

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE ZOOTECNIA**

**JULIA VARGAS MARQUES**

**PRODUÇÃO E QUALIDADE DE PASTAGEM POLIFÍTICA EM  
SISTEMA SILVIPASTORIL COM NÚCLEOS EM FASE DE  
IMPLANTAÇÃO**

**FLORIANÓPOLIS - SC  
2022**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE ZOOTECNIA**

**JULIA VARGAS MARQUES**

**PRODUÇÃO E QUALIDADE DE PASTAGEM POLIFÍTICA EM  
SISTEMA SILVIPASTORIL COM NÚCLEOS EM FASE DE  
IMPLANTAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
como exigência para obtenção do Diploma de  
Graduação em Zootecnia da Universidade Federal  
de Santa Catarina.

Orientador(a): Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Daniele Cristina da Silva  
Kazama

**FLORIANÓPOLIS - SC  
2022**

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Marques, Julia Vargas

Produção e qualidade de pastagem polifítica em Sistema  
Silvipastoril com Núcleos em fase de implantação / Julia  
Vargas Marques ; orientadora, Daniele Cristina da Silva  
Kazama, 2022.

34 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -  
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências  
Agrárias, Graduação em Zootecnia, Florianópolis, 2022.

Inclui referências.

1. Zootecnia. 2. Bromatologia. 3. Espectrometria de  
infravermelho próximo. 4. Forrageiras. 5. Pastagem  
naturalizada. I. Kazama, Daniele Cristina da Silva . II.  
Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em  
Zootecnia. III. Título.

Julia Vargas Marques

**PRODUÇÃO E QUALIDADE DE PASTAGEM POLIFÍTICA EM  
SISTEMA SILVIPASTORIL COM NÚCLEOS EM FASE DE  
IMPLANTAÇÃO**

Esta Monografia de Trabalho de Conclusão de Curso foi julgada aprovada e adequada para obtenção do grau de Zootecnista.

Florianópolis, 13 de julho de 2022.

**Banca Examinadora:**

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Daniele Cristina da Silva Kazama  
Orientadora  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Milene Puntel Osmari  
Zootecnista  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof. Dr. Abdon Luiz Schmitt Filho  
Agrônomo  
Universidade Federal de Santa Catarina

## DEDICATÓRIA

*Este trabalho é dedicado aos meus queridos pais e a todos que tornaram ele possível.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais e minha família, em especial minha mãe, Arlete, que foi e segue sendo minha professora da vida e por ser uma grande incentivadora da educação. Ao meu pai, Sandoval, fica o agradecimento por ter me auxiliado nessa caminhada, obrigada por ensinar tanto sobre a Zootecnia e vivências que a sala de aula não traz.

Agradeço imensamente à minha orientadora Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Daniele Cristina da Silva Kazama, com a qual tive o prazer de trabalhar durante quatro anos e que tanto me ensinou dentro e fora da sala de aula. Obrigada pelo apoio e paciência incondicionais durante todo esse tempo.

A todos os meus amigos e colegas que fizeram parte dessa trajetória, o meu muito obrigada! Laura, Luara, Luiz Felipe, Luis Fernando e Esther, vocês foram essenciais durante a Pandemia de Covid-19, agradeço o apoio e por seguirem comigo até o final. Agradeço também aos colegas da turma 2017.2 que, apesar dos desencontros, tornaram esse trajeto mais leve.

Ainda, minha eterna gratidão às mestres Carolina Massignani e Juliana Martins, que foram grandes colegas no Laboratório de Forragicultura e amigas fora dele.

Agradeço a todos os professores do curso de Zootecnia, que fizeram parte da minha formação profissional e pessoal, chegar aqui só foi possível através de vocês.

Agradeço ao Grupo de Estudos em Nutrição e Produção de Ruminantes (GENPROR) e a todos que passaram por ele, especialmente a Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Milene Puntel Osmani e Prof. Dr. Diego Peres Netto que não mediram esforços para impulsionar nosso grupo e que tanto agregaram em minha formação.

Meu agradecimento também a todos os professores e alunos envolvidos no projeto da Fazenda da Ressacada e que tornaram este trabalho possível. Luiz, Gabriel, Thiago, Raphael, Sérgio, Natanael, obrigada pela parceria!

## RESUMO

Os sistemas silvipastoris proporcionam diversos benefícios à produção animal através da implantação de árvores em meio a pastagem, favorecendo a sustentabilidade ao agroecossistema. Apesar disso, o sombreamento exercido sobre a pastagem pode afetar aspectos fisiológicos e, conseqüentemente, sua produção e qualidade. Sendo assim, este estudo avaliou os efeitos do Sistema Silvipastoril com Núcleos (SSPnúcleos) em 5% (SSPn5) e 10% (SSPn10) da área comparados a piquetes sem árvores (PSA) na produção e qualidade nutricional da pastagem sob sistema de Pastoreio Racional Voisin (PRV). A avaliação se deu por meio da coleta e análise de forragem em quatro períodos de rotação dos piquetes, no período de agosto de 2021 a março de 2022, antes da entrada dos animais nos piquetes conforme ponto ótimo de repouso. A pastagem coletada foi pesada e analisada para as variáveis de PB, FDN e FDA através da metodologia de espectroscopia de infravermelho próximo (NIR) e MS para estimar a produção de massa seca por hectare. O delineamento experimental utilizado foi em blocos (6) e a unidade experimental o piquete (6 por tratamento). As médias dos tratamentos foram submetidas a análise de variância e comparadas pelo teste de Tukey com nível de significância a 5%. Não foi observada diferença para as variáveis analisadas, com produção média de forragem 1240,2 kg de MS/ha<sup>-1</sup>, 8,34% de PB, 66,5% de FDN e 37,9% de FDA. Já o percentual de MS diferiu entre os tratamentos, com média de 31,7%. As áreas de entorno e internúcleo do tratamento SSPn5 não apresentaram diferença entre si, com médias de 32,0 e 33,4%, respectivamente. Essas médias foram semelhantes ao tratamento PSA e à área internúcleo do tratamento SSPn10, ambas com 31,9% de MS. Já o entorno dos núcleos do tratamento SSPn10, que apresentou 29,3% de MS, foi diferente estatisticamente das áreas do tratamento com 5% de nucleação, não apresentando diferença com os demais tratamentos analisados. Concluiu-se que a presença de núcleos arbóreos em fase inicial de implantação em 5 ou 10% da área não alterou a produção de forragem e sua qualidade.

