiona uma decomposição mais rápida da cobertura de solo, promovendo redução nos estoques de carbono, levando a degradação dos solos, ficando mais propenso a processos erosivos principalmente para mananciais superficiais de água e ocasionando problemas na fertilidade, com impacto negativo na produtividade das culturas anuais (Debiasi et al., 2013; Guarnieri et al., 2019).

Para minimizar essa rápida decomposição da cobertura de solo surgiu o sistema de plantio direto (SPD) com práticas agrícolas que inclui, não revolvimento do solo, a rotação de culturas, o uso de plantas de cobertura para formar e manter a biomassa sobre o solo (Anghinomi et al., 2018). Esse sistema promove o controle de plantas daninhas, na estabilização da produção e recuperação ou manutenção da qualidade do solo (Boer et al., 2008), melhorando as condições físicas, químicas e biológicas do solo (Pires et al., 2015).

Para viabilizar o SPD, é necessária a utilização de plantas de cobertura que possibilitem, boa produtividade de biomassa sobre o solo, com o processo de decomposição seja menos acelerado, influenciando em maior produção e sustentabilidade

para as culturas em sucessão (Fiorentin et al., 2015; Pereira et al., 2015). Chioderoli et al., (2012) destacaram que valores de 4000 kg ha⁻¹ biomassa de *U. brizantha*, foi eficiente para suprir à quantidade de palha, de forma que o SDP tenha boas condições para expressar seu potencial produtivo de forma sustentável.

A escolha e manejo correto da forrageira é fator importante para uma eficiente cobertura do solo, como quantidade, qualidade e tempo de permanência da matéria seca (MS) sobre o solo (Momesso et al., 2019). A biomassa da forrageira possui reserva de nutrientes, que podem ser disponibilizados de forma rápida ou lenta, dependendo da espécie utilizada, clima, manejo adotado, e atividade de macro e microrganismos (Neves et al., 2018).

O consórcio de anuais com forrageiras é alternativa de sistema para a melhoria do ambiente de produção, em que os resíduos culturais sobre a superfície do solo, que é a base do SPD para as culturas semeadas em sucessão, além de cobrir o solo, melhora agregação de partículas, atua no controle de pragas, doenças e plantas daninhas (Carvalho et al., 2009). A biomassa promove a redução das perdas de água por evaporação, em razão da menor oscilação da temperatura do solo (Panachuki et al., 2011). Proporciona maior quantidade de água no solo se comparados com superfícies descobertas e resulta em menores restrições hídricas às plantas (Peres et al., 2010; Blainski et al., 2012).

2.4 Cultivo de soja em sistema de integração lavoura-pecuária

A rotação de pastagem e soja promove maiores condições para a conservação de água no solo (Nepstad et al., 2019). O solo quando coberto por biomassa possui menor risco a erosão, promove supressão de plantas daninhas, dado que a decomposição deste material eleva o teor de matéria orgânica, que melhora a atividade microbiana e ciclagem de nutrientes sobretudo estoques de carbono e nitrogênio no solo (Sanchez et al., 2019).

Além da produção de forragem para alimentação animal o sistema de integração lavoura-pecuária, visa o fornecimento de biomassa sobre o solo para o sistema de plantio direto (Alves et al., 2017). O acúmulo de biomassa residual, desempenha função estratégica na imobilização temporária de nutrientes, com decomposição e liberação de nutrientes das plantas de cobertura é influenciada, pelas condições climáticas, com destaque para precipitação pluvial e temperatura (Santos et al., 2014).

O ILP promove melhoria da estrutura do solo, constituindo alternativa para o controle da compactação e da qualidade física do solo (Gonçalves et al., 2006; Magalhães et al., 2009). As plantas forrageiras apresentam alta densidade e constante renovação dos sistemas radiculares, possibilitando a formação de bioporos, que funcionam como rotas alternativas para o crescimento das raízes, infiltração de água e difusão de gases no solo, sendo alguns dos fundamentos para a qualidade e sustentabilidade da produção em sistema integrado (Crusciol et al., 2012; Moraine et al., 2016).

A biomassa produzida pelas plantas forrageiras promove melhoria do solo, com a ciclagem de nutrientes (Salton et al., 2014). O sistema radicular agressivo, são capazes de explorar maior volume de solo, podendo atingir mais de um metro de profundidade e aproveitando a adubação residual da cultura de verão, e durante o processo de decomposição, tornando os nutrientes disponíveis para cultura sucessora (Crusciol et al., 2012).

Neste sentido, a cultura da soja se adapta ao sistema de plantio direto sob a integração agricultura-pecuária, apresenta capacidade de se adaptar às condições ambientais e de manejo, através de modificação na morfologia da planta e nos componentes de rendimentos de grãos (Ferreira Junior et al., 2010). Nesse contexto vários trabalhos destacam que a intensidade de pastejo não reduz a produtividade da soja, podendo até promover o incremento na produtividade agrícolas com a introdução do animal (Moraes et al. 2014a; Silva et al., 2014; Kunrath et al., 2015; Cecagno et al., 2016).

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSMANN, J. C.; MARTINS, A. P.; ANGHINONI, I.; DENARDIN, L. G. O.; NICHEL, G. H.; COSTA, S. E. V. G. A.; SILVA, R. A. P.; BALERINI, F.; CARVALHO, P. C. F.; FRANZLUEBBERS, A. J. Phosphorus and potassium cycling in a long-term no-till integrated soybean-beef cattle production system under different grazing intensities insubtropics. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v.108, p.21-33, 2017.

ALVES, B. R.; MADARI, B. E.; BODDEY, R. M. Integrated crop-livestock-forestry systems: prospects for a sustainable agricultural intensification. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v.108, p.1-4, 2017.

AMBUS, J. V. REICHERT, J. M; GUBIANI, P. I.; CARVALHO, P. C. F. Changes in composition and functional soil properties in long-term no-till integrated crop-livestock system. **Geoderma**. v. 330, p. 232 – 243, 2018.

ANGHINONI, I.; CARVALHO, P. C. F.; COSTA, S. E. V. G. A. Abordagem sistêmica do solo em sistemas integrados de produção agrícola e pecuária no subtropical brasileiro, in: Araújo, A.P., Avelar, B.J.R. (Eds.), **Tópicos Em Ciência Do Solo**. UFV, Viçosa, MG, pp. 325–380, 2013.

ANGHINONI, I.; FERREIRA, T. L.; DENARDIN, L. G. O.; MARTINS, A. P.; CARVALHO, P. C. F.; MORAES, A. Agricultura brasileira: dos primórdios aos sistemas integrados de produção agropecuária. In: Souza, E. D.; SILVA, F. D.; ASSMANN, T. S.; CARNEIRO, M. A. C.; CARVALHO, P. C. F.; PAULINO, H. B., Org (s). **Sistemas integrados de produção agropecuária no Brasil**, 1º ed., 2018.

ANDREOLLA, V. R. M.; MORAES, A.; BONA FILHO, A.; CARDOSO, D. L.; OLIVEIRA, E. B.; BONINI, A. K. Pastejo e adubação nitrogenada sobre os atributos físicos do solo em sistema de integração lavoura-pecuária. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola**, v.35, n.6, p.1019-1031, 2015

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

BOER, C. A.; ASSIS, R. L. DE; SILVA, G. P.; BRAZ, A. J. B. P.; BARROSO, A. L. L.; CARGNELUTTI FILHO, A.; Pires, F. R. Biomassa, decomposição e cobertura do solo ocasionada por resíduos culturais de três espécies vegetais na região Centro Oeste do Brasil. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Campinas, v. 32, n. 2, p. 843 - 851, 2008.

BONINI, C. S.B.; LUPATINNI, G. C.; ANDRIGHETTO, C.; GUSTAVO P. M.; HEINRICH, R.; ARANHA, A. S.; SANTANA, E. A. R.; GUILHERME, C. Produção de Forragem e Atributos Químicos e Físicos do Solo em Sistemas Integrados de Produção Agropecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.51, n.9, p.1695-1698, 2016.

BONETTI, J. A.; PAULINO, H. B.; SOUZA, E. D.; CARNEIRO, M. A. C.; OLIVEIRA, C. J. Soil physical and biological properties in an integrated crop-livestock system in the Brazilian Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**.v.53, n.11, p.1239-1247, 2018.

BLAINSKI, E.; TORMENA, C. A.; GUIMARÃES, R. M. L.; NANNI, M. R. Qualidade Física de um Latossolo Sob Plantio Direto Influenciada pela Cobertura do Solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 36:79-87, 2012.

CALONEGO, J.C.; BORGHI, E.; CRUSCIOL C.A.C. Intervalo hídrico ótimo e compactação do solo com o cultivo de milho e braquiária. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, p. 2183-2190, 2012.

CARVALHO, A. M.; BUSTAMANTE, M. M. C.; ALCÂNTARA, F. A.; RESCK, I. S.; LEMOS, S. S. Characterization by solidstate CPMAS ¹³C NMR spectroscopy of decomposing plant residues in conventional and no-tillage systems in Central Brazil. **Soil Till. Res.**, 102:144- 150, 2009.

CARVALHO, J. L. N.; AVANZI, J. C.; SILVA, M.L.N.; MELLO, C.R.; CERRI, C.E.P. Potencial de sequestro de carbono em diferentes biomas do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.34, n.2, p.277-289, 2010.

CARVALHO, P. C. F.; MORAES, A. Integration of grasslands within crop systems in south america. in: lemaire, g.; hodgson, j.; chabbi, A. (Ed.) **Grasslands Productivity and Ecosystems Services**. Oxfordshire: CABI, p. 219-226, 2011.

CECAGNO, D.; COSTA, S. E. V. G. DE A.; ANGHINONI, I.; KUNRATH, T. R.; MARTINS, A. P.; REICHERT, J. M.; GUBIANI, P. I.; BALERINI, F.; FINK, J. R.; CARVALHO, P. C. DE F. Least limiting water range and soybean yield in a long-term,

no-till, integrated crop-livestock system under different grazing intensities. **Soil Tillage Res.** v. 156, p. 54–62, 2016.

CHIODEROLI, C. A.; MELLO, L. M. M.; GRIGOLLI, P. J.; FURLANI, C. E. A.; SILVA, J. O. R.; CESARIN, A. L. Atributos físicos do solo e produtividade de soja em sistema de consórcio milho e braquiária. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, v. 16, n. 1, p. 37-43, 2012.

CORDEIRO, L. A. M.; VILELA, L.; MARCHÃO, R. L.; KLUTHCOUSKI, J.; JÚNIOR, G. B. M. Integração lavoura-pecuária e integração lavoura-pecuária-floresta: estratégias para intensificação sustentável do uso do solo. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 32, n. 1/2, p. 15-53, 2015.

COSTA, N. R.; ANDREOTTI, M.; BUZETTI, S.; LOPES, K. S. M.; SANTOS, F. G.; PARIZ, C. M. Acúmulo de macronutrientes e decomposição da palhada de braquiárias em razão da adubação nitrogenada durante e após o consórcio com a cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.38, p. 1223-33, 2014.

COSTA, N. R.; ANDREOTTI, M.; ULIAN, N. A.; COSTA, B. S.; PARIZ, C. M.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M. Acúmulo de nutrientes e tempo de decomposição da palhada de espécies forrageiras em função de épocas de semeadura. **Bioscience Journal**, v. 31, p. 818-829, 2015a.

COSTA, R. R. G. F.; COSTA, K. A. P.; ASSIS, R. L.; SANTOS, C. B.; SEVERIANO, E. C.; ROCHA, A. F. S.; OLIVEIRA, I. P.; COSTA, P. P. H. C.; SOUZA, W. F.; AQUINO, M. M. Dynamics of biomass of pearl millet and Paiaguas palisadegrass in different forage systems and sowing periods in yield of soybean. **African Journal of Agricultural Re-search**. v. 11, n. 45, p. 4661-4673, 2016.

CRUSCIOL, C. A. C.; MATEUS, G. P.; NASCENTE, A. S.; MARTINS, P. O.; BORGHI, E.; PARIZ, C. M. An innovative crop-forage intercrop system: early cycle soybean cultivars and palisadegrass. **Agronomy Journal, Madison**, v. 104, p. 1085-1095, 2012.

CRUSCIOL, C. A. C.; ARTIGIANI, A. C. C. A.; ARF, O.; CARMEIS FILHO, A. C. A.; SORATTO, R. P.; NASCENTE, A. S.; ALVAREZ, R. C. F. Soil fertility, plant nutrition, and grain yield of upland rice affected by surface application of lime, silicate, and phosphogypsum in a tropical no-till system. **Catena, Amsterdam**, v. 137, p. 87–99, 2016.

DEBIASI, H.; FRANCHINI, J. C.; CONTE, O.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; TORRES, E.; SARAIVA, O. F.; OLIVEIRA, M. C. N. Sistemas de preparo do solo: trinta anos de pesquisas na Embrapa Soja. **Londrina: Embrapa Soja**, 2013, 72 p. (Documentos, n. 342).

EMBRAPA, 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/21247223/nova-cultivar-de-capim-alia-alta-produtividade-facil-manejo-e-forragem-de-qualidade>. Acesso em: 04 de abril de 2020.

FERREIRA JUNIOR, J. A.; ESPINDOLA, D. M. C. G.; GONÇALVES, D. A. R.; LOPES, E. W. Avaliação de genótipos de soja em diferentes épocas de plantio e densidade de semeadura no município de Uberaba - MG. **Fazu em Revista**, v. 7, p. 13-21, 2010.

FIORENTIN, C. F.; LEMOS, L. B.; JARDIM, C. A.; FORNASIERI FILHO, F. Adubação nitrogenada de cobertura no feijoeiro de inverno-primavera em três sistemas de cultivo. *Semina: Ciências Agrárias, Londrina*, v. 33, n. 6, p. 2825-2836, 2015.

FLORES, R. S.; EUCLIDES, V. P. B.; ABRÃO, M. P. C.; GALBEIRO, S.; DIFANTE, G. S. & BARBOSA, R. A. Desempenho animal, produção de forragem e características estruturais dos capins marandu e xaraés submetidos a intensidades de pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.1355-1365, 2008.

FRANCHINI, J. C.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; SICHIERI, F. R.; DEBIASI, H.; CONTE, O. Yield of soybean, pasture and wood in integrated crop-livestock-forest system in Northwestern Paraná state, Brazil. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, p. 1006-1013, 2014.

FRANCHINI, J.C., JUNIOR BALBINOT, A. A.; DEBIASI, H.; CONTE, O. Desempenho da soja em consequência de manejo de pastagem, época de dessecação e adubação nitrogenada. **Pesquisa agropecuária brasileira, Brasília**, v. 50, n. 12, p. 1131-1138, 2015. GONÇALVES, W. G.; JIMENEZ, R. L.; ARAÚJO FILHO, J. V.; ASSIS, R. L.; SILVA, G. P. & PIRES, F. R. Sistema radicular de plantas de cobertura sob compactação do solo. **Engenharia Agrícola, Jaboticabal**. v.26, n.1, p.67-75, 2006.

GUARNIERI, A.; COSTA, K. A. P.; SEVERIANO, E. C.; SILVA, A. G.; OLIVEIRA, S. S.; SANTOS, C. B. Agronomic and productive characteristics of maize and Paiaguas pali-sadegrass in integrated production systems. *Semina: Ciências Agrárias*, v.40, n.3, p.1185-1198, 2019.

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

HOTZ, V.; COUTO, R. F.; OLIVEIRA, D. G.; REIS, E. F. Deposição de calda de pulverização e produtividade da soja cultivada em diferentes arranjos espaciais. **Ciência Rural, Santa Maria**, v. 44, n. 8, p. 1371-1376, 2014.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola - Junho 2020. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/home/lspa/brasil>. Acesso em abril de 2021.

KUNRATH, T. R.; CARVALHO, P. C. DE F.; CADENAZZI, M.; BREDEMEIER, C.; ANGHINONI, I. Grazing management in an integrated crop-livestock system: Soybean development and grain yield. **Rev. Cienc. Agron.** v. 46, p. 645–653, 2015.

LEMAIRE, G.; FRANZLUEBBERS, A.; CARVALHO, P. C. F.; DEDIEU, B. Integrated crop–livestock systems: strategies to achieve synergy between agricultural production and environmental quality. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v.190, n.1, p.4-8, 2014.

LAPIG, Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento. 2018. Disponível em: <https://www.lapig.iesa.ufg.br/lapig/index.php/produtos/atlas-digital-das-pastagens-brasileiras>. Acesso em abril de 2021.

MACHADO, L. A. Z.; CECATO, U.; COMUNELLO, E.; Concenço, G.; Ceccon, G. Estabelecimento de forrageiras perenes em consórcio com soja, para sistemas integrados de produção agropecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 52, n. 7, p. 521-529, 2017.