**Palavras-chave:** bromatologia; espectrometria de infravermelho próximo; forrageiras; pastagem naturalizada.



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Precipitação e temperatura do ar média no período de avaliação.....	18
<b>Figura 2</b> – Representação esquemática da divisão dos tratamentos do experimento.....	19
<b>Figura 3</b> – Amostragem pelo método do quadrado.....	20
<b>Figura 4</b> – Pontos de coleta de pasto.....	21
<b>Figura 5</b> – Pesagem de amostra para análise de matéria seca.....	22
<b>Figura 6</b> – Espectrômetro.....	23

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Períodos de rotação dos piquetes (rotação).....	20
<b>Tabela 2</b> - Médias, erro padrão (EP) e probabilidade (P) da produção de massa e qualidade da pastagem nos tratamentos sem árvores (PSA), com 5% (SSPn5) e 10% (SSPn10) de núcleos arbóreos.....	24
<b>Tabela 3</b> - Médias, erro padrão (EP) e probabilidade (P) da produção de massa e qualidade da pastagem nas diferentes ocupações.....	26

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

EP – Erro Padrão

FDA – Fibra em Detergente Ácido

FDN – Fibra em Detergente Neutro

GEE – Gases de Efeito Estufa

MS – Matéria Seca

P - Probabilidade

PB – Proteína Bruta

PRV – Pastoreio Racional Voisin

PSA – Pastagem sem Árvores

SSP – Sistema Silvipastoril

SSPn10 - Sistema Silvipastoril com 10% de Núcleos

SSPn5 - Sistema Silvipastoril com 5% de Núcleos

SSPnúcleos - Sistema Silvipastoril com Núcleos

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
2. OBJETIVOS.....	13
2.1. Objetivo Geral.....	13
2.2. Objetivos Específicos.....	13
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
3.1. Sistemas Silvopastoris (SSPs).....	13
3.2. Sistema Silvopastoril com Núcleos (SSPnúcleos).....	15
3.3. Influência dos sistemas silvipastoris na produção e qualidade de pastagens.....	15
4. METODOLOGIA.....	18
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	23
6. CONCLUSÕES.....	27
7. REFERÊNCIAS .....	27

## 1. INTRODUÇÃO

No Brasil, a área total de pastagens é de cerca de 154 milhões de hectares (plantadas e naturais), sendo que 53 milhões de hectares se encontram com sinais de degradação, ainda, 14% da área total está severamente degradada (MapBiomass, 2020).

Por ser uma fonte de alimento abundante e barata, a pecuária nacional tem como fundamento as pastagens, sejam elas nativas ou implantadas. Entretanto, essa atividade associada ao manejo inadequado e mal-uso do solo têm culminado para sua degradação, reduzindo a capacidade produtiva e de regeneração (SALOMÃO *et al.*, 2020).

Para desacelerar o problema e reabilitar áreas degradadas, tem-se como alternativa o consórcio entre diferentes espécies, destacando-se o uso de gramíneas e leguminosas (RODRIGUES *et al.*, 2018). Além disso, é possível integrar o uso pecuário e florestal por meio do Sistema Silvipastoril (SSP), cuja finalidade será a produção animal em meio a espécies forrageiras e espécies lenhosas (PERI *et al.*, 2016), auxiliando na preservação dos agroecossistemas, bem-estar animal e rentabilidade do sistema.

Outra técnica que pode ser aplicada é o Pastoreio Racional Voisin (PRV), cuja finalidade é manejar as áreas seguindo quatro leis que regem o pastoreio racional referindo-se às exigências do pasto e do animal (VOISIN, 1974). Nesse sistema, a presença dos animais no pasto é baseada no crescimento das espécies forrageiras, que são avaliadas visualmente (PEREIRA *et al.*, 2020).

Nesse contexto, tem sido desenvolvido por pesquisadores da Universidade Federal de Santa Catarina, o Sistema Silvipastoril com Núcleos (SSPnúcleos), que combina o manejo rotativo da pastagem com a restauração de áreas florestais (BATTISTI *et al.*, 2018). O pastoreio rotativo, nesse caso o PRV, proporciona pastagens de alto valor nutricional e produtivas, afetando positivamente o desempenho animal e mitigação de emissões de gases de efeito estufa (GEE) (STANLEY *et al.*, 2018), além de auxiliar na recuperação de áreas degradadas, pois eleva os estoques de carbono e nitrogênio no solo (SILVA *et al.*, 2020).

Apesar dos diversos benefícios que a arborização em meio a pastagem pode gerar, o excesso de sombreamento pode afetar o desenvolvimento do dossel

forageiro e, conseqüentemente, a produção e qualidade da pastagem (RODRIGUES *et al.*, 2018). Uma das espécies amplamente utilizadas em SSP com alta tolerância a sombra é *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (PACIULLO *et al.* 2011; ANDRADE *et al.*, 2004; PEREIRA *et al.*, 2018), no entanto, o desempenho de pastagens polifíticas nesse sistema ainda é pouco conhecido. Contudo, sabe-se que o consórcio de forrageiras, gramíneas e leguminosas, pode auxiliar na resistência e qualidade de pastagens em SSP (PACIULLO *et al.*, 2014).

Nesse sentido, as principais espécies forrageiras utilizadas em sistemas integrados tendem a apresentar maior área foliar e relação folha:colmo e, conseqüentemente, maior produção de forragem (Pereira *et al.*, 2018). Ainda, a qualidade das pastagens pode ser superior nesses sistemas, principalmente pelo maior teor de proteína bruta (SOARES *et al.*, 2009; PACIULLO *et al.*, 2007).

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a produção e qualidade de pastagem polifítica sob Sistema Silvipastoril em implantação em uma área de Pastoreio Racional Voisin.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo Geral**

Avaliar a produção e a qualidade de pastagem polifítica sob Sistema Silvipastoril em implantação.

### **2.2. Objetivo Específico**

Comparar a produção de matéria seca e qualidade da pastagem com núcleos em relação a pastagem sem árvores.

Comparar a produção de matéria seca e qualidade da pastagem com 5 ou 10% de núcleos na área em relação a pastagem sem árvores.

## **3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **3.1. Sistemas Silvipastoris (SSPs)**

Nos últimos anos, devido à preocupação com o aumento dos gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera (JAT *et al.*, 2016), a demanda por alimentos produzidos de forma limpa e eficiente tem se destacado. A pecuária, apesar de ter contribuído com 8,1% do PIB brasileiro em 2020 (CEPEA, 2020), é responsável por elevadas emissões de GEE (SILVA *et al.*, 2020). Ao mesmo tempo, este setor é um dos mais sensíveis às mudanças climáticas (TOL, 2018), por essa razão, tem-se buscado medidas mitigadoras e sistemas produtivos mais sustentáveis.

Entretanto, a produção animal esbarra no problema da degradação das pastagens, visto que esse recurso natural é um dos mais explorados na pecuária brasileira (PEREIRA *et al.*, 2018). As áreas de pastagens degradadas apresentam redução da cobertura vegetal, baixa fertilidade e pouca disponibilidade de forragem (GAITÁN *et al.*, 2016), sendo ineficientes na mitigação dos GEE (SILVA *et al.*, 2020). Nesse sentido, o interesse por sistemas silvipastoris cresceu (TRICHES *et al.*, 2020), tendo em vista que seu uso é uma alternativa viável para melhoria e recuperação de pastagens degradadas.

Os sistemas silvipastoris (SSPs) são caracterizados pela integração da produção animal e, muitas vezes madeireira em uma mesma área que, quando bem manejadas, trazem diversos benefícios. Eles podem ser adotados por pequenos, médios e grandes produtores (EMBRAPA, 2016), devendo ser adaptado às características regionais, às condições climáticas, ao mercado local e perfil do produtor (OLIVEIRA *et al.*, 2017).

Esse sistema auxilia a incrementar a renda do produtor, aumenta a ciclagem de nutrientes, favorece a proteção e fertilidade do solo, e promove o bem-estar animal em função das condições microclimáticas (PORFÍRIO-DA-SILVA *et al.*, 2010). Além disso, a associação entre espécies herbáceas e florestais pode auxiliar a restaurar e melhorar o ecossistema pastoril, visto que promove aumento no teor de matéria orgânica no solo e biodiversidade, assim, auxilia no sequestro e estabilização de carbono (BOTREL *et al.*, 2002).

Segundo Dias-Filho (2006), a recuperação de pastagens degradadas mediante a implantação do SSP estaria condicionada às condições agroecológicas locais, à finalidade do sistema e à disponibilidade de capital e mão-de-obra, sendo esta última um dos principais entraves para adoção do sistema. Apesar disso, a adoção do sistema deve ser incentivada, devido a relevância na mitigação de GEE e,

consequentemente, atenuação das mudanças climáticas (SCHETTINI *et al.*, 2019), assim como, sua importância na reabilitação dos agroecossistemas.

### **3.2. Sistema Silvistoril com Núcleos (SSPNúcleos)**

Em sistemas Silvistoris, o arranjo do componente arbóreo é variado, sendo comumente recomendado o plantio em linhas simples, linhas duplas, bosques ou ainda de forma aleatória, utilizando principalmente os eucaliptos (MELOTTO *et al.*, 2019). No entanto, vem sendo desenvolvido pelo Laboratório de Sistemas Silvistoris e Restauração Ecológica da Universidade Federal de Santa Catarina (LASSre/UFSC), o Sistema Silvistoril com Núcleos (SSPNúcleos), cuja finalidade é promover a restauração de áreas florestais por meio do manejo rotativo das pastagens sob SSP (BATTISTI *et al.*, 2018). Portanto, esse sistema além de trazer os benefícios do SSP, como melhoria dos aspectos físicos, químicos e biológicos do solo (BATTISTI *et al.*, 2018), cria um microclima ideal para os animais sob pastejo, melhorando o bem-estar animal e, consequentemente, afeta positivamente a produção (DENIZ *et al.*, 2019).

Sendo assim, conforme Paciullo *et al.* (2014), o Sistema Silvistoril tem potencial para aprimorar os resultados da pecuária à base de pasto, sendo uma alternativa viável para a produção animal sustentável.

### **3.3. Influência dos sistemas silvistoris na produção e qualidade de pastagens**

De acordo com o MapBiomias (2020), estima-se que 53% das áreas de pastagem no Brasil estejam degradadas ou em processo de degradação. Esse fato se dá, essencialmente, pelo manejo inadequado e falta de reposição de nutrientes (Dias-Filho, 2014). A degradação afeta a produção e qualidade dessas áreas, principalmente, pela redução do conteúdo de proteína bruta (PB), reduzindo também o consumo de matéria seca pelos animais (PACIULLO *et al.*, 2014). Além disso, o processo de degradação aumenta a incidência de efeitos nocivos de pragas, doenças e invasoras nas pastagens, devido a sua baixa capacidade de recuperação (SILVA *et al.*, 2020).

Por essa razão, os sistemas silvistoris (SSPs) tornam-se uma alternativa para desacelerar ou recuperar áreas degradadas, pois afeta a preservação do solo, a



qualidade das pastagens e, conseqüentemente, otimiza sua utilização. Isso porque, a presença de árvores no SSP, além de beneficiar o bem-estar animal, permite maior ciclagem de nutrientes e proteção ao solo (PORFÍRIO-DA-SILVA *et al.*, 2010), como também, tem maior potencial de sequestrar carbono, quando comparadas às áreas sem árvores (SCHOENEGER, 2008). Além disso, proporciona melhorias na fertilidade, controla processos erosivos, eleva o teor de matéria orgânica e biodiversidade do solo (PEREIRA *et al.*, 2018), tornando o sistema pastoril mais resiliente e persistente (KRETZER, 2019).

Nesse contexto, a produção de biomassa das forrageiras é afetada por alguns fatores, como a radiação solar, a temperatura do ar e a disponibilidade de água (ZANINE, 2005). Logo, em SSP, a radiação solar torna-se preeminente na produção das pastagens, devido ao sombreamento exercido pelas copas das árvores (BOSI *et al.*, 2014). O sombreamento do dossel afeta a produção da forragem ao longo do ano, principalmente em climas subtropicais e temperados (BARROS *et al.*, 2018).

Por essa razão, as forrageiras utilizadas devem ser tolerantes a sombra e o arranjo espacial das árvores devem permitir o desenvolvimento da pastagem. O sombreamento não deve ultrapassar 35-40%, visto que nesta condição, as forrageiras irão priorizar o crescimento da parte aérea em detrimento do sistema radicular e retardar o início do florescimento (ALMEIDA *et al.*, 2019). A redução na disponibilidade de luz irá afetar as características morfológicas e estruturais que determinam a produtividade da forrageira (PACIULLO *et al.*, 2008).

As principais espécies utilizadas nos sistemas integrados pela alta tolerância à sombra são a *Brachiaria brizantha* (cvs. Marandu, Xaraés e Piatã), *B. decumbens* (cv. Basilisk), *Panicum maximum* (cvs. Aruana, Mombaça e Tanzânia) e *Panicum spp.* (cv. Massai) (ALMEIDA *et al.*, 2019; PACIULLO *et al.*, 2010; RODRIGUES *et al.*, 2018). Todavia Kavalco *et al.* (2019), ao caracterizarem os SSP na região oeste do estado de Santa Catarina, destacaram o uso das espécies de Tifton 85 (*Cynodon ssp.*), missioneira gigante (*Axonopus catharinensis*), Jiggs (*Cynodon ssp.*), Estrela-Africana (*Cynodon ssp.*), capim pioneiro (*Pennisetum purpureum*), braquiárias (*Urochloa ssp.*), capim kurumi (*Pennisetum purpureum*) e o capim Tangola (*Brachiaria mutica* x *Brachiaria arrecta*).

O sombreamento pode afetar a produção das pastagens, que tendem a apresentar maior quantidade de folhas e proporção folha:colmo (PEREIRA *et al.*, 2020; MILITÃO, 2017), isso ocorre porque, nestas condições, as plantas tentam

maximizar a interceptação de luz (PEREIRA *et al.*, 2018). Essa relação afeta positivamente o crescimento da planta e proporciona melhor valor nutricional a ela (MOURA *et al.*, 2017). Por outro lado, de acordo com Pezzopane *et al.* (2015), as alterações causadas pelo sombreamento aumentam os processos metabólicos de respiração e transpiração, elevando o gasto energético e, conseqüentemente, reduzindo a produtividade.