MAGALHÃES, E. N.; OLIVEIRA, G. C.; SEVERIANO, E. C.; COSTA, K. A. P. & CASTRO, M. B. Recuperação estrutural e produção de capim-tifton 85 em um argissolo vermelho-amarelo compactado. **Ciência Animal Brasileira**, v.10, n.1, p.68-76, 2009.

MOMESSO, L.; CRUSCIOL, C. A. C.; SORATTO, R. P.; VYN, T. J.; TANAKA, K. S.; COSTA, C. H. M.; COSTA, J. F. N.; CANTARELLA, H. Impacts of nitrogen management on no–till maize production following forage cover crop. **Agronomy Journal**, v.111, n.2, p.639- 649, 2019.

MORAES, A. D.; PELISSARI, A.; ALVES, S. J.; CARVALHO, P. D. F.; CASSOL, L. C. Integração lavoura-pecuária no Sul do Brasil. **Encontro de integração lavoura-pecuária no sul do Brasil**, v. 1, p. 3-42, 2002.

MORAES, A.; CARVALHO, P. C. F.; ANGHINONI, I.; LUSTOSA, S. B. C.; COSTA, S. E. V. G. A.; KUNRATH, T. R. Integrated crop–livestock systems in the Brazilian subtropics. **European Journal of Agronomy**, v.57, p.4–9, 2014.

MORAES, A. DE, CARVALHO, P.C. DE F., ANGHINONI, I., LUSTOSA, S.B.C., COSTA, S.E.V.G. DE A., KUNRATH, T.R., 2014. Integrated crop-livestock systems in the Brazilian subtropics. **Eur. J. Agron.** v. 57, p. 4–9, 2014a.

MORAINE, M.; DURU, M.; NICHOLAS, P.; LETERME, P.; THERONDET, O. Farming system design for innovative crop-livestock integration in Europe. **Animal, Cambridge**. v. 8, n. 8, p. 1204–1217, 2014.

MORAINE, M.; DURU, M.; THEROND, O. A social-ecological framework for analyzing and designing integrated crop–livestock systems from farm to territory levels. **Renewable Agric Food Syst.** v. 32, p. 43–56, 2017.

NEPSTAD, L. S.; GERBER, J. S.; HILL, J. D.; DIAS, L. C. P.; COSTA, M. H.; WEST, P. C. Pathways for recent Cerrado soybean expansion: extending the soy moratorium and implementing integrated crop livestock systems with soybeans. **Environmental Research Letters**, v. 14, n. 4, p.029-044, 2019.

NEVES, R. C.; VILAR, C. C.; USHIWATA, S. Y.; COSTA, A. C.; HARTWIG, C. F. V.; CHAVES, J. S. Persistência de palhada de *Urochloa ruziziensis* em sistema de plantio direto e convencional no município de Nova Xavantina – MT. Gl. **Sci Technol**, v.11, n.03, p.110-122, 2018.

NIE, Z.; MCLEAN, T.; CLOUGH, A.; TOCKER, J.; CHRISTY, B.; HARRIS, R.; RIFFKIN, P.; CLARK, S.; MCCASKILL, M. Benefits, challenges and opportunities of integrated crop-livestock systems and their potential application in the high rainfall zone of southern Australia: A review. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 235, p. 17-31, 2016.

PACHECO, L. P.; LEANDRO, W. M.; MACHADO, P. L. O. A.; ASSIS, R. L.; COBUCCI, T.; MADARI, B. E.; PETTER, F. A. Produção de fitomassa e acúmulo e liberação de nutrientes por plantas de cobertura na safrinha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v.46, n.1, p.17-25, 2011.

PANACHUKI, E.; BERTOL, I.; SOBRINHO, T. A.; OLIVEIRA, P. T. S.; RODRIGUES, D. B. B. Perdas de solo e de água e infiltração de água em latossolo

vermelho sob sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, p. 1777-1785, 2011.

PARIZ, C. M.; ANDREOTTI, M.; AZENHA, M. V.; BERGAMASCHINE, A. F.; MELLO, L. M. M.; LIMA, R. C. Massa seca e composição bromatológica de quatro espécies de braquiárias semeadas na linha ou a lanço, em consórcio com milho no sistema plantio direto na palha. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 32 p. 147-154, 2010.

PARIZ, C. M.; AZENHA, M. V.; ANDREOTTI, M.; ARAÚJO, F. C. M.; ULIAN, N. A. & BERGAMASCHINE, A. F. Produção e composição bromatológica de forrageiras em sistema de integração lavoura-pecuária em diferentes épocas de semeadura. **Pesq. Agropec. Bras.**, 46:1392-1400, 2011.

PARIZ, C. M.; COSTA, C.; CRUSCIOL, C. A. C.; MEIRELLES, P. R. L.; CASTILHOS, A. M.; ANDREOTTI, M.; COSTA, N. R.; MARTELLO, J. M.; SOUZA, D. M.; PROTES, V. M.; LONGHINI, V. Z.; FRANZLUEBBERS, A. J. Production, nutrient cycling and soil compaction to grazing of grass companion cropping with corn and soybean. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 108, p. 35-54, 2017.

PEREIRA, R. G.; ALBUQUERQUE, A. W.; SOUZA, R. O.; SILVA, A. D.; SANTOS, J. P. A.; BARROS, E. S.; MEDEIROS, P. V. Q. Sistemas de manejo do solo: soja [glycine max] consorciada com *Brachiaria decumbens*. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 41, p. 44-51, 2011.

PEREIRA, F. C. B. L.; MENDONÇA, V. Z.; MELLO, L. M. M.; HOLANDA, H. V.; YANO, E. H. Consorciação de forrageiras com milho outonal em plantio direto: produção de grãos e palha. **Cultura Agrônômica, Ilha Solteira**, v.24, n.1, p.17-26, 2015.

PERES, J. G.; SOUZA, C. F.; LAVORENTI, N. A. Avaliação dos efeitos da cobertura de palha de cana-de-açúcar na umidade e na perda de água do solo. **Engenharia Agrícola Jaboticabal**, v.30, n.5, p.875-886, 2010.

PIRES, F. R.; ASSIS, R. L.; PROCÓPIO, S. O.; SILVA, G. P.; MORAES, L. L.; RUDOVALHO, M. C.; BÔER, C. A. Manejo de plantas de cobertura antecessoras à cultura da soja em plantio direto. **Revista Ceres**, v. 55, n. 2, 2015.

PORTILHO, I. I. R.; CREPALDI, R. A.; BORGES, C. D.; SILVA, R. F.; SALTON, J. C.; MERCANTE, F. M. Fauna invertebrada e atributos físicos e químicos do solo em sistemas de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, p.1310-1320, 2011.

SALTON, J. C.; MERCANTE, F. M.; TOMAZI, M.; RETORE, M. Integrated crop-livestock system in tropical Brazil: Toward a sustainable production system. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 190, p. 70-79, 2014.

SANCHEZ, I. L.; FULTZ, L. M.; LOFTON, J.; HAGGARD, B. Soil biological response to integration of cover crops and nitrogen rates in a conservation tillage corn production systems. **Soil Science Society of America Journal**, v.83, n.5, p.1356-1367, 2019.

SANTOS, F. C.; ALBUQUERQUE FILHO, M. R.; VILELA, L.; FERREIRA, G. B.; CARVALHO, M. C. S.; VIANA, J. H. M. Decomposição e liberação de macronutrientes da palhada de milho e braquiária, sob integração lavoura-pecuária no cerrado baiano. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 38, p. 1855-1861, 2014.

SEIDEL, E. P.; GERHARDT, I. F. S.; CASTAGNARA, D. D.; NERES, M. A. Efeito da época e sistema de semeadura da *Brachiaria brizantha* em consórcio com o milho, sobre os componentes de produção e propriedades do solo. *Semina: Ciências Agrárias*, v.35, n.1, p.55-66, 2014.

SCHUSTER, M. Z.; PELISSARI, A.; MORAES, A.; HARRISON, S. K.; SULC, R. M.; LUSTOSA, S. B. C.; ANGHINONI, I.; CARVALHO, P. C. F. Grazing intensities affect weed seedling emergence and the seed bank in an integrated crop-livestock system. **Agric. Ecosyst. Environ.** v. 232, p. 232–239, 2016.

SILVA, F. D.; AMADO, T. J. C.; FERREIRA, A. O.; ASSMANN, J.M.; ANGHINONI, I.; CARVALHO, P. C. F. Pasture grazing intensity and presence or absence of cattle dung input and its relationships to soybean nutrition and yield in integrated crop-livestock systems under no-till. **European Journal of Agronomy**, v. 57, p. 84-91, 2014.

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, n. 10, p. 1127-1138. 2012.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo geral

Avaliar o efeito do pastejo e diferentes espécies forrageiras sobressemeada a cultura da soja na produção animal, produção de forragem e biomassa, ciclagem de nutrientes e na produtividade da soja semeada em sucessão.

4.2 Objetivo específico

Avaliar o efeito do pastejo em sistema produtivo com sucessão a cultura de soja, de forrageiras *Brachiaria ruziziensis*, *Brachiaria brizantha* cv. BRS Xaraés e *Panicum maximum* cv. BRS Quênia

Quantificar o desempenho animal de bovinos de corte nas três espécies forrageiras em sucessão a cultura da soja.

Avaliar a produção, decomposição e liberação dos nutrientes na biomassa das três forrageiras nos sistemas com e sem pastejo.

Determinar a produção de soja em plantio direto sob a biomassa das forrageiras com e sem pastejo na entressafra.

5. CAPÍTULO I

DESEMPENHO ANIMAL E PRODUÇÃO DE FORRAGEM EM SUCESSÃO À SOJA NO CERRADO BRASILEIRO

RESUMO: O sistema de integração lavoura pecuária proporciona produção de pasto com quantidade e qualidade durante a entressafra, sendo importante mecanismo para aumentar o desempenho produtivo dos animais. No entanto, a escolha da espécie forrageira ainda é tópico de discussão no sistema. Sendo assim, objetivou-se quantificar a produtividade e qualidade das forrageiras *brachiaria ruziziensis*, *Brachiaria brizantha* cv. BRS Xaraés e *Panicum maximum* cv. BRS Quênia, sobressemeadas na cultura da soja e avaliar o desempenho de bovinos de corte nas forrageiras. O experimento foi realizado no município de Amarinópolis-GO durante dois anos. Foram utilizadas 12 parcelas com 4 repetições de cada espécie forrageira e cada parcela contava com uma subparcela não pastejada. As espécies forrageiras não apresentaram diferença quanto a produtividade de forragem nos 2 anos de avaliações. A digestibilidade dos carboidratos “in vitro” foi maior para *Megathyrsus maximus* cv. BRS Quênia. O desempenho animal (ganho em peso total, ganho em peso diário e taxa de lotação) foi semelhante entre as espécies forrageiras avaliadas.

Palavras-chave: Integração Lavoura-Pecuária, sobressemeadura, digestibilidade, produção animal

ANIMAL PERFORMANCE AND FORAGE PRODUCTION IN SUCCESSION TO SOYBEAN IN BRAZILIAN CERRADO

ABSTRACT

The crop-livestock integrated system proportionate pasture production with quantity and quality during the off-season, being an important mechanism to increase the productive performance of animals. However, the choice of forage species remains under discussion in the system. Thus, the objective was to quantify the productivity and quality of forages *Brachiaria ruziziensis*, *Brachiaria brizantha* cv. BRS Xaraés and *Panicum maximum* cv. BRS Quênia, overseeded in soybean crop and evaluate the performance of grazing beef cattle. The two-year experiment was carried out in the municipality of Amarinópolis-GO. It was used 12 plots with 4 repetitions of each forage species and each plot had an ungrazed subplot. Forage species did not have difference in dry matter productivity in the 2 years of evaluations. *In vitro* digestibility of carbohydrates was higher for *Megathyrsus maximus* cv. BRS Quenia. Animal performance (total weight gain, daily weight gain and animal stocking rate) were similar among the evaluated forage species.

Keywords: Crop-Livestock Integration, overseeding, digestibility, animal production.

5.1 INTRODUÇÃO

A agricultura sustentável busca através de novas práticas promover menor impacto ambiental com ganhos de produtividades em áreas já estabelecidas (Kamble et al., 2020). Os sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA) contemplam a maior produção de alimentos em uma mesma área, suprimindo a demanda mundial e oferecendo maior rentabilidade ao produtor, além da preservação ambiental (Costa et al., 2018).

Dentre as modalidades SIPA tem-se a integração lavoura-pecuária (ILP) que busca diversificação das culturas promovendo a rotação/sucessão em uma mesma área, com produção de forragem durante a entressafra para alimentação animal, e simultaneamente cobertura de solo para plantio direto de culturas anuais (Carvalho et al., 2017).

Vilela et al. (2011) consideram os sistemas ILP como sendo o processo de intensificação de uso das áreas em exploração com lavoura de grãos e pastagens no Cerrado. Nesta região a duração da estação chuvosa para as áreas de pastagem é de 6 meses, com 6 meses de seca durante o inverno (maio-setembro), sendo uma época em que as pastagens são pouco produtivas, e conseqüentemente resultando em perda de peso animal (Mousquer et al., 2014).

Com adoção do sistema é possível a recuperação de pastagens degradadas, com formação de biomassa para o sistema de plantio direto, propiciando diversificação da área com maior produção de grãos e oferta de forragens de boa qualidade para os bovinos no período de inverno (Schuster et al., 2019).

A boa qualidade das forragens no sistema ILP é consequência do aproveitamento dos nutrientes residuais da cultura antecessora, que viabiliza o ganho em peso dos bovinos no período crítico (entressafra), quando normalmente há escassez de forragem devido à ausência de chuvas (Garrett et al., 2017), o que leva os animais a manterem ou perderem peso (Vilela et al., 2011).

Os principais gêneros de forrageiras tropicais utilizados em sistemas integrados são: *Brachiaria* e *Panicum*, com as cultivares de *Brachiarias* representando 78% do volume total de sementes comercializadas em 2019 (Carvalho et al., 2020). Essas forrageiras são largamente utilizadas nos sistemas de integração devido ao seu valor nutritivo e produção de massa seca (Oliveira et al., 2019).

A *Brachiaria ruziziensis* foi pioneira nos SIPA em decorrência das características propícias para o consórcio, como porte baixo, rápido estabelecimento, produção satisfatória de forragem, boa cobertura do solo e fácil dessecação (Carvalho et al., 2011). Entretanto, as espécies de *Brachiaria brizantha* como cultivar Xaraés se destacam pela alta produção de forragem e valor nutritivo, proporcionando ganho em peso aos animais com altas taxas de lotação (Moreira et al., 2015), além de alta capacidade de descompactação biológica do solo, promovido pelo sistema radicular (Flavio Neto et al., 2015).

Os cultivares de *Panicum maximum* apresentam elevada produção e qualidade de forragem, o que pode ser de grande importância nos sistemas de integração lavoura-pecuária. No entanto, o crescimento rápido e porte alto com formação de touceiras vêm sendo apontada por produtores como obstáculo na utilização dessas cultivares na sobresemeadura da cultura de soja em sistema integração lavoura pecuária (Almeida et al., 2017; Ferreira Junior et al, 2018).

O recente lançamento de novas cultivares, como o BRS Tamani e BRS Quênia, que possuem porte mais baixo, colmos curtos e com grande quantidade de folhas, vem despertando o interesse para o sistema de integração, devido aos resultados positivos o que resulta em melhor desempenho animal (Tesk et al., 2020; Dias et al., 2020).

Nesse contexto, avaliou-se a produção e composição química da forragem no desempenho de bovinos proveniente da sobresemeadura das forrageiras na cultura da soja no sistema ILP.

5.2 MATERIAL E MÉTODOS

5.2.1 Área experimental e tratamentos

O presente experimento foi conduzido na Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão (UEPE) em Sistemas Integrados de Produção Agropecuária do Instituto Federal Goiano localizada no município de Amorinópolis-GO na região Oeste Goiano, com latitude 16° 32' 30" S de longitude 51° 06' 39" W.

De acordo com Köppen e Geiger, o clima da região é classificado como tropical (Aw), duas estações bem definidas, com verão chuvoso e inverno praticamente sem

pluviosidade com temperatura média anual 23.1 °C e precipitação média anual de 1414 mm (Cardoso et al., 2014).

Durante a condução do experimento, foram monitorados os dados de precipitação e temperatura média mensal (Figura 1).