Assim como a produção, a qualidade nutricional das forrageiras também é influenciada pela incidência de luz, visto que esse aspecto afeta suas respostas fisiológicas. Em geral, nota-se aumento na qualidade da forragem, em virtude do maior teor de proteína bruta na parte aérea e redução nos valores de fibra (PACIULLO *et al.*, 2007; SOARES *et al.*, 2009; PEREIRA *et al.*, 2018). Entretanto, mesmo apresentando maior área foliar, o teor de matéria seca (MS) pode variar entre as espécies forrageiras. Apesar disso, Paciullo *et al.* (2007) demonstrou haver incremento na digestibilidade *in vitro* da MS em *Brachiaria decumbens*. Sabe-se que a qualidade da forragem varia entre espécies, estágio vegetativo e estratos da planta, sendo que as partes superiores da planta apresentam maior digestibilidade (LENZI, 2012), por isso, plantas sob sombreamento tornam-se mais digestíveis.

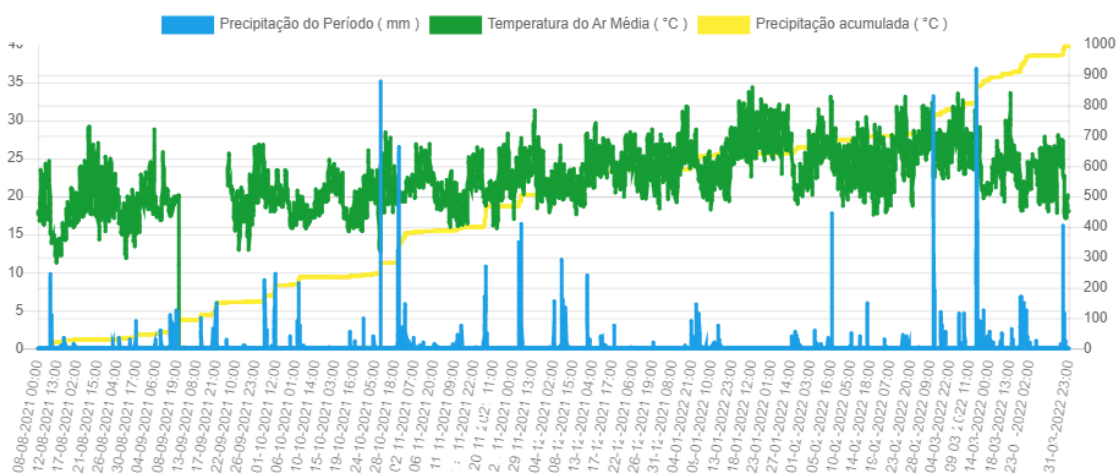
Estudos com uso de pastagens polifíticas sob SSPs ainda são escassos. Entretanto, no SSP a diversidade da pastagem, consórcio entre diferentes espécies de gramíneas e leguminosas, é recomendado e resulta em melhor desempenho animal (TUDSRI *et al.*, 2001; PACIULLO *et al.*, 2014). Ademais, a introdução de leguminosas auxilia no suprimento de nitrogênio do solo, o que impacta positivamente na capacidade de suporte, produtividade e previne o processo de degradação (ANDRADE *et al.*, 2004). De acordo com French (2017), pastos com maior diversidade podem apresentar maior produção de biomassa, maior conteúdo de açúcares e maior conteúdo de fósforo.

Sendo assim, reunindo os benefícios da diversificação da pastagem e do sistema silvipastoril, é possível potencializar a pecuária a base de pasto (RODRIGUES *et al.*, 2018). Ainda, utilizando um manejo do pastejo compatível, promove-se melhorias na produção e qualidade das pastagens e assegura o equilíbrio do agroecossistema.

## 4. METODOLOGIA

O experimento foi conduzido no biotério de bovinos da Fazenda Experimental da Ressacada (FER) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e as análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Forragicultura - UFSC. O período experimental foi compreendido entre agosto de 2021 e março de 2022.

A FER está situada no município de Florianópolis no estado de Santa Catarina, Brasil (27°40'25" S; 48°32'03" W). A área experimental é uma planície e o solo é classificado como Neossolo Quartzico Hidromórfico Típico, constituído predominantemente por areia escura, com baixos níveis de fósforo e potássio e alto teor de matéria orgânica. O clima nessa região é caracterizado como Cfa, ou seja, úmido subtropical, de acordo com a classificação climática de Köppen (ÁLVARES et al., 2013). A precipitação e temperatura do ar média no período de avaliação são demonstradas na Figura 1.



**Figura 1.** Precipitação e temperatura do ar média no período de avaliação

Fonte: DualBASE

A área manejada sob PRV compreende aproximadamente 24 hectares divididos em piquetes de 2500m<sup>2</sup> cada, sendo ocupados com uma carga animal equivalente a 88,9 unidade animal (UA) por hectare, durante 24 horas. Em 2018 foram implantados núcleos (SSPnúcleos) em parte da área, a qual faz parte de um experimento maior que está avaliando outras variáveis. Assim, este trabalho utilizou como área experimental dezoito piquetes distribuídos em seis blocos. Cada bloco é constituído

por três piquetes, um de cada tratamento – 1) piquetes sem árvores (PSA), 2) piquetes com 5% da área com núcleos (SSPn5) e 3) piquetes com 10% da área com núcleos (SSPn10) (Figura 2).



**Figura 2.** Representação esquemática da divisão dos tratamentos do experimento

Fonte: Autor

Os núcleos foram compostos por diferentes espécies arbóreas, arbustivas e herbáceas, sendo elas: tucaneira (*Citharexylum myrianthum*), tibouchina (*Tibouchina bimucronata*), ingá (*Ingá sessilis*), olandi (*Calophyllum brasiliense Cambess*), espinheiro (*Mimosa bimucronata*), aroeira vermelha (*Schinus terebinthifolius*), bananeiras (*Musa paradisiaca*), guandú (*Cajanus cajan*), capim-elefante (*Penisetum purpureum*), amendoim-forrageiro (*Arachis pintoi*) e mucuna preta (*Mucuna pruriens*), além do sub-bosque composto por uma pastagem naturalizada polifítica.

A pastagem naturalizada foi composta principalmente por espécies tropicais nativas classificadas como C4, sendo as principais: *Andropogon lateralis* Nees, *Axonopus affinis* Chase, *Axonopus obtusifolius* Raddi e *Ischaemum minus* J. Presl da família Poaceae; *Eleocharis maculosa* (Vahl) Roem. & Schult, *Rhynchospora holoschoenoides* Heiter e *Rhynchospora tenuis* Cyperaceae. Além disso, haviam espécies C3, como o *Juncus tenuis* Willd. de Juncaceae, *Desmodium adscendens* (Sw.) DC. e *Desmodium incanum* DC. de Fabaceae. Após as coletas de pasto durante o inverno, foi feita a sobressemeadura de trevo branco (*Trifolium repens*) após a ocupação dos piquetes pelos animais, sendo utilizados 3kg.ha<sup>-1</sup> de sementes em todos os tratamentos.

Foram realizados quatro períodos de rotação dos piquetes (Tabela 1), sendo que a entrada dos animais nos piquetes se deu conforme o ponto ótimo de repouso da

pastagem, que era avaliado visualmente de acordo com determinadas características do estado fenológico das forrageiras (PINHEIRO MACHADO FILHO *et al.*, 2021).

**Tabela 1.** Períodos de rotação dos piquetes

Período	Início	Término
1	26/07/2021	02/09/2021
2	22/10/2021	17/11/2021
3	16/01/2022	14/02/2021
4	10/03/2022	11/04/2022

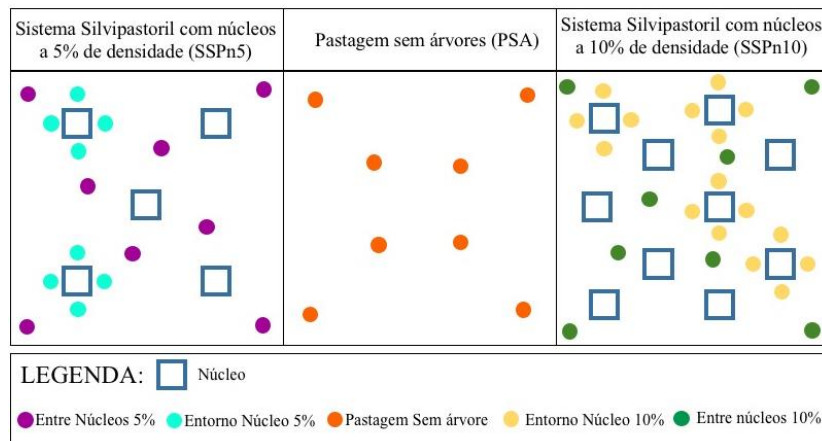
Assim, para avaliação da produção e qualidade das pastagens com e sem árvores, foi realizada a coleta do pasto antes da entrada dos animais. As coletas foram realizadas pelo “método do quadrado”, que consiste em coletar as forrageiras ao nível do solo com o auxílio de um quadrado de ferro de 25 cm x 25 cm (Figura 3) (BARBIERI *et al.*, 2014; MOURA *et al.*, 2017; PONTES *et al.*, 2017).



**Figura 3.** Amostragem pelo método do quadrado

Fonte: Autor

No tratamento controle (PSA) foram realizadas oito coletas divididas em duas transectas, contendo, portanto, quatro subamostras cada. Já os tratamentos com árvores, além das transectas passando por pontos distantes dos núcleos, tiveram 40% das amostragens no entorno dos núcleos, com coletas a 2,5 metros. Os núcleos a serem amostrados foram sorteados no início do experimento. Assim, no tratamento SSPn5 foram coletadas mais oito subamostras, distribuídas equidistantes do entorno dos núcleos nos quatro pontos cardiais. Já o SSPn10, teve quatro núcleos amostrados em seus pontos cardiais, totalizando 16 subamostras (Figura 4). Assim, foram realizadas coletas de forrageiras no entorno dos núcleos e entre os núcleos (área a pleno sol).



**Figura 4.** Pontos de coleta de pasto

Fonte: Autor

Após as coletas, as subamostras foram misturadas para compor uma amostra composta de 200 gramas. Dessa forma, as subamostras das transectas totalizaram ao final duas amostras compostas (Transectas 1 e 2). Já os piquetes SSPn5 tiveram ao final quatro amostras compostas, sendo uma de cada núcleo amostrado e duas transectas. Por fim, assim como piquetes de SSPn5, os SSPn10 tiveram quatro amostras compostas, neste caso, as subamostras de dois núcleos foram misturadas para formar apenas uma amostra composta.

Posteriormente, as amostras compostas foram pesadas e colocadas em estufa de ventilação forçada para pré-secagem a 55°C por 72 horas, pesadas novamente e moídas a 1 mm em um moinho de facas tipo *Willey*.

As amostras moídas foram levadas ao Laboratório de Forragicultura, onde, inicialmente, foram padronizadas utilizando moinho de café e peneira de 1 mm. Em

seguida, foi realizada a secagem definitiva para determinação da matéria seca (MS; Figura 5) segundo AOAC (1980).



**Figura 5.** Pesagem de amostra para análise de matéria seca

Fonte: Autor

Os teores de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram determinados por espectrometria de infravermelho próximo (MPA FT-NIR spectrometer - BRUKER® OPTIK GmbH, Rudolf Plank Str. 27, D-76275 Ettlingen; Figura 6). Foram utilizadas curvas de calibração com coeficiente de determinação ( $R^2$ ) de 94%, 95% e 98% para FDN, FDA e PB, respectivamente (MASSIGNANI et al., 2021).



**Figura 6.** Espectrômetro

Fonte: Autor

O delineamento experimental utilizado foi em blocos (6) e a unidade experimental o piquete (6 por tratamento).

As análises estatísticas foram realizadas no R (R Core Team, 2018) usando o pacote lme4. As médias dos tratamentos foram submetidas a análise de variância e comparadas pelo teste de Tukey com nível de significância a 5%.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foram encontradas diferenças significativas para os parâmetros avaliados entre os tratamentos, exceto para o percentual de matéria seca da pastagem (Tabela 2). Sob esse aspecto, foi encontrada diferença entre a área de entorno dos núcleos (áreas sombreadas) nos tratamentos com árvores, havendo maior teor de massa seca no tratamento SSPn5.

Nesse sentido, Vieira *et al.* (2002) ao utilizarem sombreamento artificial em pastagem naturalizada, observaram a predominância de espécies tolerantes a menor disponibilidade de luz, possibilitando não reduzir a produção de massa seca, porém, quando o sombreamento passou de 50% para 80% (sombreamento intenso), houve redução na produção total de matéria seca, quando comparada aos tratamentos sem sombra e com sombra moderada (0% e 50% de sombreamento).



A produção média de matéria seca nos diferentes tratamentos avaliados foi de 1240,2 kg/ha<sup>-1</sup>. Em contrapartida, Andrade *et al.* (2004) ao avaliar a disponibilidade de matéria seca no sub-bosque de um sistema silvipastoril dois meses após o pastejo por bovinos, verificou que a forrageira *Brachiaria brizantha* cv. Marandu consorciada com a leguminosa *Stylosanthes guianensis* cv. Mineirão produziu aproximadamente 4500 kg.ha<sup>-1</sup>ha de MS.

Quando se compara áreas do mesmo tratamento (entorno e internúcleo), considera-se um efeito positivo o sombreamento não ter reduzido a produção de forragem e acúmulo de matéria seca.

**Tabela 2.** Médias, erro padrão (EP) e probabilidade (P) da produção de massa e qualidade da pastagem nos tratamentos sem árvores (PSA), com 5% (SSPn5) e 10% (SSPn10) de núcleos.

Variáveis	PSA	SSP5		SSP10		EP	P
		Entorno	Internúcleo	Entorno	Internúcleo		
MS <sup>1</sup> , kg/ha <sup>-1</sup>	1222	1281	1316	1101	1281	114	0,399
MS, %	31,9 <sup>ab</sup>	32 <sup>a</sup>	33,4 <sup>a</sup>	29,3 <sup>b</sup>	31,9 <sup>ab</sup>	1,14	<0,01
PB <sup>2</sup> , % da MS	7,91	8,65	7,92	8,84	8,38	0,399	0,342
FDN <sup>3</sup> , % da MS	66,9	66,9	67,1	65,8	66,0	0,825	0,210
FDA <sup>4</sup> , % da MS	38,2	38,3	38,2	37,5	37,7	0,368	0,196

<sup>1</sup>MS=Matéria seca; <sup>2</sup>PB=Proteína bruta; <sup>3</sup>FDN=Fibra em detergente neutro; <sup>4</sup>FDA=Fibra em detergente ácido.