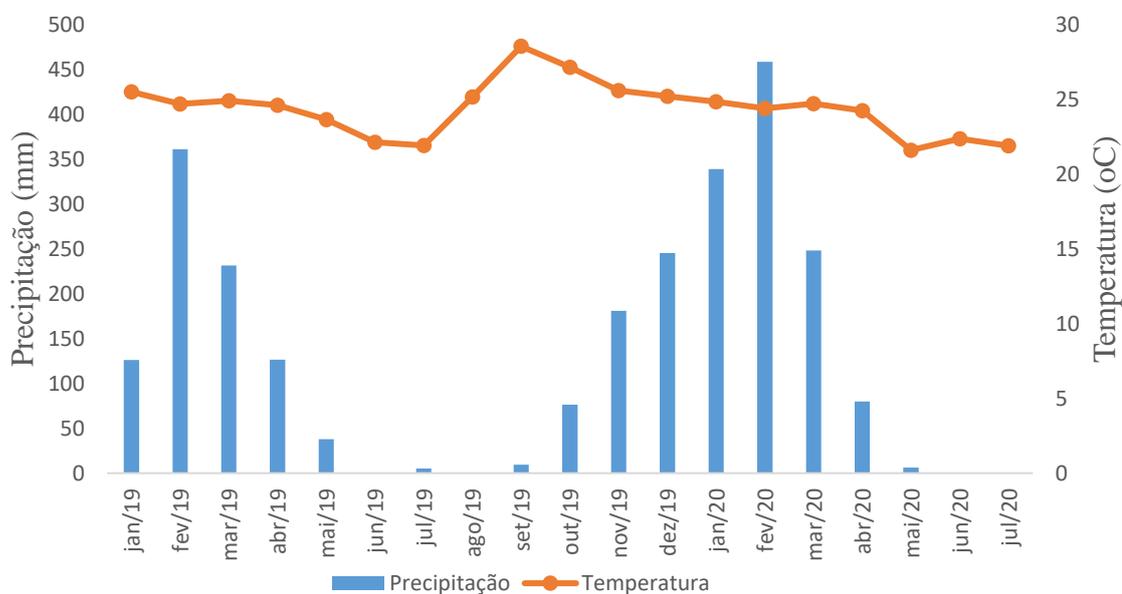


Figura 1. Dados climáticos de temperatura média e precipitação pluvial mensais durante o período do experimento nos dois anos 2019 e 2020, extraídos da Estação Meteorológica instalada no Instituto Federal Goiano campos Iporá-GO.

A área experimental foi dividida em 12 piquetes, sendo 4 repetições de cada espécie forrageira. Cada parcela contava com uma subparcela não pastejada. As parcelas pastejadas e não pastejadas apresentavam 8.780 m² e 1.000 m², respectivamente. O trabalho foi conduzido durante dois anos (safras 19/20 e 20/21).

Os piquetes foram sobressemeados com as seguintes cultivares de forrageiras tropicais: 1) *Brachiaria ruziziensis*, 2) *Brachiaria brizantha* cv. BRS Xaraés e 3) *Panicum maximum* cv. BRS Quênia. A sobressemeadura das sementes das forrageiras a lanço em 20/02/2019 e 15/02/2020 foi realizada com 6 kg ha⁻¹ de semente com valor cultural de 76%. As sementes foram distribuídas utilizando equipamento Ikeda acoplada na barra do pulverizador, com distribuição das sementes das forrageiras na cultura da soja (*Glycine max*) cultivar BRASMAX BÔNUS, no estágio reprodutivo R5.5 para maior aproveitamento pelas forrageiras do período chuvoso.

5.2.2 Produção de massa seca e composição química da forragem

Para avaliação da produção de forragem e composição bromatológica da forragem foram realizados cortes em cinco pontos aleatórios em cada piquete utilizando equipamento podador modelo STIHL® HS 45. Em cada ponto da coleta de forragem com área 1 m² sendo as forrageiras cortadas a 10 cm de altura do nível do solo.

No primeiro ano de avaliação foram realizados sete cortes nas seguintes datas: 27/04/2019, 25/05/2019, 20/06/2019, 09/08/2019, 20/09/2019, 18/10/2019 e 15/11/2019. No segundo ano foram realizados cinco cortes nas seguintes datas: 24/04/2020, 22/05/2020, 22/07/2020, 24/08/2020 e 03/11/2020. Foram realizadas avaliações nas áreas com pastejo e nas áreas sem pastejo. O objetivo de avaliação nas áreas sem pastejo foi mensurar e caracterizar o acúmulo da forragem ao longo do período da entressafra.

Após o corte as forragens coletadas foram acondicionadas em sacos de polipropileno e pesada a campo. As amostras das forrageiras foram levadas ao laboratório, onde foi retirada uma amostra representativa, e acondicionada em sacos de papel identificado, pesadas antes e após o processo de secagem na estufa de circulação forçada de ar (65°C) durante 72 horas. As amostras foram moídas em moinho de faca tipo “Willey”, com peneira de 1 mm, e armazenadas até o momento das análises.

As análises de composição química foram realizadas pela metodologia de Espectroscopia no Infravermelho Próximo (NIRS), para determinação de: carboidrato não fibroso (CNF), extrato etéreo (EE), nitrogênio digestível total (NDT), proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN), proteína bruta (PB), proteína digestível (PD), fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente neutro na matéria orgânica (FDN_{mo}), digestibilidade da fibra em detergente neutro em 30 horas (dFDN_{30mo}), digestibilidade da fibra em detergente neutro em 120 horas (dFDN_{120 mo}), digestibilidade da fibra em detergente neutro padronizado em 24 horas (dFDN_{p24}), digestibilidade da fibra em detergente neutro padronizado em 30 horas (dFDN_{p30}), digestibilidade da fibra em detergente neutro padronizado em 48 horas (dFDN_{p48}), digestibilidade da fibra em detergente neutro padronizado em 240 horas (dFDN_{p240}), taxa de passagem da fibra em detergente neutro (KdFDN).

Estimou-se o carboidrato não fibroso (CNF) em porcentagem de MS, produção de leite por tonelada de matéria seca [kg leite(tMS)⁻¹], utilizando-se o modelo Milk 2006 (Shaver & Lauer, 2006).

5.2.3 Desempenho animal

Para implantação da fase pecuária, os animais foram pesados na entrada e saída do pastejo, obedecendo jejum de sólidos por 12 horas antes de cada pesagem, para cálculo das variáveis de desempenho de ganho em peso dos animais. Foram utilizados lote de quatro animais machos inteiros anelados por piquete com taxa de lotação contínua. Sendo que a retirada dos animais dos piquetes ocorreu conforme a oferta de forragem.

Os animais foram suplementados com suplemento proteico, com a seguinte composição (%MS): proteína bruta 44,5; FDA 5,11; FDN 12,34; extrato etéreo 1,78; matéria seca 96,64; cálcio 12,34; fósforo 3,91; magnésio 1,25; potássio 0,27; sódio 10,64; e enxofre 1,45; zinco, manganês, cobre, ferro, alumínio e boro igual a 2725, 667, 1049, 2667, 1943 e 16,9 ppm, respectivamente.

A suplementação foi fornecida em cocho móvel de polipropileno (tambor de duzentos litros dividido ao meio no sentido de maior comprimento). A quantidade de suplementação proteica fornecida por animal iniciou com 0,1% do peso vivo de entrada dos animais, e foi ajustado mediante o consumo total do suplemento pelos animais, visando sobre de 10% no cocho.

No primeiro ano de avaliação os animais iniciaram o período experimental com idade de 18 meses e média de peso vivo $319,54 \text{ kg} \pm 3,24 \text{ kg}$ de entrada. O início do pastejo em todos os tratamentos (forrageiras) foi em 12/06/2019. A saída dos animais ocorreu em 16/07/2019, com trinta e quatro dias de pastejo, em um piquete da *Brachiaria ruziziensis*. Os demais piquetes permaneceram com animais em pastejo até 02/08/2019 totalizando 51 dias de pastejo. No segundo ano, os animais entraram com idade de 11 meses, com peso de $210,62 \text{ kg} \pm 3,11 \text{ kg}$. A entrada ocorreu em 15/06/2020, permanecendo até 01/09/2020 com um total de 83 dias.

O ganho médio diário foi calculado a partir da diferença da média de peso dos lotes de animais antes e após o pastejo dividido pela quantidade de dias pastejados.

$$\text{GMD} = (\text{Pf} - \text{Pi}) / \text{Dp}$$

Onde:

- GMD - ganho médio diário ($\text{kg} \cdot \text{dia}^{-1}$);
- Pf - peso do animal pós pastejo (kg);
- Pi - peso do animal antes pastejo (kg);
- Dp – dias de pastejo (dias);

O ganho médio em peso vivo por área foi obtido pela diferença da média de peso dos lotes de animais antes e após o pastejo, dividido pela respectiva área de pastejo.

$$GPVA = (Pf - Pi) / Ap$$

Onde:

- GPVA - ganho em peso vivo por área (kg.ha⁻¹);
- Pf - peso total dos animais do piquete pós pastejo (kg);
- Pi - peso total dos animais do piquete antes pastejo (kg);
- Ap – Área de pastejo do piquete (ha);

A carga animal ou taxa de lotação animal (CA) foi calculada a partir do peso médio de entrada e saída dos lotes de animais de cada piquete dividido pela área de cada piquete.

$$CA = [(Pf + Pi) / 2] / Ap$$

Onde:

- CA - carga animal (kg.ha⁻¹);
- Pf – peso total dos animais do piquete pós pastejo (kg);
- Pi - peso total dos animais do piquete antes pastejo (kg);
- Ap – Área de pastejo do piquete (ha);

5.2.4 Análises estatísticas

Para avaliar os dados de disponibilidade de massa seca e composição química, foi utilizado modelo misto considerando as espécies forrageiras, o pastejo e os dias de coleta como efeitos fixos, sendo avaliada a interação entre eles. Os piquetes foram considerados efeito aleatório. As médias foram calculadas pelo método dos quadrados mínimos utilizando o teste de Tukey ($p < 0,05$) para comparação de médias. As análises foram realizadas no software R (R Core Team, 2020), utilizando os pacotes *lme4* (Bates et al., 2015) e *emmeans* (Lenth, 2020).

Para a análise dos dados de produção animal, utilizou-se um modelo misto considerando o efeito fixo de forragem e ano de avaliação (2019 e 2020) e efeito aleatório de piquete. As médias foram calculadas pelo método dos quadrados mínimos utilizando o teste de Tukey ($p < 0,05$) para comparação de médias. As análises foram realizadas no software R (R Core Team, 2020), utilizando os pacotes *lme4* (Bates et al., 2015) e *emmeans* (Lenth, 2020).

5.3 RESULTADOS

5.3.1 Produção e composição química da forragem

A disponibilidade de forragem no ano de 2019 não diferiu entre as espécies forrageiras no período de pastejo. No entanto, em 2020 houve diferença entre as forrageiras, com maior disponibilidade de forragem nas áreas pastejadas para Ruziziensis e Quênia comparada ao Xaraés na entrada dos animais. No entanto, na saída dos animais após 81 dias de pastejo a disponibilidade de forragem não diferiu entre as espécies forrageiras (Figura 2).

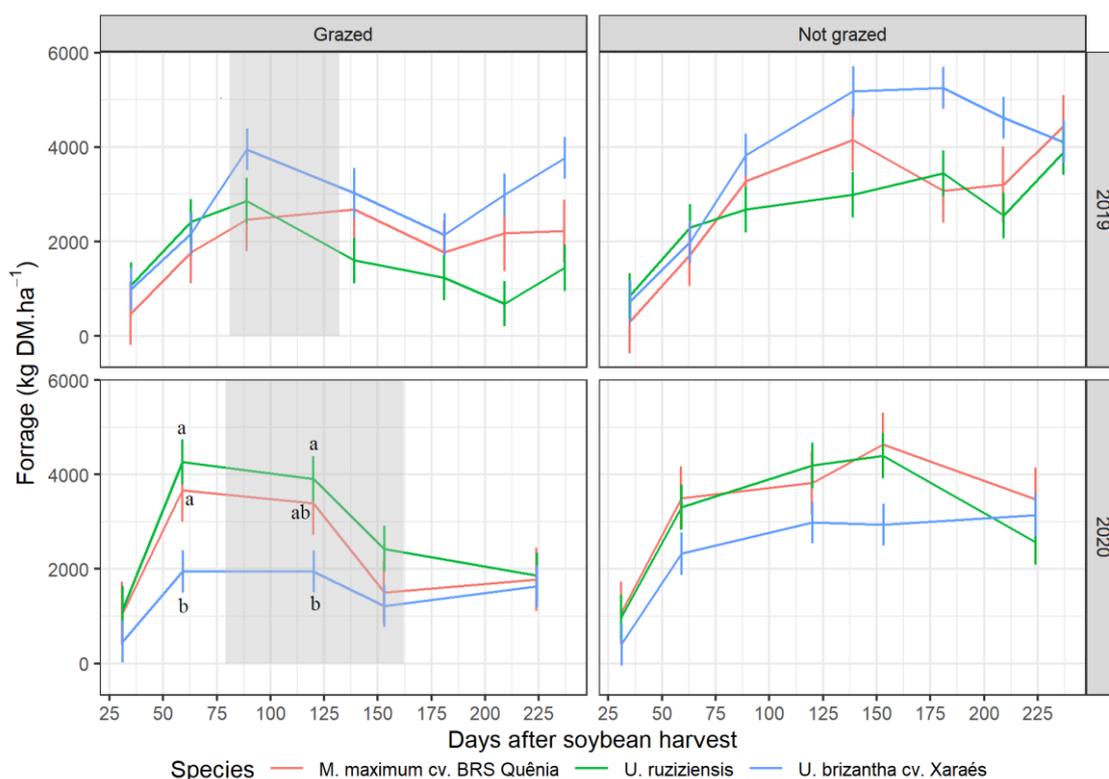


Figura 2. Disponibilidade de massa seca (MS) das forrageiras *Brachiaria ruziziensis*, *Brachiaria brizantha* cv. BRS Xaraés e *Panicum maximum* cv. BRS Quênia em sistemas com e sem pastejo nos anos de 2019 e 2020 após colheita da cultura de soja.

Forragem e ano, bem como a interação entre eles, tiveram efeito significativo sobre o teor de nutrientes digestíveis totais (NDT). A Ruziziensis em 2019 e 2020 teve maior quantidade de NDT em relação ao Quênia em 2020. NDT no período de pastejo não diferiu entre as espécies forrageiras em 2019. No entanto, em 2020, foi observado teor de NDT maior para a Ruziziensis e menor para Quênia 24 dias antes da entrada dos

animais, com a *Ruziziensis* mantendo superior ao Quênia até a saída dos animais em 01/09/20 (Figura 3A).

As forrageiras não diferenciaram quanto ao teor de proteína bruta (PB) com 8 dias após a entrada dos animais nos piquetes com e sem pastejo, porém a forrageira *Ruziziensis* apresentou maior PB do que o Quênia após 7 dias da saída dos animais em 09/08/2019. No entanto, em 2020, não houve diferença entre as forrageiras para PB (Figura 3B).

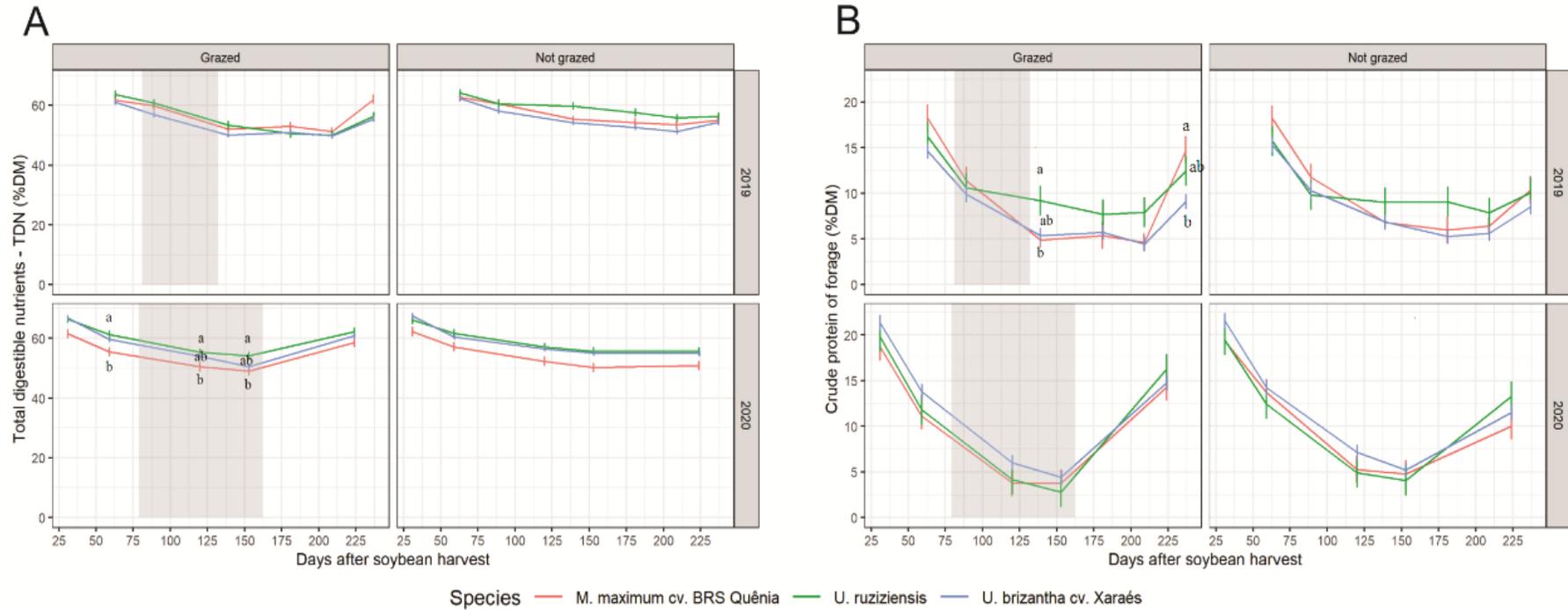


Figura 3. Quantidade de nutrientes digestíveis total (NDT) e proteína bruta (PB) em % MS das forrageiras *Brachiaria ruziziensis*, *Brachiaria brizantha* cv. BRS Xaraés e *Panicum maximum* cv. BRS Quênia em sistemas com e sem pastejo nos anos de 2019 e 2020 após colheita da cultura de soja

Não houve diferença entre espécies forrageiras para fibra em detergente ácido (FDA) e fibra em detergente neutro na matéria orgânica (FDN_{mo}) no momento da entrada dos animais em pastejo (Tabela 1). A digestibilidade do FDN após 240 horas de incubação (dFDN_{mo240}) teve efeito significativo de forragem, ano e sua interação. Observou-se maior degradação da forrageira Quênia e Ruziziensis em 2019 e Ruziziensis 2020.