O teor de PB não diferiu estatisticamente entre os SSPs e o PSA. Apesar disso, o tratamento PSA apresentou 7,91% de PB, enquanto o SSPn5 obteve 8,65 e 7,92% no entorno e internúcleo, respectivamente. Já o SSPn10 acumulou, em média, 8,84% de PB na área sombreada e 8,38% a pleno sol (internúcleo). Segundo estudo de Pilau *et al.* (2015), ao avaliarem o desenvolvimento e qualidade do azevém no sub-bosque de angico-vermelho em sistema silvipastoril, não houve diferença estatística no teor de PB nos tratamentos com e sem árvores. Além disso, os valores de proteína bruta encontrados são semelhantes aos encontrados por Paciullo *et al.* (2009) quando

utilizaram braquiária (*Urochloa decumbens*) em sistema silvipastoril, obtendo teores entre 8,2 e 9,3% de PB, que variou no decorrer do ano.

O sombreamento provocado pelas árvores também não foi suficiente para reduzir significativamente os teores de fibra. O tratamento sem árvores apresentou 66,9 e 38,2% de FDN e FDA, respectivamente. Já os tratamentos com árvores obtiveram 66,9 e 65,8% de FDN no entorno dos núcleos (SSPn5 e SSPn10), enquanto a área internúcleos obteve 67,1 e 66,0% de FDN com 5% e 10% de árvores, respectivamente. Já o FDA foi de 38,3 e 38,2% no tratamento SSPn5 nas áreas do entorno e internúcleos, enquanto no tratamento SSPn10 o FDA variou entre 37,5 e 37,7% nas duas áreas amostradas.

Sob esse aspecto, Paciullo *et al.* (2011) não observaram diferença significativa para as variáveis de FDN e FDA na espécie *Urochloa decumbens* cultivada em sub-bosque de *Acacia mangium*, *Acacia angustissima*, *Mimosa artemisiana* e *Eucalyptus grandis*. Apesar disso, os autores encontram valores médios de 77,4% e 45,4% para FDN e FDA, respectivamente (Paciullo *et al.* 2011)

Devido à redução da radiação incidente, no geral, evidenciam-se alterações importantes no acúmulo de matéria seca e qualidade da forragem (Varella *et al.*, 2011; Baldissera *et al.*, 2016). Além disso, a presença de árvores afeta a composição florística, o que reflete na qualidade da pastagem (Guevara-Escobar *et al.*, 2007). Segundo estudo de Pullanagari *et al.* (2013), a menor exposição ao sol refletiu no aumento dos teores de PB, tendo em vista que há redução da fotossíntese e, conseqüentemente, aumento na concentração de nitrogênio e mineralização da matéria orgânica.

Entretanto, mudanças na produtividade e qualidade da pastagem não foram evidenciadas neste trabalho, o que pode ser justificado pelo baixo grau de sombreamento, já que é um sistema em fase inicial de implantação. Nesse sentido, as modificações que ocorrem ano após ano no crescimento (altura) e estrutura das árvores (arquitetura e densidade de folhas na copa), promovem alterações na luminosidade do ambiente e, com isso, determinam potenciais de produtividade diferentes na pastagem localizada no substrato inferior (Varella *et al.*, 2019).

Já ao analisar os diferentes períodos de rotação dos piquetes, todas as variáveis apresentaram diferença estatística ( $P < 0,01$ ) (Tabela 3).

**Tabela 3.** Médias, erro padrão (EP) e probabilidade (P) da produção de massa e qualidade da pastagem nos diferentes períodos de rotação dos piquetes

Variáveis	Períodos de rotação dos piquetes				EP	P
	1	2	3	4		
MS <sup>1</sup> , kg/ha <sup>-1</sup>	1405 <sup>a</sup>	911 <sup>b</sup>	1436 <sup>a</sup>	1272 <sup>a</sup>	89,1	<0,001
MS, %	33,8 <sup>a</sup>	25,8 <sup>b</sup>	33,3 <sup>a</sup>	33,8 <sup>a</sup>	1,10	<0,001
PB <sup>2</sup> , % da MS	10,4 <sup>a</sup>	10,4 <sup>a</sup>	7,10 <sup>b</sup>	5,64 <sup>c</sup>	0,257	<0,001
FDN <sup>3</sup> , % da MS	70,7 <sup>d</sup>	60,8 <sup>a</sup>	66,1 <sup>b</sup>	68,6 <sup>c</sup>	0,807	<0,001
FDA <sup>4</sup> , % da MS	40,7 <sup>d</sup>	35,3 <sup>a</sup>	36,7 <sup>b</sup>	39,2 <sup>c</sup>	0,352	<0,001

<sup>1</sup>MS=Matéria seca; <sup>2</sup>PB=Proteína bruta; <sup>3</sup>FDN=Fibra em detergente neutro; <sup>4</sup>FDA=Fibra em detergente ácido.

A produção de matéria seca por hectare média foi de 1256 kg, havendo diferença entre segunda (911kg/ha) e as demais rotações dos piquetes.

Comparando a qualidade da pastagem nas diferentes ocupações, a primeira e segunda apresentaram maiores teores de proteína bruta, com 10,4% ambas. Já a terceira e quarta rotação diferiram estatisticamente das outras, com valores de 7,10 e 5,6% de PB, respectivamente. Em contrapartida, os teores de fibra foram diferentes em todas as ocupações, com valores para FDN de 70,7; 60,8; 66,1 e 68,6% nas quatro ocupações, respectivamente. Já o FDA, foi de 40,7; 35,3; 36,7 e 39,2% no primeiro, segundo, terceiro e quarto período de rotação, respectivamente.

As pastagens naturalizadas das planícies litorâneas apresentam diversificação florística, sendo composta por espécies estivais que produzem essencialmente na primavera, verão e início do outono, havendo um período de “vazio forrageiro” entre meados do outono e início da primavera (TURNES *et al.*, 2007). Por essa razão, o período de maior produção se concentra no verão, devido a maior incidência solar e capacidade fotossintética das plantas.

Nesse contexto, para minimizar os efeitos do chamado “vazio forrageiro”, as áreas podem ser melhoradas através da sobressemeadura. Essa prática pode justificar a qualidade superior da pastagem na primeira e segunda ocupações, tendo em vista que foi realizada sobressemeadura de *Trifolium repens* (Trevo branco) em

julho de 2021, resultando em incremento proteico na pastagem durante o inverno e primavera.

O dossel forrageiro é afetado pelo sombreamento, principalmente em climas subtropicais e temperados (BARROS *et al.*, 2018). Dessa forma, apesar do aumento no teor de proteína bruta, observa-se que no mesmo período de rotação dos piquetes há declínio na produção de forragem. De acordo com estudo realizado por Soares *et al.* (2009), que avaliaram o comportamento de diferentes espécies forrageiras sob SSP submetidas a diferentes níveis de luminosidade, plantas sombreadas apresentam melhor qualidade, especialmente maior teor de PB, entretanto, a produção de MS é reduzida com a presença de árvores.