Na média dos dois anos de avaliação, observou-se melhor digestibilidade para Ruziziensis. No entanto, os valores de uFDN₂₄₀ que relaciona a quantidade de FDN não digerida após 240 horas de incubação, com valores maiores para Quênia em 2020, e menor para Quênia e Ruziziensis em 2019 e Ruziziensis em 2020. Na média dos dois anos, não teve diferença entre as espécies forrageiras.

A digestibilidade da fibra em detergente neutro padronizado (dFDN_p) nos tempos de 20 e 30 horas (Tabela 1), apresentou efeito significativo de espécie forrageira, sendo Quênia em 2019 e 2020 e Xaraés em 2020 com maior degradação do FDN e menor para Xaraés em 2019. Na comparação da média entre as espécies forrageiras, Quênia apresentou maior digestibilidade em comparação com Ruziziensis às 20 horas e Xaraés às 30 horas.

Para taxa de passagem de fibra detergente neutro (KdFDN), houve significância de ano e interação forragem e ano (Tabela 1). Sendo que a forrageira Xaraés em 2020 apresentou maior kdFDN, enquanto menores taxa de passassem foram observadas para as forragens de Xaraés, Quênia e Ruziziensis no ano de 2019.

Tabela 1. Médias de composição de fibra e digestibilidade *in vitro* da forragem de *Brachiaria ruziziensis*, *Brachiaria brizantha* cv. BRS Xaraés e *Panicum maximum* cv. BRS Quênia na entrada dos bovinos em pastejo nos anos de 2019 e 2020.

Forrageiras	Ano	FDA % MS	FDN _{mo} % MS	dFDN _{mo240} % FDN	uFDN _{mo240} % FDN	dFDN _{p24} % FDN	dFDN _{p30} % FDN	dFDN _{p48} % FDN	KdFDN % (h.MS) ⁻¹
Quênia	2019	35,9 a	59,4 a	85,5 a	10,0 b	34,0 a	45,3 a	60,6 a	5,16 b
Ruziziensis		33,5 a	57,3 a	84,8 a	10,1 b	28,3 ab	40,2 ab	60,1 a	5,19 b
Xaraés		36,2 a	62,2 a	81,2 ab	13,2 ab	27,1 b	37,7 b	56,4 a	5,07 b
Quênia	2020	38,1 a	58,2 a	78,4 b	14,6 a	35,8 a	43,9 a	59,1 a	5,66 ab
Ruziziensis		33,7 a	57,9 a	84,6 a	10,2 b	31,4 ab	41,8 ab	61,6 a	5,34 ab
Xaraés		35,8 a	58,0 a	80,0 b	13,3 ab	33,4 a	41,4 ab	61,4 a	5,83 a
Quênia		37,0 a	58,8 a	82,0 ab	12,3 a	34,9 a	44,6 a	59,9 a	5,41 a
Ruziziensis		33,6 a	57,6 a	84,7 a	10,2 a	29,9 b	41,0 ab	60,8 a	5,27 a
Xaraés		36,0 a	60,1 a	80,6 b	13,3 a	30,2 ab	39,5 b	58,9 a	5,45 a
p-value									
F		ns	0,020	0,005	0,005	0,0004	<0,001	ns	ns
Ano		ns	ns	<0,001	<0,001	ns	ns	ns	0,0024
F:Ano		ns	ns	<0,001	<0,001	ns	ns	ns	0,037

Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ns: não significativo ($p > 0,05$). FDA: fibra em detergente ácido; FDN_{mo}: fibra em detergente neutro na matéria orgânica; dFDN₂₄₀: digestibilidade da fibra em detergente neutro em 24 horas; uFDN₂₄₀: não digestibilidade da fibra em detergente neutro em 240 horas dFDN_{p24}: digestibilidade fibra em detergente neutro padronizada em 24 horas; dFDN_{p30}: digestibilidade da FDN padronizada em 30 horas; dFDN_{p48}: da FDN digestibilidade padronizada 48 horas e KdFDN: taxa de passagem ruminal fibra em detergente neutro.

Em geral, a forrageira *Ruziziensis* apresentou melhor composição química no momento da entrada dos animais em pastejo, com maior teor de CNF e NDT (Tabela 2). Carboidrato não fibroso (CNF) teve efeito significativo de forragem e ano, com maior teor para *Ruziziensis* 2019 e menor para Quênia 2020 (Tabela 2).

Os lipídios presentes nas forrageiras é representado pelo extrato etéreo (EE), que teve efeito significativo para forragem e interação entre forragem e ano (Tabela 2). Observou-se maior concentração de EE para Quênia 2020, e menor quantidade para Xaraés em 2019. As espécies forrageiras não diferindo entre-se na média dos dois anos.

A proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA) teve efeito significativo de forrageira, com maior teor de PIDA para Quênia 2019, e menor PIDA para todas as cultivares em 2020. Já o resultado das médias entre as forrageiras, o Quênia obteve maior valor em relação as demais cultivares (Tabela2).

Para PIDN, houve efeito de forragem e interação forragem e ano, para Quênia e *Ruziziensis* nos anos de 2019 e 2020 não diferindo entre si com maior PIDN comparados a Xaraés. Na média dos dois anos, Xaraés obteve menor PIDN comparado ao Quênia e *Ruziziensis*, que não diferiram entre eles.

Para proteína bruta (PB) e proteína digestível (PD), ocorreu interação entre forragem e ano, com a forrageira Xaraés em 2020 com maior teor PB e PD e Xaraés em 2019 menor teor (Tabela 2). Já a média dos dois anos para PB e PD não diferiram entre as forrageiras.

Quanto a produção de litros de leite por tonelada de MS, observa que as cultivares *Ruziziensis* e Quênia em 2019 e *Ruziziensis* 2020 apresentam maior produtividade de leite e Quênia 2020 com menor produção de leite por tonelada de MS.

Tabela 2. Composição química da forragem *Brachiaria ruziziensis*, *Brachiaria brizantha* cv. BRS Xaraés e *Panicum maximum* cv. BRS Quênia na entrada dos bovinos em pastejo nos anos de 2019 e 2020.

Forrageiras	Ano	MS kg ha ⁻¹	CNF %MS	EE %MS	NDT %MS	PIDA %MS	PIDN %MS	PB %MS	PD %MS	kg leite (tnMS) ⁻¹
Quênia	2019	2465 ab	21,0 b	2,33 ab	59,9 ab	0,37 a	0,90 a	11,4 ab	11,0 ab	1396 a
Ruziziensis		2867 ab	25,0 a	2,27 ab	60,8 a	0,35 ab	0,97 a	10,6 ab	10,4 ab	1438 a
Xaraés		3951 a	21,4 b	2,06 b	56,8 ab	0,26 ab	0,77 ab	9,9 b	9,6 b	1312 ab
Quênia	2020	3670 ab	16,8 c	2,38 a	55,4 b	0,17 b	0,91 a	11,1 ab	10,9 ab	1205 b
Ruziziensis		4271 ab	22,4 b	2,20 ab	61,3 a	0,11 b	0,77 a	11,8 ab	11,7 ab	1434 a
Xaraés		1947 b	17,9 bc	2,34 b	59,6 ab	0,09 b	0,37 b	18,8 a	13,7 a	1365 ab
Quênia		3068 a	18,9 b	2,36 a	57,6 b	0,27 a	0,91 a	11,2 a	11,0 a	1300 b
Ruziziensis		3569 a	23,7 a	2,23 a	61,0 a	0,18 b	0,87 a	11,2 a	11,0 a	1436 a
Xaraés		2949 a	19,7 b	2,20 b	58,2 ab	0,18 b	0,57 b	11,9 a	11,7 a	1339 ab
F		ns	<0,001	<0,001	0,034	0,0081	0,0049	ns	ns	0,045
Ano		ns	<0,001	ns	0,034	<0,001	Ns	ns	ns	<0,001
F:Ano		<0,001	ns	0,016	0,034	ns	<0,001	0,05	0,0059	<0,001

Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ns: não significativo ($p>0.05$). MS: matéria seca; CNF: carboidrato não fibroso; EE: extrato etéreo; NDT: nitrogênio digestível total; PIDA: proteína insolúvel em detergente ácido; PIDN: proteína insolúvel em detergente neutro; PB: proteína bruta; PD: proteína digestível e kg leite tnMS⁻¹: quilo de leite por tonelada de matéria seca.

Na saída dos bovinos dos piquetes (Tabela 3), os teores de FDA apresentaram efeito significativo para a espécie forrageira, com as cultivares Quênia 2019 e 2020 e Xaraes 2020 obtendo maior quantidade de FDA comparado ao *Ruziziensis* 2019. Na comparação da média entre os dois anos das espécies forrageiras, o Quênia teve maior quantidade de FDA comparado ao *Ruziziensis*. Para FDN_{mo} na saída dos animais, houve efeito de forragem, com Xaraes no ano de 2020 apresentando maior quantidade de fibra em detergente neutro, e *Ruziziensis* 2019 obtendo a menor quantidade, no entanto, na comparação de média entre dois anos não teve diferença entre as forrageiras (Tabela 3).

Para digestibilidade da fibra detergente neutro na matéria orgânica com 240 horas de incubação dFDN_{mo240} (Tabela 1), houve efeito de forragem, ano e sua interação, com maior digestibilidade para Quênia 2019 e *Ruziziensis* 2019 e 2020 e menor para Quênia e Xaraés 2020. Na comparação de médias entre as espécies forrageiras, *Ruziziensis* obteve maior dFDN₂₄₀ comparado com Xaraés. Já o uFDN_{mo240} indica o que não foi digerido da fibra em detergente neutro pelo rumem em 240 horas, com a forrageira Quênia 2020 tendo a maior quantidade de fibra não digerida, e com as menores quantidades as forrageiras Quênia 2019 e *Ruziziensis* 2019 e 2020. Já na comparação dos anos entre as forrageiras a cultivar Xarés obteve a maior quantidade de fibra não digerida e *Ruziziensis* a menor quantidade.

A forrageira Quênia apresentou maior dFDN_{p24} e dFDN_{p30} do que *Ruziziensis* e Xaraés, na saída dos animais (Tabela 3). Já para dFDN_{p48}, Quênia e *Ruziziensis* apresentaram maior valor que Xaraés. Para taxa de passagem de fibra detergente neutro (KdFDN), maior taxa para Quênia 2020, e menor para as forrageiras Quênia, *Ruziziensis* e Xaraés 2019. Na comparação das médias entre as forrageiras, a cultivar Quênia teve maior kdFDN do que *Ruziziensis* e Xaraés, que não diferiram entre-se (Tabela 3).

Tabela 3. Médias de composição de fibra e digestibilidade *in vitro* da forragem de *Brachiaria ruziziensis*, *Brachiaria brizantha* cv. BRS Xaraés e *Panicum maximum* cv. BRS Quênia, na saída dos bovinos em pastejo nos anos de 2019 e 2020.

FORAGEIRAS	Ano	FDA % MS	FDNmo % MS	dFDNmo240 % FDN	uFDNmo240 % FDN	dFDNp24 % FDN	dFDNp30 % FDN	dFDNp48 % FDN	KdFDN % (h.MS) ⁻¹
Quênia	2019	40,5 a	65,5 ab	77,4 ab	16,6 b	25,6 b	37,8 a	49,8 b	4,6 c
Ruziziensis		37,1 b	61,6 b	80,0 a	14,0 b	22,5 bc	33,6 b	49,7 b	4,5 c
Xaraés		39,4 ab	66,3 ab	74,5 ab	18,9 ab	21,5 c	31,6 b	45,4 b	4,4 c
Quênia	2020	42,3 a	66,1 ab	70,1 b	22,3 a	32,2 a	38,5 a	56,8 a	6,5 a
Ruziziensis		40,6 ab	67,0 ab	72,9 b	20,0 ab	25,3 bc	33,8 b	52,5 ab	5,4 b
Xaraés		41,5 a	67,6 a	69,9 b	22,5 a	26,8 b	33,6 b	51,5 ab	5,6 b
Quênia		41,4 a	65,8 a	73,7 ab	19,5 ab	28,9 a	38,2 a	53,3 a	5,59 a
Ruziziensis		38,8 b	64,3 a	76,4 a	17,0 b	23,9 b	33,7 b	51,1 a	4,92 b
Xaraés		40,4 ab	67,0 a	72,2 b	20,7 a	24,1 b	32,6 b	48,9 b	5,00 b
F		0,024	0,019	0,005	0,009	0,0004	<0,001	0,0026	ns
Ano		ns	ns	<0,001	<0,001	ns	ns	<0,001	0,0024
F:Ano		ns	ns	<0,001	ns	ns	ns	ns	0,037

Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ns: não significativo ($p > 0.05$). FDA: fibra em detergente ácido; FDNmo: fibra em detergente neutro na matéria orgânica; dFDN240: digestibilidade da fibra em detergente neutro em 24 horas; uFDN240: não digestibilidade da fibra em detergente neutro em 240 horas; dFDNp24: digestibilidade fibra em detergente neutro padronizada em 24 horas; dFDNp30: digestibilidade da FDN padronizada em 30 horas; dFDNp48: digestibilidade da FDN padronizada 48 horas e KdFDN: taxa de passagem ruminal fibra em detergente neutro.

Para carboidratos não fibrosos (CNF), houve efeito significativo de forragem, com menor teor para Quênia 2020 e maior para *Ruziziensis* 2020. Já a média dos dois anos entre as forrageiras a cultivar *Ruziziensis* apresentou a maior quantidade de CNF em relação as outras cultivares (Tabela 4). Já o extrato etéreo (EE) obteve maior teor para Quênia nos dois anos e menor teor para Xaraés 2020, com a média entre os anos a cultivar Quênia apresentou maior quantidade de EE em relação as cultivares *Ruziziensis* e Xaraés.

Para proteína bruta (PB), proteína digestível (PD) e proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA), com a cultivar *Ruziziensis* em 2019 obtendo maior teor em relação as forrageiras no de 2020, já proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN) não diferiu. No entanto, na saída dos animais não teve diferença nas médias dos dois anos entre as forrageiras (Tabela 4).

Já o maior teor de nutriente digestível total (NDT) foi obtido pela cultivar *Ruziziensis* nos dois anos, e menor teor para Xaraés nos anos 2019 e 2020 e Quênia 2019. Já a média nos dois anos entre as forrageiras *Ruziziensis* obteve a maior teor em relação as cultivares Quênia e Xaraés.

Tabela 4. Médias de composição da forragem de *Brachiaria ruziziensis*, *Brachiaria brizantha* cv. BRS Xaraés e *Panicum maximum* cv. BRS Quênia, na saída dos bovinos das áreas de pastejo nos anos de 2019 e 2020.