## 6. CONCLUSÕES

O Sistema Silvipastoril com Núcleos (SSPnúcleos) em fase inicial de implantação quando comparado com pastagens sem árvores não alterou a produção de forragem e sua qualidade. Medições futuras são necessárias, tendo em vista que os núcleos encontram-se em fase inicial de implantação, com projeção média de sombra de 1,5 metros.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Roberto Giolo *et al.* Forrageiras em sistemas de produção de bovinos em integração. In: Davi José Bungenstab (ed.). **ILPF: inovação com integração de lavoura, pecuária e floresta**. Brasília: Embrapa, 2019. p. 379-388.

ÁLVARES, Clayton Alcarde *et al.* Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift** 22, 711–728. 2013. DOI: 10.1127/0941-2948/2013/0507

ANDRADE, Carlos Maurício Soares *et al.* Crescimento de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais sob sombreamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 39, n. 3, p. 263-270, 2004.

ASSOCIATION OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). Official methods of analysis. 13.ed. Washington. D.C.: **AOAC**. 1015p. 1980

BALDISSERA, Tiago Celso *et al.* Sward structure and relationship between canopy height and light interception for tropical C4 grasses growing under trees. **Crop and Pasture Science**, v. 67, p. 1199-1207, 2016.

BARBIERI, Cezar Wancura *et al.* Sward Structural Characteristics and Performance of Beef Heifers Reared under Rotational Grazing Management on Campos Grassland. **American Journal of Plant Sciences**, v. 05, n. 07, p.1020-1029, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.4236/ajps.2014.57114>.

BARROS, Felipe Martins do Rêgo *et al.* Silvopastoral systems drive the nitrogen-cycling bacterial community in soil. **Ciência e Agrotecnologia**, 42(3), 281–290, 2018.

BATTISTI, Luiz Fernando Zin *et al.* Soil chemical attributes in a high biodiversity silvopastoral system. **Acta Agronômica**, v. 67, n. 4, p. 486-493, 1 out. 2018. <http://dx.doi.org/10.15446/acag.v67n4.70180>.

BOSI, Cristiam *et al.* Produtividade e características biométricas do capim-braquiária em sistema silvipastoril. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 49, n. 6, p. 449-456, jun. 2014. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-204x2014000600006>.

BOTREL, Rejane Tavares *et al.* Influência do solo e topografia sobre as variações da composição florística e estrutura da comunidade arbóreo-arbustiva de uma floresta estacional semi decidual em Ingaí-MG. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 25, n. 2, p. 195-213, 2002.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA – CEPEA (São Paulo). Universidade de São Paulo - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". **PIB do Agronegócio Brasileiro**. 2020. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx>.

DENIZ, Matheus *et al.* High biodiversity silvopastoral system as an alternative to improve the thermal environment in the dairy farms. **International Journal of Biometeorology**, v. 63, n. 1, p. 83-92, 19 nov. 2018. <http://dx.doi.org/10.1007/s00484-018-1638-8>.

DIAS-FILHO, Moacyr Bernardino. Diagnóstico das pastagens no Brasil. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2014.

DIAS-FILHO, Moacyr Bernardino. Sistemas silvipastoris na recuperação de pastagens degradada. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2006  
EMBRAPA. **ILPF em número 5**. Sinop, MT: Embrapa, 2016. 12 p. 01 Folder. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/158636/1/2016-cpamt-ilpf-em-numeros.pdf>.

FRENCH, Katherine E. Species composition determines forage quality and medicinal value of high diversity grasslands in lowland England. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 24, p. 193–204, 2017.

GAITÁN, Lucía *et al.* Climate-Smart Livestock Systems: An Assessment of Carbon Stocks and GHG Emissions in Nicaragua. *PLoS ONE*, v.11, n.12, 2016. DOI: 10.1371/journal.pone.01679

GUEVARA-ESCOBAR, Aurelio *et al.* Pasture production and composition under poplar in a hill environment in New Zealand. *Agroforest Systems*, n. 69, p.199-213, 2007. <https://doi.org/10.1007/s10457-007-9038-9>

JAT, Mangi Lal *et al.* Climate Change and Agriculture: adaptation strategies and mitigation opportunities for food security in south asia and latin america. **Advances In Agronomy**, p. 127-235, 2016. <http://dx.doi.org/10.1016/bs.agron.2015.12.005>

KAVALCO, Sydney Antonio Frehner; JOCHIMS, Felipe; FLOSS, Paulo Alfonso. Caracterização de sistemas silvipastoris atendidos pela Epagri na região Oeste de Santa Catarina. In: V Congresso Brasileiro de Produção Animal Sustentável, 2019, Chapecó. **ANAIS DO V CONGRESSO BRASILEIRO DE PRODUÇÃO ANIMAL SUSTENTÁVEL V ANISUS**. Chapecó: UDESC, 2019. p. 135-138.

KRETZER, Stéfano Gomes. **Influência do sistema silvipastoril com núcleos de alta biodiversidade na dinâmica e microclima forrageiro**. Dissertação Mestrado em Agroecossistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, 2019, 80p.

LENZI, Alexandre. Fundamentos do Pastoreio Racional Voisin. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 7, n. 1, p. 82-94, 2012.

MAPBIOMAS (Brasil). **Pastagens brasileiras ocupam área equivalente a todo o estado do Amazonas**. 2020. Disponível em: <https://mapbiomas.org/pastagens-brasileiras-ocupam-area-equivalente-a-todo-o-estado-do-amazonas>.

MASSIGNANI, Caroline *et al.* A single calibration of near-infrared spectroscopy to determine the quality of forage for multiple species. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 10, e548101018990, 18 ago. 2021. *Research, Society and Development*. DOI: 10.33448/rsd-v10i10.18990.

MELOTTO, Alex Marcel *et al.* Espécies florestais em sistemas de produção em integração. In: Davi José Bungenstab (ed.). **ILPF: inovação com integração de lavoura, pecuária e floresta**. Brasília: Embrapa, 2019. p. 429-454.

MILITÃO, Érica Rui. **Microclima e qualidade de forragens em sistema Silvopastoril Agroecológico em função do tempo de roupa do pastejo e sombreamento**. 76 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2017.

MOURA, André Morais *et al.* Pasture productivity and quality of *Urochloa brizantha* cultivar Marandu evaluated at two grazing intervals and their impact on milk production. **Animal Production Science**, v. 57, n. 7, p.1384-1391, 2017. <http://dx.doi.org/10.1071/an16715>.

OLIVEIRA, Patrícia Perondi Anção *et al.* Balanço e emissões de gases de efeito estufa em sistemas integrados. In: JAMHOUR, Jorge; ASSMANN, Tangriani Simioni (Org.). **Palestras: Intensificação com sustentabilidade**. Congresso Brasileiro de Sistemas Integrados de Produção Agropecuária, 1.; Encontro de Integração Lavoura-Pecuária no Sul do Brasil, 4. 2017. Cascavel. Pato Branco: UTFPR Campus Pato Branco, 2017. p. 23–32. ISBN 978-85-99584-10-1.