Forrageiras	Ano	MS kgha ⁻¹	CNF %MS	EE %MS	NDT %MS	PIDA %MS	PIDN %MS	PB %MS	PD %MS
Quênia	2019	2655 ab	225 b	1,8 a	52,1 ab	0,42 a	0,82 a	4,94 b	4,5 ab
Ruziziensis		1600 ab	23,6 b	1,5 ab	53,4 a	0,44 a	0,96 a	9,18 a	8,74 a
Xaraés		3050 a	22,4 b	1,6 ab	50,0 b	0,26 ab	0,92 a	5,34 ab	5,09 ab
Quênia	2020	1526 ab	19,5 c	1,8 a	49,1 b	0,24 b	0,85 a	3,75 b	3,37 b
Ruziziensis		2428 ab	26,5 a	1,6 ab	54,1 a	0,17 b	0,85 a	2,79 b	2,62 b
Xaraés		1200 b	22,6 b	1,4 b	50,5 b	0,22 b	0,70 a	4,42 b	4,19 b
Quênia	2019	2019 a	21,0 b	1,8 a	50,6 b	0,33 a	0,84 a	4,35 a	3,94 a
Ruziziensis		2014 a	25,0 a	1,5 b	53,8 a	0,31 a	0,91 a	5,99 a	5,68 a
Xaraés		2125 a	22,5 b	1,5 b	50,3 b	0,24 a	0,81 a	4,88 a	4,64 a
F		ns	ns	0,015	0,0022	0,0049	ns	0,0010	0,0011
Ano		ns	<0,001	ns	<0,001	<0,001	ns	ns	ns
F:Ano		<0,001	<0,001	ns	0,0034	0,0019	ns	0,0014	0,002

Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ns: não significativo ($p > 0.05$). MS: matéria seca; CNF: carboidrato não fibroso; EE: extrato etéreo; NDT: nitrogênio digestível total; PIDA: proteína insolúvel em detergente ácido; PIDN: proteína insolúvel em detergente neutro; PB: pbruta; PD: proteína digestível e kg leite tnMS⁻¹: quilo de leite por tonelada de matéria seca.

5.3.2 Desempenho Animal

A produção animal (Tabela 5 e 6) não diferiu entre as espécies forrageiras e os anos ($P>0,05$). Os resultados da análise de variância da interação de forrageiras e ano foi significativo ($P<0,05$) para lotação, com a forrageira Xaraés 2019 com maior lotação e as forrageiras Xaraés, Quênia e *Ruziziensis* em 2020 com menor capacidade de suporte animal por hectare (Tabela 5). O ano de 2019 apresentou maior ganho em peso médio diário e taxa de lotação em relação ao ano de 2020 (Tabela 6), enquanto para ganho em peso total não houve diferença entre os anos.

Tabela 5. Valores médios de desempenho de bovinos nas forrageiras *Brachiaria ruziziensis*, *Brachiaria brizantha* cv. BRS Xaraés e *Panicum maximum* cv. BRS Quênia nos anos de 2019 e 2020.

FORAGEIRAS	Ano	GP (Kg ha ⁻¹)	GPD (kg.dia ⁻¹)	Lotação (UA.ha ⁻¹)
Xaraés	2019	152 ± 27,5 a	0,655 ± 0,131 a	3,57 ± 0,0628 a
Quênia		214 ± 32,8 a	0,920 ± 0,156 a	3,41 ± 0,0740 ab
Ruziziensis		140 ± 27,5 a	0,699 ± 0,131 a	3,27 ± 0,0628 b
Xaraés	2020	118 ± 27,5 a	0,328 ± 0,131 a	2,29 ± 0,0628 c
Quênia		135 ± 27,5 a	0,375 ± 0,131 a	2,27 ± 0,0628 c
Ruziziensis		126 ± 27,5 a	0,349 ± 0,131 a	2,25 ± 0,0628 c

Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Ganho em peso por hectare (GP), ganho em peso por dia (GPD) e lotação em unidade animal por hectare (UA ha⁻¹)

Tabela 6. Valores médios de desempenho animal de bovinos nas forrageiras *Brachiaria ruziziensis*, *Brachiaria brizantha* cv. BRS Xaraés e *Panicum maximum* cv. BRS Quênia e nos anos de 2019 e 2020.

FORAGEIRAS	GP (kg.ha ⁻¹)	GPD (kg.dia ⁻¹)	Lotação (UA.ha ⁻¹)
Xaraés	135 ± 19,5 a	0,491 ± 0,0929 a	2,93 ± 0,049 a
Quênia	174 ± 21,4 a	0,647 ± 0,1021 a	2,84 ± 0,053 a
Ruziziensis	133 ± 19,5 a	0,524 ± 0,0929 a	2,76 ± 0,049 a
Ano			
2019	169 ± 17,0 a	0,758 ± 0,0809 a	3,42 ± 0,0385 a
2020	126 ± 15,9 a	0,351 ± 0,0758 b	2,27 ± 0,0363 b

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Ganho em peso por hectare (GP), ganho em peso por dia (GPD) e lotação em unidade animal por hectare (UA ha⁻¹).

5.4 DISCUSSÃO

O desempenho e os resultados da análise de composição química da forragem na entrada e saída dos animais em pastejo apresentam resultados semelhantes, demonstrando a grande similaridade entre as cultivares forrageiras.

O resultado de PB não diferiu entre as cultivares forrageiras ficando próximo de 11% e 4,5% no momento da entrada e saída dos animais, respectivamente (Tabela 2). Corroborando com os resultados encontrados neste estudo, Silva et al. (2016) não encontraram diferença nos resultados de composição química de proteína bruta (PB) entre diferentes cultivares de *Brachiaria* e *Panicum*.

Os teores de FDN e FDA no momento da entrada dos animais não diferem entre as forrageiras Quênia, Ruziziensis e Xaraés (Tabela 1), não havendo limitação de consumo entre as forrageiras durante o período inicial de pastejo, indicando que o consumo de MS e digestibilidade das forrageiras foram semelhantes nos 2 anos. Essa semelhança pode estar relacionada ao momento da entrada dos animais para pastejo, que foi no mês de junho nos dois anos, saindo da estação chuvosa que proporciona boas condições de desenvolvimento das plantas forrageiras.

Porém, esses resultados de FDN e FDA foram diferenciando ao longo do período de pastejo (Tabela 3), com maiores teores de FDA para Quênia 2019 e 2020 e Xaraés 2020, refletindo em menor digestibilidade para essas forrageiras, e com maior digestibilidade no Xaraés em 2019. Na média entre as forrageiras nos 2 anos de estudo, apresentou maior valor de FDA para Quênia refletindo em uma limitação na digestibilidade da MS em relação a Ruziziensis.

O aumento dos teores de FDN encontrado no experimento pode estar relacionado ao amadurecimento da forragem durante o ciclo de produção, conforme afirma Patês et al. (2008). Com o amadurecimento da planta, a produção de componentes potencialmente digestíveis (carboidratos solúveis, proteínas, minerais e outros conteúdos celulares) tende a decrescer, enquanto as frações menos digestíveis, como celulose, hemicelulose e lignina, aumentam.

Quanto a digestibilidade do dFDN240, que indica o quanto do total do FDN foi digerido pelo rumem em 240 horas, com valores maiores de digestibilidades para as forrageiras Quênia e Ruziziensis em 2019 e Ruziziensis 2020, porém com valor de uFDN 240 que indica o quanto da fibra em detergente neutro não foi digerido, com maior

quantidade de fibra não digerida para Quênia em 2020, e menor quantidade para Quênia e Ruziziensis em 2019 e Ruziziensis em 2020 (Tabela1), confirmando que 240 horas da digestibilidade em detergente neutro, com as três forrageiras não diferindo entre si em 2020.

Quanto ao desempenho de ganho em peso e ganho em peso por dia, essas variáveis estão relacionadas ao valor nutricional das forrageiras e teores de FDN e FDA presente nas plantas forrageiras, que estão ligados ao consumo de MS e digestibilidade das plantas. Onde o ganho em peso diário variou de 0,491 a 0,647 quilograma por dia, com desempenho uniforme dos bovinos nas diferentes forrageiras *Brachiaria ruziziensis*, *Brachiaria brizantha* cv. BRS Xaraés e *Panicum maximum* cv. BRS Quênia.

Ao avaliar o ganho em peso diário de animais da raça Nelore na fase de recria, no sistema convencional de pastagem Braga et al. (2019), verificaram ganho médio diário de 0,20 kg/animal/dia durante a estação seca do ano em uma pastagem de *Panicum maximum*. Essa superioridade em ganho em peso observado no estudo, está relacionada a maior quantidade e qualidade de forragem ofertada no SIPA, somada ao fornecimento de suplemento proteico-energético aos animais.

Vale ressaltar da importância da utilização do sistema integrado para produzir forragem na estação seca do ano, quanto a oferta de forragem para os bovinos. A produção de MS no ano de 2019 foi 2,03 vezes maior para forrageira Xaraés em relação a Xaraés em 2020, sendo as demais forrageiras não diferindo com Xaraés 2019 (Tabela 2), no entanto, no final do pastejem 2019 a oferta de MS da Ruziziensis reduziu 43,15%, e Xaraés 30,76% (Tabela 4), com a forrageira Ruziziensis reduzindo 11,39% de MS a mais, comparada ao Xaraés o que reflete na capacidade de suporte de animais.

No ano de 2020 com forrageira *Ruziziensis* apresentou maior produção de MS em relação a Xaraés. Porém, observa-se que a oferta de MS no momento da entrada dos animais, com a forrageira Xaraés apresentando 45,5% a menos MS em relação a *Ruziziensis*, porem essa diferença não afetou na capacidade de suporte animal.

ILP proporcionam oferta de forragens em quantidade e qualidade em plena estação da seca (inverno), com taxa de lotação de bovinos por hectare semelhante à estação chuvosa (verão), que apresentam alta disponibilidade de forragem (Baggio et al., 2009). As forrageiras no ano de 2020 não apresentaram diferença significativa na capacidade de lotação. A não diferenciação de capacidade de suporte de animais entre as forrageiras, está relacionado ao ganho em peso dos animais que não diferiram entre as

forrageiras (Tabela 5). Os valores encontrados no presente estudo com menor taxa de lotação próximo $2,5 \text{ UA ha}^{-1}$ é considerada elevada por se tratar do período com déficit hídrico (Gráfico 1), época onde há pouca disponibilidade de água para melhor desenvolvimento das forrageiras.

A pecuária brasileira tradicional possui a taxa de lotação menor que 1 UA ha^{-1} (Zimmer et al., 2012), comprometendo os índices zootécnicos dos animais. Sendo assim, os valores encontrados demonstram superioridade na capacidade de suporte de animais em pastos formados sob sistema ILP mostrando as vantagens da utilização desse sistema.

5.5 CONCLUSÃO

A diferentes espécies forrageiras não afetaram a produtividade animal, portanto a escolha entre as espécies forrageiras para o sistema de produção pode ser pautada em outros atributos como disponibilidade e custos. As forrageiras não apresentaram diferença quanto a produtividade de forragem nos 2 anos de avaliação. Quanto a qualidade da forragem, a cultivar Quênia apresentou maior digestibilidade entre as forrageiras avaliadas. Enquanto a cultivar *Ruziziensis* em geral apresentou maiores valores de proteína.

5.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, R. E. M.; GOMES, C. M.; LAGO, B. C.; OLIVEIRAS, S. M.; PIEROZAN JUNIOR, C.; FARAVIN, J. L. Corn yield, forage production and quality affected by methods of intercropping corn and *Panicum maximum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.52, p.170-176, 2017.

BAGGIO, C.; CARVALHO, P. C. F.; SILVA, L. S. S. Padrões de deslocamento e captura de forragem por novilhos em pastagem de azevém-anual e aveia-preta manejada sob diferentes alturas em sistema de integração lavoura-pecuária. *Rev. Bras. Zootec.*, v.38, n.2, p.215-222, 2009.

BATES, D.; MAECHLER, M.; BOLKER, B. WALKER, S.; Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. **Journal of Statistical Software**, 67(1), 1-48. v.067, 2015.

BRAGA, G. J., MACIEL, G. A., GUIMARÃES JR, R., RAMOS, A. K B., CARVALHO, M. A., FERNANDES, F. D., FONSECA, C. E. L., JANK, L. Performance of Young Nellore bulls on guineagrass pastures under rotational stocking in the Brazilian Cerrado. **Tropical Grasslands - Forrajes Tropicales**, v.7, n.3, p.214–222, 2019.

CARVALHO, A. M.; SOUZA, L. L. P.; GUIMARÃES JÚNIOR, R. Cover plants with potential use for crop-livestock integrated systems in the Cerrado region. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, p.1200-1205, 2011.

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. **Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 11, n. 10, p. 1036-1045, 2017.

CARVALHO, M. A.; RAMOS, A. K. B.; BRAGA, G. J. O barato que sai caro: escolha do cultivar forrageiro. Embrapa Cerrados, 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/cerrados/busca-de-noticias/-/noticia/54160487/artigo---o-baratoque-sai-caroescolha-do-cultivar-forrageiro>. Acesso em abril de 2021.

COSTA, M. P.; SCHOENEBOOM, J. C.; OLIVEIRA, S. A.; VIÑAS, R. S.; MEDEIROS, G. A. A socio-eco-efficiency analysis of integrated and no integrated crop-livestock-forestry. **Journal of Cleaner Production**, v.171, n.10, p.1460-1471, 2018.

DIAS, M. B. C.; COSTA, K. A. P.; SEVERIANO, E. C.; BILEGO, U.; FURTINI NETO, A. E.; ALMEIDA, D. P.; BRAND, S. C.; LOURIVAL, V. *Brachiaria and Panicum*

maximum in an integrated crop-livestock system and a second-crop corn system in succession with soybean. **The Journal of Agricultural Science**, v. 158, p. 206 -217, 2020.

FERREIRA JUNIOR, O. J.; BORTOLON, L.; BORGHI, E.; BORTOLON, E. S. O.; CAMARGO, F. P.; SILVA, R. R.; NICOLODI, M.; GIANELLO, C. Agronomic Performance of Soybean Inter-cropped With Cover Crops and the Effects of Lime and Gypsum Application. **Journal of Agricultural Science**. V. 10, p. 240-249, 2018.

FLÁVIO NETO, J.; SEVERIANO, E. 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**, v.37, n.3, p.375-383, 2015.

GARRET, R. D.; NILES, M. T.; GIL, J. D. B.; GAUDIN, A.; CHAPLIN-KRAMER, R.; ASSMANN, A.; ASSMANN, T. S.; BREWER, K.; CARVALHO, P. C. F.; CORTNER, O.; DYNES, R.; GARBACH, K.; KEBREAB, E.; MUELLER, N.; PETERSON, C.; REIS, J. C.; SNOW, V.; VALENTIN, J. Social and ecological analysis of commercial integrated crop-livestock systems: Current knowledge and remaining uncertainty. **Agricultural Systems**, v.155, n. p.136-149, 2017.

KAMBLE, S. S.; GUNASEKARAN, A.; GAWANKAR, S. A. Achieving sustainable performance in a data drive agriculture supply chain: A review for research and applications. *Internacional*. **Journal of Production Economics**, v.219, p.179-194, 2020.

LENTH, R. (2020). emmeans: Estimated Marginal Means, aka Least-Squares Means. R package version 1.5.2-1. <https://CRAN.R-project.org/package=emmeans>.

MOUSQUER, C. J.; HOFFMANN, A.; SIMIONI, T. A. FERNANDES, G. A.; CASTRO, W. J. R.; FILHO, A. S. S.; DALMASO, A. C; MORAES, E. H. B. K. Intensificação do Sistema Produtivo de Bovinos de Corte: **Suplementação á Pasto**. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 11, n. 2, p. 3288-3308, 2014.

MOREIRA, J. F. M.; COSTA, K. A. P.; SEVERIANO, E. C.; SIMON, G. A.; EPIFANIO, P. S.; CRUVINEL, W. S.; BENTO, J. C. Production and bromatological composition of cultivars of *Brachiaria brizantha* and Campo Grande Stylo monocropped and intercropped under diferente planting methods. **African Journal of Agricultural Research**, v.10, p.317-327, 2015.

MOUSQUER, C. J.; FERNANDES, F. F. D.; FERNANDES, G. A R. CASTRO, W. J.; HOFFMANN, A.; SIMIONI, T. A.; MOUSQUER, A. J.; GOMES, R. C. P. Desempenho reprodutivo de matrizes Nelore. **Pubvet, Londrina**, V. 8, Ed. 252, Art. 1666, Fevereiro, 2014.

OLIVEIRA, M. S.; ALMEIDA, R. E. M.; PIEROZAN JUNIOR, C.; REIS, A. F. B.; SOUZA, L. F. N.; FAVARIN, J. L. Contribution of corn intercropped with Brachiaria species to nutrient cycling. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.49, ed.55018, 2019.

PATÊS, N. M. S.; PIRES, A. J. V.; CARVALHO, G. G. P. Production and nutritive value of Tanzania grass fertilized with nitrogen and phosphorus. **Rev. Bras. Zootec.**, v.37, p.1934 - 1939, 2008.

R CORE TEAM (2020). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

SCHUSTER, M. Z.; LUSTOSA, S. B. C.; PELISSARI, A.; HARRISON, S. K.; SULC, R. M.; DEISS, L.; LANG, C. R.; CARVALHO, P. C. F.; GAZZIERO, D. L. P.; DE MORAES, A. Optimizing forage allowance for productivity and weed management in integrated crop-livestock systems. **Agronomy for Sustainable Development**, v.39, n.18, p.1-10, 2019.

SHAVER, R. D & LAUER, J. G. Review of Wisconsin of corn silage milk per ton models. **Journal Dairy Science**, v.89 (supply 1), p.282, 2006.

SILVA, F. D.; AMADO, T. J. C.; FERREIRA, A. O.; ASSMANN, J.M.; ANGHINONI, I.; SILVA, J. L.; RIBEIRO, K. G.; HERCULANO, B. N.; PEREIRA, O. G.; PEREIRA, R. C.; SOARES, L. F. P. Massa de forragem e características estruturais e bromatológicas de cultivares de brachiaria e Panicum. **Ciência animal Brasileira, Goiânia**. v.17, n.3, p. 342-348, 2016.

TESK, C. R. M.; CAVALLI, J.; PINA, D. S.; PEREIRA, D. H.; PEDREIRA, C. G. S.; JANK, L.; SOLLENBERGER, L. E.; PEDREIRA, B. C. Herbage responses of Tamani and Quênia guinea grasses to grazing intensity. **Agronomy Journal**, v.112, p.2081-2091, 2020.

VENDRAMINI, J. M. B.; SOLLENBERGER, L. E.; DE OLIVEIRA, F. C. L.; HERLING, V.R.; GOMES, V. C.; SANCHEZ, J. M. D.; YARBOROUGH, J. K. Herbage

characteristics of continuously stocked limpgrass cultivars under stockpiling management. **Crop Science**, v.59, n.6, p.2886– 2892, 2019.

VILELA, L. M.; MACEDO, G. B.; MARCHÃO, M. C. M.; GUIMARÃES, R. L.; PULROLNIK, R.; MACIEL, K.; ALCANTRA, G. Sistemas de integração lavoura-pecuária na região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.10, p. 1127-1138, 2011.

6. CAPÍTULO II

EFEITO DO PASTEJO E DIFERENTES ESPÉCIES FORRAGEIRAS NA PRODUTIVIDADE DE SOJA EM SISTEMA INTEGRADO DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA

RESUMO: A sobressemeadura de forrageiras tropicais para produção de forragem para pastoreio de bovinos e produção de biomassa para plantio direto da cultura anual reflete na maximização da produção, com maior sustentabilidade e menor impacto ambiental. Diante disso, objetivou-se avaliar a produção, decomposição e liberação de nutrientes da biomassa das forrageiras no sistema com e sem pastejo e produtividade da cultura da soja em sucessão. Foram utilizadas três espécies forrageiras com quatro repetições subdivididas em áreas com e sem pastejo. As espécies forrageiras utilizadas foram: *Brachiaria ruziziensis*, *Brachiaria brizantha* cv. BRS Xaraés e *Panicum maximum* cv. BRS Quênia, implantados via sobressemeadura da soja. Não ocorreu diferenças na produção de biomassa entre as forrageiras. Quanto à ciclagem de nutrientes, a cultivar Quênia apresentou maior ciclagem de N e K. O pastejo promoveu maior ciclagem de P, K, Mg e S. Quanto a produtividade de soja, não houve diferença entre as forrageiras e pastejo. O sistema ILP promove maior ciclagem de nutrientes em relação a áreas com forrageiras como cobertura de solo. As diferentes espécies forrageiras e o pastejo não influenciaram a produtividade de soja, demonstrando que a exploração pecuária em sucessão a soja pode trazer benefícios econômicos para o sistema de produção.

Palavras-chave: Integração Lavoura-Pecuária, decomposição de biomassa, ciclagem de nutrientes, forragem.

EFFECT OF GRAZING AND DIFFERENT FORAGE SPECIES ON SOYBEAN YIELD IN CROP-LIVESTOCK INTEGRATED SYSTEM

ABSTRACT The overseeding of tropical forages for pasture production for cattle grazing and biomass production for direct seeding of cash crops reflects in the maximization of production, with greater sustainability and less environmental impact. Therefore, the objective of this study was to evaluate the production, decomposition and release of nutrients in the biomass of forages in the system with and without grazing and productivity of the soybean crop in succession. It was used three forage species with four repetitions subdivided into areas with and without grazing. The forage species used in the second crop were: *Brachiaria ruziziensis*, *Brachiaria brizantha* cv. BRS Xaraés and *Panicum maximum* cv. BRS Quênia, overseeded on soybeans. There were no differences in biomass production between forages. Quenia grass showed greater cycling of N and K. Grazing promoted greater cycling of P, K, Mg and S. There was no difference between forages and grazing for soybean yield. The crop-livestock integrated system promotes greater nutrient cycling in relation to areas with forage as cover crops. The different forage species and grazing did not affect soybean productivity, demonstrating that livestock exploitation in succession to soybean can bring economic benefits to the production system.

KeyWords: Crop-Livestock Integrated System, Biomass Decomposition, Nutrient Cycling, forage.

6.1 INTRODUÇÃO

O sistema integrado de produção agropecuário (SIPA), visa atender a demanda global por produção de alimentos e ainda conservar os ecossistemas (Allaoui et al., 2018). Dentre as modalidades de SIPA tem-se a Integração Lavoura-Pecuária (ILP). Logo esse sistema pode ser definido como um sistema que integra agricultura e pecuária em rotação, consórcio ou sucessão na mesma área propondo maior produção em menor área (Carvalho et al. 2017).

Esse sistema promove benefícios como recuperação de pastagens degradadas, oferta de forragem no período de entressafra, formação de biomassa para o sistema de plantio direto, agregando valores aos produtos agropecuários e mantendo a sustentabilidades provenientes do sinergismo entre culturas anuais e pastagens (Schuster et al., 2019).

O sistema ILP apresenta vantagens em relação ao sistema de monocultivo, em promover a melhoria nas condições físicas, químicas e biológicas do solo. Promove diversificação das culturas anuais provenientes da rotação/sucessão com gramínea (forrageira tropical) durante a entressafra, produção de forragem para os bovinos, permite maior exploração do perfil do solo pelas raízes que favorece a infiltração de água reduzindo processo erosivo, e simultaneamente produzindo resíduos vegetais sobre superfície do solo (Silva et al., 2015; Chioderoli et al, 2012; Carvalho et al. 2017; Costa et al., 2016).

Além disso, os sistemas promovem maiores estabilidades frente as condições climáticas adversas, como períodos prolongados de estiagem, visto que as plantas forrageiras protegem o solo mantendo sua umidade (Peterson et al., 2020). As forrageiras reabastecem o solo com matéria orgânica, reciclam nutrientes em camadas mais profundas e melhora a atividade microbiana do solo (Lemaire et al., 2014). As forrageiras do gênero *Brachiaria* são as mais utilizadas para compor os sistemas integrados, como a *Brachiaria ruziziensis*, sendo a primeira forrageira utilizada nos sistemas integrados, em decorrência das características de porte baixo, estabelecimento rápido com boa produção de forragem e excelente cobertura do solo, com facilidade de dessecação (Carvalho et al., 2011).

A *Brachiaria brizantha* cv. BRS Xaraés apresenta alta produção de forragem de qualidade, conseqüente da rebrota mesmo no período seco do ano, proveniente do sistema

radicular agressivo, que busca água e nutrientes em profundidade do solo (Moreira et al., 2015; Flávio Neto et al., 2015). Entretanto, cultivares de *Panicum maximum* vem despertando o interesse para o sistema de integração, devido aos resultados positivos, pela elevada produção e qualidade da forragem (Tesk et al., 2020, Dias et al., 2020; Almeida et al., 2017).

As plantas forrageiras com sistema radicular agressivo contribuem na descompactação biológica do solo e promovem ciclagem de nutrientes, uma vez que essas plantas absorvem nutrientes das camadas subsuperficiais do solo, e liberam posteriormente na camada superficial pela decomposição dos seus resíduos de palhada beneficiando a cultura em sucessão (Almeida et al., 2015; Costa et al., 2015a).

A entrada de animais em áreas tradicionais de lavoura é bastante questionada, principalmente sob possíveis efeitos negativos do pisoteio sobre atributos do solo (Flores et al., 2007; Bavoso et al., 2010). No entanto, outros estudos indicam que a presença de gado na pastagem com produção de esterco, aumentam disponibilidade de nutrientes pela ciclagem, promovendo maior eficiência na utilização dos recursos naturais (Silva et al. 2014).

Dessa forma, objetivou-se avaliar os efeitos do pastejo e diferentes espécies forrageiras sobre a dinâmica de biomassa de cobertura do solo e produtividade de soja em sucessão em sistema integrado de produção agropecuário.

6.2 MATERIAIS E MÉTODOS

6.2.1 Caracterização da área experimental

O experimento foi realizado a margem da rodovia GO 174, no município de Amarinópolis-GO, latitude 16°32' 30" S e longitude 51°06'39" W, com clima conforme com a classificação de Köppen-Geiger é tropical (Aw), com médias anuais de temperatura e precipitação 23.1 °C, e 1414 mm respectivamente, caracteriza por apresentar duas estações bem definidas, uma de seca e fria (outono e inverno), outra chuvosa e quente (primavera e verão) (Alvarez et al., 2013).

O experimento possui uma área total de 12 ha, divididos em 24 parcelas com e sem pastejo que contemplaram uma área de 8.780 m² e 1.000 m² respectivamente. As parcelas foram divididas em três tratamentos *Brachiaria ruziziensis*, *Brachiaria brizantha* cv. BRS Xaraés e *Panicum maximum* cv. BRS Quênia, com quatro repetições. As parcelas foram subdivididas em área sem e com pastejo contínuo com bovinos macho inteiros. O trabalho foi conduzido por dois anos (safra 19/20 e safra 20/21).

Na Tabela 1 são apresentadas as características químicas do solo antecedendo a instalação do experimento, onde foram retiradas 6 amostras simples de solo nas camadas de 0 – 0,10, 0,10 – 0,20 e 0,20 – 0,40 m, nas respectivas áreas de instalação de cada forrageira. A coleta foi realizada com o auxílio de um trado holandês, para formar uma amostra composta de 0,50 kg de cada camada. As amostras compostas foram encaminhadas ao Laboratório de Solos para realização de análise química (Embrapa, 2017). O solo onde foi conduzido o experimento é classificado como Latossolo Vermelho distroférico de textura argilosa (EMBRAPA, 2018).

Tabela 1. Caracterização química da área experimental antes da implantação do sistema integrado de produção agropecuário (SIPA).

Camada (cm)	pH	H+Al	Al	Ca	Mg	CTC	P	K	SB
	cmol _c dm						mg/dm ³	mg/dm ³	%
0,0 – 10	3,4	2,76	0,00	1,96	0,59	5,51	3,67	75,55	49,88
10 - 20	3,11	3,16	0,053	0,086	0,33	4,49	1,67	46,89	29,33
20 - 40	3,06	2,63	0,03	0,63	0,26	3,59	2,22	28,44	26,78

Foi realizada uma avaliação prévia da produtividade da soja (*Glycine max*), cultivar BRASMAX BÔNUS, na safra 2018/2019 com objetivo de avaliar a variabilidade espacial da produtividade média da área antes da implantação do SIPA. Os resultados da análise de variância mostraram que não havia nenhum viés prévio na área onde foram implantadas as diferentes forrageiras, não sendo necessário a formação de blocos no delineamento experimental.

6.2.2 Cultivo da cultura de soja

Momento anterior ao cultivo da soja foi realizada a dessecação das áreas, sendo 12 de novembro para safra 19/20 e 13 de novembro para safra 20/21, com volume 70 lt ha⁻¹ de calda da mistura de 4 lt de ZAPP QI 620, mais 30 ml inseticida karate zeon 50 acrescido 0,5 kg ureia, em seguida fez a semeadura das sementes de soja com 2 e 5 dias após dessecação para as safras 19/20 e 20 /21 respectivamente.

As sementes de soja (*Glycine max*) utilizadas no experimento foram da cultivar BRASMAX BÔNUS, com semeadura em 15 de novembro de 2019 para primeiro ano e 20 de novembro de 2020 para segundo ano, com plantio direto na palha das diferentes forrageiras, com as sementes tratadas com Bendazol® e VITAVAX®-THIRAM na quantidade de 150 ml / 100 kg sementes, mais os inseticidas CRUISER® 350 FS e FIPRONIL nas dosagens de 100 e 200 ml/100 kg semente respectivamente, foram inoculadas com cepa de *Bradyrhizobium japonicum* (SEMIA 5079) e *B. elkani* (SEMIA 587).

Foram distribuídas 12 sementes por metro objetivando população final de 240.000 plantas ha⁻¹. A adubação foi realizada a lanço antes da semeadura da soja utilizando 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 78 kg ha⁻¹ de K₂O. os tratos culturais da soja realizado conforme as recomendações do manejo integrado de pragas (MIP). A colheita dos grãos para avaliação das variáveis de produtividade foi em 15 de março de 2020 para primeiro ano e 25 de março de 2021 para segundo ano.

6.2.3 Componentes de produtividade

Foram avaliados os seguintes componentes da soja:

População final de plantas: Foi determinado por meio da contagem do número de plantas de duas linhas da cultura de soja no momento da colheita, utilizando uma régua de metal com 2 metros de comprimento em cinco pontos aleatórios por piquete. A quantidade do número de plantas obtidos na contagem dos cinco pontos foram extrapolados em número de plantas por hectare.

Altura de planta: Foi determinada através de uma fita métrica, gradada em centímetros no momento da colheita, medindo 4 plantas ao acaso do nível do solo até o ápice da planta.

Número de vagens por planta: Foram retiradas duas plantas em cinco pontos aleatórios de cada piquete nas extremidades opostas e alternadas de cada linha, logo após a colheita para avaliação de produtividade, e acondicionadas a saco de polipropileno e levadas para laboratório para contagem do número de vagens em cada planta.

Números grãos por vagem: Após a contagem do número de vagens por planta, foi realizado a debulha manual das vagens e realizado a contagem dos grãos, através do número grãos obtidos fez a divisão pela quantidade de vagens, para determinação da quantidade de grãos por vagem.

Números grãos por planta: Com os valores do número de vagens por planta e número grãos por vagem foi realizada a multiplicação dos valores para obter a quantidade de grãos por planta.

Massa de mil grãos: Após a debulha dos grãos para contagem do número de vagens e número de vagens por planta, foi efetuado o cálculo para obtenção do peso de mil grãos.

Produtividade: Foram realizadas coletas manuais em cinco pontos aleatórios com duas linhas de dois metros de comprimento no centro de cada piquete com e sem pastejo, onde as plantas foram arrancadas e acondicionadas em saco de polipropileno e em seguida foram trilhadas em campo em trilhadora estacionária. Os grãos de cada amostra foram acondicionados em saco de papel, identificados, posteriormente levadas ao laboratório e pesadas em balança digital.

Umidade de grãos de soja: Foi efetuada a mensuração da umidade dos grãos de cada piquete, com auxílio do medidor de umidade de grãos, portátil AL 102 ECO, marca Gehaka, modelo G600, para cálculo da produtividade com umidade corrigida a 13% utilizando a fórmula.

$$\text{Peso corrigido para Ud\%} = \text{Peso Úmido} \times \frac{100 - \text{'Umidade Atual'}}{100 - \text{Ud\%}}$$

Ud% = Umidade desejada 13%

6.2.4 Produção de biomassa e acúmulo de macronutrientes

As coletas para avaliações da produção e decomposição da biomassa, foram realizadas somente na safra 19/20 durante ciclo da cultura soja (*Glycine max*). Com coletas realizadas em cinco pontos aleatórios de cada tratamento, usando uma haste metálica de 2 m de comprimento, sendo a área de coleta da liteira na entrelinha da cultura de soja.

A primeira avaliação da produção de biomassa e acúmulo de nutrientes das diferentes forrageiras no momento da dessecação em 13/11/2019, com auxílio de um equipamento podador modelo (STIHL HS 45), com haste cortante de 0,5 metro, ceifando as plantas forrageiras a 0,1 metro do solo, com as demais coletas aos 60, 90 e 120 dias após a dessecação DAD, realizadas nas entrelinhas da cultura de soja retirando toda biomassa manual com auxílio de tesoura usada em jardinagem.

As amostras coletadas foram acondicionadas em sacos de polipropileno e pesados a campo, levadas ao laboratório onde foram retiradas amostras representativas de cada tratamento e acondicionada em sacos de papel identificados, pesadas em balança digital de precisão. As amostras foram levadas à estufa de circulação forçada de ar com

temperatura de 65°C durante 72 horas, retiradas e pesadas para obtenção da matéria seca, em seguida foram moídas em moinho de faca tipo Willey® modelo SL-32 com peneira de 1mm, e armazenadas até o momento das análises minerais.