PACIULLO, Domingos Sávio Campos *et al.* Características do pasto e desempenho de novilhas em sistema silvipastoril e pastagem de braquiária em monocultivo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.11, p.1528-1535, nov. 2009

PACIULLO, Domingos Sávio Campos *et al.* Características produtivas e nutricionais do pasto em sistema agrossilvipastoril, conforme a distância das árvores. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. 1176-1183, 2011.

PACIULLO, Domingos Sávio Campos *et al.* Crescimento de capim-braquiária influenciado pelo grau de sombreamento e pela estação do ano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 7, p. 917-923, jul. 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-204x2008000700017>.

PACIULLO, Domingos Sávio Campos *et al.* Morfofisiologia e valor nutritivo do capim-braquiária sob sombreamento natural e a sol pleno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 42(4), 573–579, 2007. doi:10.1590/s0100-204x2007000400016

PACIULLO, Domingos Sávio Campos *et al.* Soil bulk density and biomass partitioning of *Brachiaria decumbens* in a silvopastoral system. **Scientia Agricola**, v.67, n.5, p.598-603, 2010.

PACIULLO, Domingos Sávio Campos *et al.* Sward characteristics and performance of dairy cows in organic grass–legume pastures shaded by tropical trees. **Animal**, v. 8, n. 8, p. 1264-1271, 2014. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1017/s1751731114000767>

PEREIRA, Fabiellen Cristina *et al.* Effect of recovery period of mixture pasture on cattle behaviour, pasture biomass production and pasture nutritional value. **Animal**, v. 14, n. 9, p. 1961-1968, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.1017/s1751731120000701>

PEREIRA, Kárito Augusto *et al.* Parâmetros anatômicos, morfológicos e fisiológicos de forrageiras cultivadas em sistema agrossilvipastoril: uma revisão. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 11, n. 4, p. 1333, 28 dez. 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.17765/2176-9168.2018v11n4p1333-1355>.

PERI, Pablo Luis; DUBE, Francis; VARELLA, Alexandre. Silvopastoral Systems in the Subtropical and Temperate Zones of South America: An Overview. In: **Silvopastoral Systems in Southern South America**. 11. ed. Springer, Cham, 2016. p. 1-8.

PEZZOPANE, José Ricardo Macedo *et al.* Microclimate and soil moisture in a silvopastoral system in southeastern Brazil. **Bragantia**, v. 74, p.110–119, 2015.

PILAU, Janine *et al.* Development and quality of ryegrass in an understorey of angico-vermelho in a silvopastoral system. **Comunicata Scientiae**, v. 6, n. 4, p. 437–444, 2015. DOI: 10.14295/cs.v6i4.1079.

PINHEIRO MACHADO FILHO, Luiz Carlos *et al.* Voisin Rational Grazing as a Sustainable Alternative for Livestock Production. **Animals**, v.11, p.3494, 2021. <https://doi.org/10.3390/ani1123494>

PONTES, Laíse da Silveira *et al.* Relationship between sward height and herbage mass for integrated crop-livestock systems with trees. **Grassland Science**, v. 63, n. 1, p. 29-35, jan. 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/grs.12147>.

PORFÍRIO-DA-SILVA, Vanderley *et al.* **Arborização de pastagens com espécies florestais madeireiras**: implantação e manejo. Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2010. 48 p.

PULLANAGARI, Rajasheker Reddy *et al.* Proximal sensing of the seasonal variability of pasture nutritive value using multispectral radiometry. *Grass Forage Science*, vol. 68, n. 1, p. 110-119, 2013. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2494.2012.00877.x>

RODRIGUES, Bárbara Martins *et al.* Consorciação de estilosantes Campo Grande e capim-marandu em sistemas silvipastoril e sol pleno durante a fase de estabelecimento. **Boletim de Indústria Animal**, v. 75, p. 1-11, 2018. Instituto do Zootecnia. <http://dx.doi.org/10.17523/bia.2018.v75.e1421>.

SALOMÃO, Pedro Emílio Amador; BARBOSA, Lucas Cardoso; CORDEIRO, Igor José Martins. Recuperação de áreas degradadas por pastagem: uma breve



revisão. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 2, e57922057, 1 jan. 2020. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i2.2057>.

SCHETTINI, Bruno Leão Said *et al.* Potencial de estocagem de carbono em sistemas silvipastoris no Brasil. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 11, p. 27659-27671, nov. 2019.

SCHOENEBERGER, Michele M. Agroforestry: working trees for sequestering carbon on agricultural lands. **Agroforestry Systems**, v. 75, n. 1, p. 27-37, 13 abr. 2008. <http://dx.doi.org/10.1007/s10457-008-9123-8>.

SILVA, André de Almeida *et al.* Carbon and nitrogen stocks in the High Biodiversity Silvopastoral System: applied nucleation enabling low carbon livestock production. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 10, p. e2799108589, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i10.8589.

SOARES, André Brugnara *et al.* Influência da luminosidade no comportamento de onze espécies forrageiras perenes de verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 3, p. 443–45, 2009. DOI:10.1590/s1516-35982009000300007

STANLEY, Paige. L. *et al.* Impacts of soil carbon sequestration on life cycle greenhouse gas emissions in Midwestern USA beef finishing systems. **Agricultural Systems**, v. 162, p. 249-258, maio 2018. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agsy.2018.02.003>.

TOL, Richard S. J. The Economic Impacts of Climate Change. **Review Of Environmental Economics and Policy**, v. 12, n. 1, p. 4-25, 2018. University of Chicago Press. <http://dx.doi.org/10.1093/reep/rex027>.

TRICHES, Gilmar Paulinho *et al.* Damage caused by cattle to *Eucalyptus benthamii* trees in pruned and unpruned silvopastoral systems. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.55, e01275, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2020.v55.01275>.

TUDSRI, Sayan *et al.* Effect of pasture production systems on milk production in the central plains of Thailand. **Tropical Grassland**, 35, 246–256, 2001.

TURNES, Ricardo Miotto *et al.* Conservação do campo naturalizado: a importância do manejo e da sobre-semeadura. In: Congresso Brasileiro de Sistemas, 3, 2007, Florianópolis, SC.

VARELLA, Alexandre Costa *et al.* Do light and alfalfa responses to cloth and slatted shade represent those measured under an agroforestry system? **Agroforestry Systems**, v. 81, p. 157-173, 2011.

VARELLA, Alexandre Costa *et al.* Manejo de pastagens subtropicais e temperadas para a integração floresta-pecuária. In: BUNGENSTAB, Davi José *et al.* (ed.). **ILPF: inovação com integração de lavoura, pecuária e floresta**. Brasília: Embrapa, 2019. p. 406-427.

VIEIRA, Ana Rita Rodrigues *et al.* Resposta de pastagens naturalizadas a diferentes níveis de sombreamento. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 10, n. 2, p. 265-271, 2002

VOISIN, André. **Produtividade do Pasto**. São Paulo: Mestre Jou, 1974.

ZANINE, Anderson de Moura. Resposta morfofisiológica em pasto sob pastejo. **Colloquium Agrariae**, v.1, p.50-59, 2005. DOI: 10.5747/ca.2005.v01.n2.a014.