As amostras foram enviadas para EMBRAPA arroz e feijão onde foram realizadas as análises de composição química para determinação dos teores de nitrogênio utilizando a digestão sulfúrica e destilação a vapor (Alves et al., 1994), cálcio, magnésio, fósforo, potássio e enxofre foram determinados a partir da digestão nitro perclórica, conforme Silva (1999). Para o cálculo da quantidade de nutrientes liberados no solo pela biomassa, foram considerados os valores acumulados de nutrientes da primeira coleta pela diferença da quantidade de nutrientes na biomassa nos 120 DAD.

6.2.5 Velocidade de decomposição da biomassa

Para analisar a decomposição da palhada e a liberação de macronutrientes, foi utilizado o método das bolsas de decomposição (litter bag) adaptado de Thomas e Asakawa (1993). As bolsas de decomposição são feitas de "nylon" com malha de 2 mm de abertura, com 20 x 30 cm.

As amostragens foram realizadas partindo do dia em que houve o manejo de corte, ou seja, no dia da dessecação como dia zero, e retirado um litter bag de cada piquete aos 60, 90 e 120 dias após dessecação. As amostras foram retiradas dos litter bags e com o auxílio de pincel e peneira removendo os resíduos de solo. Em seguida, as amostras foram levadas à estufa de ventilação de ar forçada à 65 °C por um período aproximado de 72 horas até atingir massa constante. Posteriormente foram pesadas em balança de precisão e extrapolada a massa seca remanescente em Mg ha⁻¹.

Após avaliar a massa seca remanescente, as amostras foram trituradas em moinho tipo Willey® e encaminhadas ao laboratório da EMBRAPA arroz e feijão para determinar os teores de nitrogênio utilizando a digestão sulfúrica e destilação a vapor (Alves et al., 1994), cálcio, magnésio, fósforo, potássio e enxofre foram determinados a partir da digestão nitro perclórica, conforme Silva (1999). O conteúdo dos macronutrientes remanescentes foi obtido pelo produto da massa seca (Mg ha⁻¹) com o teor dos nutrientes nos resíduos vegetais (g ha⁻¹) e os valores foram dados em kg ha⁻¹.

Esses valores foram ajustados ao modelo exponencial negativo simples descrito por Thomas e Asakawa (1993): $y = y_0 \cdot e^{-at}$. Em que y é a quantidade de matéria seca

potencialmente decomponível, y_0 se refere a quantidade de matéria seca no início da avaliação, a é constante de decomposição da biomassa seca e t representa o tempo em dias após dessecação.

O cálculo do tempo de meia-vida foi realizado através da equação $T_{1/2} = 0,693/a$, que expressa o tempo necessário para que metade dos resíduos vegetais se decomponha ou para que metade dos nutrientes contidos nos resíduos seja liberada (Paul & Clark, 1989).

6.2.6 Análises estatísticas

Foi realizada a comparação de médias entre as espécies forrageiras e o efeito de pastejo para os dois coeficientes de decomposição de biomassa (y_0 e a), utilizando o software R (R Core Team, 2020), utilizando os pacotes *lme4* (Bates et al., 2015).

Os dados de produção de matéria seca e composição química foram submetidos à análise de modelos mistos considerando as espécies forrageiras, o pastejo e os dias de coleta como efeitos fixos e a parcela (piquete) considerado como efeito aleatório. As médias foram calculadas por quadrados mínimos e comparadas pelo teste de Tukey, com o nível de significância de 5% de probabilidade, utilizando o software estatístico R (R Core Team, 2020), utilizando os pacotes *lme4* (Bates et al., 2015) e *emmeans* (Lenth, 2020).

Os dados de biomassa pré-plantio no ano de 2019 foi analisado com modelo misto considerando os efeitos fixos de espécie forrageira, pastejo e ano de coleta. Os piquetes (parcelas) foram considerados como efeitos aleatórios. As médias foram obtidas por quadrados mínimos e comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Para essas análises, foi utilizado o software estatístico R (R Core Team, 2020), utilizando os pacotes *lme4* (Bates et al., 2015) e *emmeans* (Lenth, 2020).

Para os componentes de produtividade de soja nas safras 19/20 e 20/21, foram analisados com modelo misto considerando os efeitos fixos de espécie forrageira e pastejo. Os piquetes (parcelas) foram considerados como efeitos aleatórios. As médias foram obtidas por quadrados mínimos e comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Para essas análises, foi utilizado o software estatístico R e os pacotes *lme4* (Bates et al., 2015) e *emmeans* (Lenth, 2020).

6.3 RESULTADOS

6.3.1 Dinâmica da decomposição da biomassa

A análise de regressão não linear dos dados de decomposição da biomassa (Tabela 3) apresentou efeito significativo de espécies forrageira e pastejo, bem como a interação entre eles, para quantidade de matéria seca inicial y_0 . *Ruziziensis* com pastejo teve a menor quantidade de biomassa inicial. A cultivar Xaraés com pastejo não difere na quantidade de biomassa das cultivares *Ruziziensis*, Quênia e Xaraés sem pastejo.

Quanto ao valor da constante (a) presente na equação da velocidade de decomposição da liteira, as forrageiras Quênia e *Ruziziensis* sem pastejo apresentaram maior e menor valor respectivamente. Indicando uma taxa de decomposição maior para o Quênia e menor para *ruziziensis*.

Tabela 3. Coeficientes da equação exponencial $y = y_0 \cdot e^{-at}$ da velocidade de decomposição da biomassa após a dessecação avaliando os efeitos das espécies forrageiras e do pastejo durante o ciclo da cultura da soja na safra 19/20.

Sistemas	Forrageiras	y_0 (MS ha ⁻¹)	a
Sem pastejo	Quênia	5,00 ± 0,503 a	0,00934 ± 0,0012 a
	Ruziziensis	3,88 ± 0,493ab	0,00440 ± 0,0011 b
	Xaraés	4,70 ± 0,497 a	0,00584 ± 0,0010 ab
Com pastejo	Quênia	2,51 ± 0,499 bc	0,00873 ± 0,0021 ab
	Ruziziensis	1,59 ± 0,499 c	0,01048 ± 0,0036 ab
	Xaraés	3,93 ± 0,498ab	0,00619 ± 0,0012 ab
p-value			
	y_0	<.0001	<.0001
	y_0 *forragem	0,2885	0,0156
	y_0 *pastejo	<.0001	0,8117
	y_0 *forragem*pastejo	0,0015	0,3359

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

Observou maior quantidade de biomassa para forrageira Xaraés, e menor quantidade para *Ruziziensis*, no momento inicial da contagem do tempo de decomposição (Tabela 4). O valor da constante (a) não diferiu entre as forrageiras. O pastejo diminuiu a biomassa inicial, mas não interferiu na constante de decomposição (Tabela 5).

Tabela 4. Matéria seca da liteira em tonelada (y_0), constante de decomposição de liteira (a) e equação da velocidade de decomposição da liteira após dessecação das diferentes forrageiras no período de 120 dias.

Forrageiras	y_0 (MS ha ⁻¹)	a	$y = y_0 \cdot e^{-at}$
Quênia	3,76 ± 0,470 ab	0,009030 ± 0,0013a	$y = y_0 \cdot e^{-0,009030 t}$
Xaraés	4,31 ± 0,467 a	0,00602 ± 0,00081 a	$y = y_0 \cdot e^{-0,00602t}$
Ruziziensis	2,73 ± 0,467 b	0,00744 ± 0,00190 a	$y = y_0 \cdot e^{-0,00744t}$

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

Tabela 5. Média da produção de biomassa em tonelada (y_0), constante de decomposição de liteira (a) e equação de velocidade de decomposição nos sistemas com e sem pastejo nas diferentes cultivares forrageiras no período de 120 dias.

Sistemas	y_0 (MS ha ⁻¹)	a	$y = y_0 \cdot e^{-at}$
Com pastejo	2,68 ± 0.288 b	0,00847 ± 0,0015 a	$y = y_0 \cdot e^{-0,00847t}$
Sem pastejo	4,53 ± 0.288 a	0,00653 ± 0,00064 a	$y = y_0 \cdot e^{-0,00653t}$

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

6.3.2 Dinâmica de liberação dos macronutrientes

A quantidade média de biomassa no momento da dessecação das forrageiras, Quênia, *Ruziziensis* e Xaraés e as respectivas quantidades de nutrientes liberados pelas forrageiras com e sem pastejo durante 120 dias é apresentada na Tabela 6. A liberação dos nutrientes para o solo em decorrência da decomposição da biomassa das forrageiras, de modo geral apresenta significância para forragem e pastejo e interação forragem e pastejo.

Quênia apresentou maior quantidade de N retornado ao solo, com a Xaraés apresentando menor quantidade. Já maior quantidade de N liberado foi observado na área sem pastejo. Os elementos fósforo (P) e enxofre (S) não apresentaram diferença entre as

cultivares quanto a quantidade liberadas desses elementos para o solo. No entanto, o pastejo apresentou maior quantidade de P e S disponibilizados para o solo.

O elemento K apresenta a maior quantidade liberada ao solo para cultivar Quênia e menor para Xaraés entre as cultivares, no entanto, entre os sistemas de manejo apresentou a maior quantidade liberada de K para o solo o sistema com pastejo. Em quanto que, na comparação entre cultivares e sistemas de manejo a cultivar Quênia sem pastejo equivale as cultivares Quênia e *Ruzizensis* com pastejo com maiores quantidades liberadas de K no solo, com a cultivar Xaraés pastejada equivalendo as cultivares *Ruzizensis* e Xaraés sem pastejo com a menor quantidade.

O magnésio (Mg) apresentou maior quantidade para a cultivar *Ruzizensis* em relação as demais cultivares na comparação entre as cultivares. O pastejo proporcionou maior liberação de Mg da biomassa para o solo. Enquanto na comparação entre cultivares e sistema de manejo apresentou a maior quantidade liberado ao solo de Mg a cultivar *Ruzizensis* com pastejo e menor Quênia sem pastejo.

Tabela 6. Valores médios de produção de biomassa e os nutrientes liberados em kg ha⁻¹ no tempo de 120 dias da palhada das forrageiras Quênia, Ruziziensis e Xaraés após a dessecação para plantio da cultura da soja (*Glycine max*) safra (2019/2020).

	MS (kg ha ⁻¹)	Nutrientes (kg ha ⁻¹)				
		N	P	K	Mg	S
Forrageiras						
Quênia	2979 ± 221 a	26,9 ± 2,12 a	1,21 ± 0,201a	28,6 ± 1,03 a	2,68 ± 0,338 b	1,129 ± 0,149 a
Ruziziensis	2443 ± 221 a	20,8 ± 2,12 ab	1,65 ± 0,201a	21,4 ± 1,11 b	4,37 ± 0,338 a	1,105 ± 0,149 a
Xaraés	3164 ± 221 a	19,5 ± 2,12 b	1,04 ± 0,201a	17,4 ± 1,03 c	2,66 ± 0,338 b	0,682 ± 0,149 a
Sistemas						
Com pastejo	2120 ± 175 b	17,7 ± 1,73 b	1,6 ± 0,164 a	24,6 ± 0,885 a	4,01 ± 0,276 a	1,262 ± 0,122 a
Sem pastejo	3604 ± 175 a	27,1 ± 1,73 a	1,0 ± 0,164 b	20,4 ± 0,840 b	2,47 ± 0,276 b	0,682 ± 0,122 b
Forrageiras * Sistemas						
Quênia com pastejo	2002 ± 304 b	21,8 ± 2,99 ab	1,63 ± 0,284 a	31,3 ± 1,45 a	4,11 ± 0,477 ab	1,660 ± 0,211 a
Ruziziensis com pastejo	1656 ± 304 b	10,3 ± 2,99 b	2,10 ± 0,284 a	25,6 ± 1,68 a	5,24 ± 0,477 a	1,400 ± 0,211 a
Xaraés com pastejo	2704 ± 304 ab	21,1 ± 2,99 ab	1,07 ± 0,284 a	16,9 ± 1,45 b	2,67 ± 0,477 bc	0,728 ± 0,211 ab
Quênia sem pastejo	3956 ± 304 a	32,1 ± 2,99 a	0,79 ± 0,284 b	25,9 ± 1,45 a	1,25 ± 0,477 c	0,598 ± 0,211 b
Ruziziensis sem pastejo	3230 ± 304 ab	31,3 ± 2,99 a	1,20 ± 0,284 a	17,2 ± 1,45 b	3,50 ± 0,477 ab	0,810 ± 0,211 ab
Xaraés sem pastejo	3625 ± 304 a	18,0 ± 2,99 b	1,01 ± 0,284 a	17,9 ± 1,45 b	2,65 ± 0,477 bc	0,637 ± 0,211 b
p-value						
Forrageiras	0,0004 (***)	0,024 (*)	0,061 (*)	9,536e-06 (***)	0,005 (**)	0,016 (*)
Sistemas	0,0001(***)	0,025(*)	0,051 (*)	0,018 (*)	0,001 (***)	0,002 (**)
Forrageiras * Sistemas	0,021 (*)	0,003 (**)	0,282	0,019 (*)	0,026 (*)	0,097

Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade: Nitrogênio (N), Fosforo (P), Potássio (K), Magnésio (Mg) e Enxofre (S).

6.3.3 Produtividade de soja

Não houve efeito significativo de forrageiras e interação forrageira e pastejo ($p>0,005$), com as médias das variáveis fitotécnicas da soja. No entanto, foi significativo para ano, em todas as variáveis analisadas. No ano de 2019 a maior média foi para produtividade de soja, número de vagem, grãos por vagem e grãos por planta. Enquanto que, no ano 2020 a maior média foi para estande, altura da planta, e peso de mil grãos.

Já o efeito do pastejo, foi significativo, para estande, número de vagens e grãos por planta (Tabela 7), com menor estande de planta e maior quantidade de vagem e grão por planta no sistema com pastejo. No entanto não houve diferença na produtividade de soja, grãos por vagem e peso de mil sementes entre os sistemas com e sem pastejo.

Tabela 7. Resultado da análise de modelos mistos para as variáveis fitotécnicas da soja (média por quadrados mínimos) nas safras 2019/2020 e 2020/2021.

	Prod. (kg ha ⁻¹)	Estande (pl.m ⁻¹)	Altura (m)	Vagens	G/ V ⁻¹	G/P ⁻¹	PMG
Pastejo							
Sem	4094	8,88 a	0,926	79,3 b	1,82	146 b	185
Com	4180	8,38 b	0,938	86,8 a	1,85	158 a	182
Forageira							
Ruzizensis	4282	8,59	0,932	84,6	1,82	155	186
Quênia	3978	8,36	0,926	84,6	1,82	151	182
Xaraés	4150	8,94	0,939	80,0	1,86	149	184
Safra							
2019/2020	4230 a	7,3 b	0,872 b	104,4 a	1,86 a	192 a	175 b
2020/2021	4044 b	9,96 a	0,992 a	61,7 b	1,81 b	112 b	193 a
p-value							
Forageira	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Pastejo	ns	0,005	ns	0,003	ns	0,027	ns
Ano	0,064	<0,001	<0,001	<0,001	ns	<0,001	0,001
forageira*pastejo	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
forageira*ano	ns	ns	0,005	ns	0,048	ns	0,098
pastejo*ano	ns	0,086	ns	0,04	ns	ns	ns
forageira*pastejo* ano	ns	ns	ns	ns	0,042	ns	0,01

Prod.: produtividade de soja (kg ha⁻¹); Estande: plantas por metro linear (pl.m⁻¹); Altura: altura da planta (m); Vagens: número de vagens por plantas; G/ V⁻¹: número de grãos por vagem; G/P⁻¹: número de grãos por planta; PMG: peso de mil grãos (g). ns: não significativo (p>0.10).

6.4 DISCUSSÃO

O pastejo, além de reduzir a biomassa, pode impactar na quantidade de nutrientes removidos do solo. Trabalhos avaliando a intensidade do bocado, demonstra que maior intensidade de pastejo em ILP promove menor ciclagem de nutrientes, refletindo na baixa quantidade de nutrientes presente na biomassa da forrageira (Assmann et al., 2017). Consequentemente os pastos manejados com intensidades intermediárias entre 20 a 40 cm de pastejo promovem maior ciclagem de nutrientes do solo, com maior quantidade de nutrientes na biomassa (Pariz et al., 2017).

Vários estudos avaliando produtividade de matéria seca em ILP com as cultivares de *Brachiaria* ssp, constataram menor quantidade de biomassa de forragem para áreas pastejadas, sendo que a intensidade de pastejo esta correlacionada a quantidade de biomassa comparada a áreas sem pastejo. Vários estudos apresentam valores entre 3020 a 8071 kg ha⁻¹ de biomassa para áreas pastejadas (Krutzmann et al., 2013; Costa et al., 2015; Dias et al., 2020; Miguel et al., 2018). Outros trabalhos avaliando diferença na intensidade de pastejo, encontraram produtividades de biomassa de 3329 e 6940 kg ha⁻¹ nas intensidades 10 e 25 cm de pastejo (Ferreira et al., 2015; Bonetti et al., 2015).

Já outros trabalhos avaliando o gênero *Panicum maximum* em sistema integração lavoura pecuária, apresentam valores de produtividades de biomassa para cultivar tamani e Quênia de 4572 kg ha⁻¹ (Dias et al., 2020;). Sendo o valor encontrado no presente estudo para a forrageira Quênia (Tabela 4) inferior ao de Dias e seus colaboradores. Esses resultados mostram que a produção de biomassa pode variar de um local para outro, dependendo das condições de solo e clima, refletindo na produtividade a cultura implantada em sucessão.

Dois estudos com diferentes intensidades de pastejo, verificaram que houve redução de nutrientes presentes na biomassa, devido ao aumento na intensidade de pastejo. No primeiro estudo realizado por três anos, com dois anos, consórcio milho + *brizantha* cv. BRS Piatã e no último ano foi realizado consórcio de *panicum maximum* cv. Aruanã + soja (Pariz et al 2017), e o segundo estudando aveia preta + azevém em sucessão com soja (Assmann et al., 2017).

No presente estudo foi observado, que as áreas pastejadas apresentam maiores quantidades de nutrientes na biomassa de gramíneas forrageiras. Essa maior quantidade de nutrientes presente na biomassa das forrageiras pastejadas esta relacionada ao efeito

do pastejo, que promove maior ciclagem dos nutrientes do solo para a planta, consequência das reações fotoquímicas e bioquímicas (Ward & Blaser, 1961). No entanto, essa maior ciclagem de nutrientes pela planta em consequência do pastejo, reflete em maiores quantidades de nutrientes liberados pela biomassa da forrageira, promovendo benefícios para cultura implanta nas áreas sob pastejo (Gomide, 1973).

Esse benefício proporcionado pelo ILP está relacionado a produtividade das culturas anuais de grãos. Kelly et al (2021) e Szymczak et al (2020) estudaram por dois anos o efeito do pastejo em região de clima temperado, sendo primeiro avaliando ILP com soja, azevém e bovino na região Sul do Brasil, onde observou maior produção de soja para integração lavoura pecuária em relação ao monocultivo. Já o segundo estudo com misturas de gramíneas da estação fria e leguminosas, como culturas de cobertura em sistemas de cultivo sequeiro de trigo no Estados Unidos, verificou que não houve efeito de pastejo para a produção de trigo. Já Kunrath et al. (2015) avaliando diferentes intensidades de pastejo na produção de soja, relata que o pastejo afeta os parâmetros de rendimento e desenvolvimento da soja, onde a intensidade de pastejo de 10 cm pode comprometer a safra de soja subsequente.

Trabalho realizado na região Central do Brasil, com forrageira tropical do genero *Brachiaria*, não encontrou diferença na produtividade de soja entre as áreas com e sem pastejo (Bonetti et al., 2015). Similarmente, no presente trabalho, observou-se que o pastejo não afetou a produtividade de soja. Assim, a presença de bovinos em áreas de produção de grãos, promove mais uma fonte alternativa de renda melhorando a lucratividade da fazenda (Macedo, 2009).

Os sistemas integrados promovem maior ciclagem de nutrientes em profundidade no solo, promovendo maior eficiência no uso dos corretivos e fertilizantes, considerando o elevado custo de aquisição de adubo, com reflexos positivos sobre os custos de produção (Carvalho et al., 2017; Pacheco et al., 2013). Sendo que o pastejo em áreas de produção de grãos em regiões tropicais, no período de déficit hídrico, não interfere de forma a degradar a estrutura física do solo.

Segundo Costa et al. (2015), as forrageiras apresentam papel fundamental na descompactação biológica do solo, que proporcionam aumento da capacidade de infiltração de água e favorece o crescimento radicular da soja cultivada em sucessão e,

com isso, a capacidade da soja em tolerar períodos de deficiência hídrica sem grandes perdas de produtividade (Franchini et al., 2016).

6.5 CONCLUSÃO

O pastejo promoveu maior ciclagem de nutrientes em relação às áreas com forrageiras somente com cobertura de solo para plantio direto. A produtividade de grãos de soja no sistema ILP não foi afetada pelo pastejo e pela espécie forrageira. Portanto, o uso da forragem para pastoreio por bovinos no período seco não compromete a produtividade da soja em sucessão e pode representar um importante aumento na produção de alimentos por unidade de área com consequente ganho econômico para o sistema de produção.

6.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, R. E. M.; GOMES, C. M.; LAGO, B. C.; OLIVEIRAS, S. M.; PIEROZAN JUNIOR, C.; FARAVIN, J. L. Corn yield, forage production and quality affected by methods of intercropping corn and *Panicum maximum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.52, n.3, p.170-176, 2017.

ALVAREZ, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; MORAES, G. DE; LEONARDO, J.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift, Johannesstr.*, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

ALVES, B. J. R.; SANTOS, J. C. F.; URQUIAGA, S.; BODDEY, M. R. Métodos de determinação do nitrogênio em solo e planta. In: ARAÚJO, R.S.; HUNGRIA, M. (Ed.). Manual de métodos empregados em estudos de microbiologia agrícola. **Brasília: Embrapa-SPI**, 1994. p. 449-469.

ASSMANN, J. M.; MARTINS, A. P.; ANGHINONI, I.; COSTA, S. E. V. G. A.; FRANZLUEBBERS, A. J.; CARVALHO, P. C. F.; SILVA, F. C.; COSTA, A. A. Cálcio e magnésio liberados de Resíduos em um Integrado Sistema Lavoura pecuária sob diferentes intensidades de pastoreio. **Revista brasileira de solo**. V. 41, P. 1-13, 2017

BATES, D.; MAECHLER, M.; BOLKER, B.; WALKER, S. Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. **Journal of Statistical Software**, 67(1), 1-48. V. 67, 2015.

BAVOSO, M. A.; GIAROLA, N. F. B.; TORMENA, C. A.; PAULETTI, V. Preparo do solo em áreas de produção de grãos, silagem e pastejo: efeito na resistência tênsil e friabilidade de agregados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.34, p.227-234, 2010.

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. **Pesq. Agropec. Trop., Goiânia**, v. 45, p. 104-112, 2015.

CARVALHO, A. M.; SOUZA, L. L. P.; GUIMARÃES JÚNIOR, R. Cover plants with potential use for crop-livestock integrated systems in the Cerrado region. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.10, p.1200-1205, 2011.

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. **Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 11, n. 10, p. 1036-1045, 2017.

COSTA, N. R.; ANDREOTTI, M.; LOPES, K. S. M.; YOKOBATAKE, K. L.; FERREIRA, J. P.; PARIZ, C. M.; BONINI, C. S. B.; LONGHINI, V. Z. Atributos do Solo e Acúmulo de Carbono na Integração Lavoura-Pecuária em Sistema Plantio Direto. **Revista Brasileira ciência do Solo**, v. 39, p.852-863, 2015.

COSTA, N. R.; ANDREOTTI, M.; ULIAN, N. A.; COSTA, B. S.; PARIZ, C. M.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M. Acúmulo de nutrientes e tempo de decomposição da palhada de espécies forrageiras em função de épocas de semeadura. **Bioscience Journal**, v. 31, p. 818-829, 2015^a.

COSTA, R. R. G. F.; COSTA, K. A. P.; SANTOS, C. B.; SEVERIANO, E. C.; EPIFÂNIO, P. S.; SILVA, J. T.; TEIXEIRA, D. A. A.; SILVA, V. R. Production and nutritional characteristics of pearl millet and Paiaguas palisadegrass under different forage systems and sowing periods in the offseason. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 19, p. 1712-1723, 2016.

CHIODEROLI, C. A.; SILVA; R. P.; NORONHA; R. H. F.; CASSIA, M. T.; SANTOS, E. P. Perdas de grãos e distribuição de palha na colheita mecanizada de soja. **Bragantia, Campinas**, v. 71, p. 112-121, 2012.

DIAS, M. B. C.; COSTA, K. A. P.; SEVERIANO, E. C.; BILEGO, U.; FURTINI NETO, A. E.; ALMEIDA, D. P.; BRAND, S. C.; LOURIVAL, V. *Brachiaria* and *Panicum maximum* in an integrated crop-livestock system and a second-crop corn system in succession with soybean. **The Journal of Agricultural Science**, p.1-12, 2020.

Embrapa - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Sistema brasileiro de classificação de solos. 5^o Ed. Brasília, DF: Embrapa, 356 p., 2018.

FERREIRA, G. A.; OLIVEIRA, P. S. R.; ALVES, S. J.; COSTA, A. C. T. Soybean producti-vity under different grazing heights of *Brachiaria ruziziensis* in an integrated crop-livestock system. **Revista Ciência Agronômica**. v. 46, n. 4, p. 755-763, 2015.

FLÁVIO NETO, J.; SEVERIANO, E. 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**, v.37, n.3, p.375-383, 2015.

FLORES, J. P. C.; ANGHINONI, I.; CASSOL, L. C.; CARVALHO, P. C. F.; LEITE, J. G. B. & FRAGA, T. I. Atributos físicos do solo e rendimento de soja em sistema plantio direto em integração lavoura-pecuária com diferentes pressões de pastejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, p.771-780, 2007.

FRANCHINI, J. C.; BALBINOT JR, A. A.; DEBIASI, H.; COSTA, J. M.; SICHIERI, F. R.; TEIXEIRA, L. C. Soja em Solos Arenosos: Papel do Sistema Plantio Direto e da Integração Lavoura-Pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** - Circular Técnica 116, p.1-10, 2016.

GOMIDE, J. A. Fisiologia e manejo de plantas forrageiras. **Revista da sociedade Brasileira de Zootécnia**, Viçosa, v.2, p. 17-26, 1973

HENTZ, P.; CARVALHO, N. L.; LUZ, L. V.; BARCELLOS, A. L. Ciclagem de Nitrogênio em Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária. **Ciência e Natura, Santa Maria**, v. 36 Ed. Especial II, p. 663-676, 2014.

KELLY, C.; SCHIPANSKI, M. E.; TUCKER, A.; TRUJILLO, W.; HOLMAN, J. D.; OBOURE, A. K.; JOHNSONF, S. K.; JOE, E.; HAAGF, B. L.; FONTE, S. J. Dryland cover crop soil health benefits are maintained with grazing in the U.S. **High and Central Plains**. P. 1-11, 2021.

KRUTZMANN, A.; CECATO, A.; SILVA, P. A.; TORMENA, C. A.; IWAMOTO, B. S.; MARTINS, E. N. Palhadas de gramíneas tropicais e rendimento da soja no sistema de integração lavoura-pecuária. **Bioscience journal**. v. 29, p. 842-851, 2013.

LEMAIRE, G.; FRANZLUEBBERS, A.; CARVALHO, P. C. F.; DEDIEU, B. Integrated crop–livestock systems: strategies to achieve synergy between agricultural production

and environmental quality. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v.190, n.1, p.4-8, 2014.

KUNRATH, T. R.; CARVALHO, P. C. F.; CADENAZZI, M.; BREDEMEIER, C.; Anghinon, I. Grazing management in an integrated crop-livestock system: soybean development and grain yield. **Revista Ciência Agronômica**, v. 46, n. 3, p. 645-653, 2015.

LENTH, R. (2020). emmeans: Estimated Marginal Means, aka Least-Squares Means. R package version 1.5.2-1. <https://CRAN.R-project.org/package=emmeans>

MOREIRA, J. F. M.; COSTA, K. A. P.; SEVERIANO, E. C.; SIMON, G. A.; EPI-FANIO, P. S.; CRUVINEL, W. S.; BENTO, J. C. Production and bromatological composition of cultivars of *Brachiaria brizantha* and Campo Grande Stylo monocropped and inter-cropped under diferente planting methods. **African Journal of Agricultural Research**, v.10, n.5, p.317-327, 2015.

R Core Team (2020). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

SILVA, F.C. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Brasília: **Embrapa-SNT**, 370p, 1999.

SILVA, F. D.; AMADO, T. J. C.; FERREIRA, A. O.; ASSMANN, J.M.; ANGHINONI, I.; CARVALHO, P. C. F. Soil carbon indices as affected by 10 years of integrated crop-livestock production with different pasture grazing intensities in Southern Brazil. **Agriculture, Ecosystems and Environment**. v.190, p.60-69, 2014.

SILVA, A. R.; SALES, A.; VELOSO, C. A. C.; CARVALHO, E. J. M. Híbrido simples de milho (brs 1030) submetido a diferentes sistemas de cultivo. **Global Science and Technology**. v. 08, n. 03, p. 50 – 58, 2015.

SCHUSTER, M. Z.; LUSTOSA, S. B. C.; PELISSARI, A.; HARRISON, S. K.; SULC, R. M.; DEISS, L.; LANG, C. R.; CARVALHO, P. C. F.; GAZZIERO, D. L. P.; DE MORAES, A. Optimizing forage allowance for productivity and weed management in integrated croplivestock systems. **Agronomy for Sustainable Development**, v.39, n.18, p.1-10, 2019.

SZYMCZAK, L. S.; CARVALHO, P. C. F.; LURETTE, A.; MORAE, S. A.; NUNES, P. A. A.; MARTINS, A. P.; MOULIN, C. H. System diversification and grazing

management as resilience-enhancing agricultural practices: **The case of crop-livestock integration Agricultural Systems**. p. 1-11, 2020.

PARIZ, C. M.; COSTA, C.; CRUSCIOL, C. A. C.; MEIRELLES, P. R. L.; CASTILHOS, A. M.; ANDREOTTI, M.; COSTA, N. R.; MARTELLO, J. M.; SOUZA, D. M.; PROTES, V. M.; LONGHINI, V. Z.; FRANZLUEBBERS, A. J. Production, nutrient cycling and soil compaction to grazing of grass companion cropping with corn and soybean. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 108, p. 35-54, 2017.

PACHECO, L. P.; BARBOSA, J. M.; LEANDRO, W. M.; MACJADO, P. L. O. A.; ASSIS, R. L.; MADARI, B. E.; PETTER, F. A. Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura e produtividade de soja e arroz em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 9, p. 1228-1236, 2013.

PACHECO, L. P.; SÃO MIGUEL, A. S. D. C.; BOM FIM SILVA, E. M.; DE SOUZA, E. D.; SILVA, F. D. Influência da densidade do solo em atributos da parte aérea e sistema radicular de crotalária. **Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia**, v. 45, n. 4, p. 464-472, 2015.

PETERSON, C. A.; DEISS, L.; GAUDIN, A. C. M. Commercial integrated crop-livestock systems achieve comparable crop yields to specialized production systems: **A metaanalysis**. Plos One, v.15, n.5, ed.0231840, 2020.

MACEDO, M. C. M. Crop and livestock integration: the state of the art and the near future. **Revista Brasileira de Zootecnia, Campo Grande**, v.38, n.1, p.133-146, 2009.

MIGUEL, A. S. D. C. S.; PACHECO, L. P.; CARVALHO, Í. C. SOUZA, E. D.; FEITOSA, P. B.; PETTER, F. A. Phytomass and nutrient release in soybean cultivation systems under no-tillage. **Pesq. agropec. bras., Brasília**, v.53, p.1119-1131, 2018.

THOMAS, R. J & ASAKAWA, N. M. Decomposition of leaf litter from tropical forage grasses and legumes. **Soil Biology & Biochemistry, Oxford**, v. 25, n. 10, p. 1351- 1361, 1993.

WORD, C. Y & BLASER, R. E. Carbohydrate food reserves and Leaf Area in Regrowth of Orchardgrass. **Crop Science**, v. 1, p. 366-370, 1961.

7. CONCLUSÃO FINAL

Os sistemas integrados de produção agropecuária possuem suas vantagens do sinergismo entre os componentes, a diversificação das culturas, com a utilização das plantas de coberturas, beneficia a cultura subsequente e colabora com a sustentabilidade do plantio direto, porém deve buscar mais conhecimento pela pesquisa de longo prazo, para verificar o comportamento do mecanismo de interações (sinergismo) entre os componentes.

O consórcio de culturas comerciais e forrageiras para pastejo deve ser considerada desde que, tenha boa produção de forragem no momento da dessecação para formação da palhada para plantio direto, e nessa perspectiva as forrageiras *brizantha* cv. BRS Xaraés e *Panicum maximo* BRS Quênia, apresenta excelente opção para os sistemas integrados.

O sistema integração lavoura-pecuária traz novas perspectivas para produção de carne a pasto, com oferta de forragem de boa qualidade e quantidade, em um momento que a mesma encontra em falta no sistema tradicional do monocultivo de pastagem. Porém deve tomar cuidado quanto na intensidade de pastejo, para não comprometer as fases posteriores do sistema.