

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ZOOTECNIA

Mariani Arrial

**PRODUTIVIDADE E VALOR NUTRITIVO DE PASTAGENS
TENDO COMO BASE O CAPIM-ELEFANTE EM SISTEMAS DE
PRODUÇÃO COM BAIXO USO DE INSUMOS**

Santa Maria, RS
2022

Mariani Arrial

**PRODUTIVIDADE E VALOR NUTRITIVO DE PASTAGENS TENDO COMO BASE O
CAPIM-ELEFANTE EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO COM BAIXO USO DE INSUMOS**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do
Programa de Pós-graduação em Zootecnia da
Universidade Federal de Santa Maria (UFSM),
como requisito parcial para obtenção do título de
Mestra em Zootecnia.

Orientador: Prof. Dr. Clair Jorge Olivo

Santa Maria, RS
2022

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001

Arrial, Mariani

Produtividade e valor nutritivo de pastagens tendo como base o capim-elefante em sistemas de produção com baixo uso de insumos / Mariani Arrial.- 2022.
40 p.; 30 cm

Orientadora: Clair Jorge Olivo
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós Graduação em Zootecnia, RS, 2022

1. Agricultura convencional 2. Agricultura orgânica 3. Pastagens consorciadas 4. Vacas em lactação I. Jorge Olivo, Clair II. Título.

sistema de geração automática de ficha catalográfica da usm. dados fornecidos pelo autor(a). sob supervisão da direção da divisão de processos técnicos da biblioteca central. bibliotecária responsável paula schoenfeldt patta cma 10/1728.

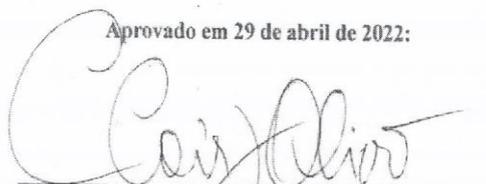
Declaro, MARIANI ARRIAL, para os devidos fins e sob as penas da lei, que a pesquisa constante neste trabalho de conclusão de curso (Dissertação) foi por mim elaborada e que as informações necessárias objeto de consulta em literatura e outras fontes estão devidamente referenciadas. Declaro, ainda, que este trabalho ou parte dele não foi apresentado anteriormente para obtenção de qualquer outro grau acadêmico, estando ciente de que a inveracidade da presente declaração poderá resultar na anulação da titulação pela Universidade, entre outras consequências legais.

Mariani Arrial

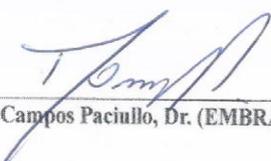
**PRODUTIVIDADE E VALOR NUTRITIVO DE PASTAGENS TENDO COMO BASE O
CAPIM- ELEFANTE EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO COM BAIXO USO DE INSUMOS**

Dissertação de Mestrado apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da
Universidade Federal de Santa Maria (UFSM),
como requisito parcial para a obtenção do título
de **Mestra em Zootecnia**.

Aprovado em 29 de abril de 2022:


Clair Jorge Olivo, Dr. (UFSM) - Videoconferência
(Presidente/Orientador)


Priscila Flôres Aguirre, Dra. (IFSC) - Videoconferência


Domingos Sávio Campos Paciullo, Dr. (EMBRAPA) - Videoconferência

Santa Maria, RS
2022

RESUMO

PRODUTIVIDADE E VALOR NUTRITIVO DE PASTAGENS TENDO COMO BASE O CAPIM-ELEFANTE EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO COM BAIXO USO DE INSUMOS

AUTOR: Mariani Arrial
ORIENTADOR: Clair Jorge Olivo

O capim-elefante apresenta alto potencial forrageiro e elevada adaptação em regiões tropicais e subtropicais. Normalmente é cultivado com elevadas doses de fertilizantes minerais. Essa estratégia implica em custos de produção e impactos ambientais elevados. O objetivo desta pesquisa foi avaliar sistemas forrageiros baseados no uso de capim-elefante, cultivado nos modelos de agricultura orgânica e convencional, com baixo uso de insumos. Os tratamentos foram constituídos por quatro sistemas forrageiros: (i) um sob produção orgânica, em policultivo, em associação com outras gramíneas de crescimento espontâneo; e três sob produção convencional, (ii) em monocultivo; (iii) em policultivo, em associação com outras gramíneas; e (iiii) em associação com outras gramíneas + amendoim forrageiro. Em todos os sistemas em policultivo, o capim-elefante foi plantado em linhas, e nas entrelinhas fez-se a introdução de azevém anual. O critério de uniformização dos sistemas forrageiros foi o nível de adubação nitrogenada (120 kg/ha/ano de N). Amostras de forragem foram coletadas antes e após os pastejos para avaliar as respostas de plantas e animais. No sistema forrageiro de produção orgânica verificou-se melhor distribuição da produção de forragem entre os períodos do ano. Na produção convencional, com cultivo do capim-elefante em monocultivo, constatou-se maior produção de forragem, com distribuição irregular durante o ano. No sistema de consórcio, verificou-se maior produção de forragem, com melhor valor nutritivo, em relação ao sistema em policultivo, sem leguminosa. Os resultados demonstram que o capim-elefante adapta-se bem, tanto na agricultura orgânica quanto na convencional, valendo-se do uso de baixos insumos.

Palavras-chave: Agricultura convencional, agricultura orgânica, *Arachis pintoii*, *Lolium multiflorum*, pastagens consorciadas, pastejo rotacionado, *Pennisetum purpureum*, vacas em lactação.

Abstract

PRODUCTIVITY AND NUTRITIONAL VALUE OF PASTURES BASED ON ELEPHANT GRASS IN LOW-INPUT USE PRODUCTION SYSTEMS

AUTHOR: Mariani Arrial
ADVISOR: Clair Jorge Olivo

Elephant grass has high forage potential and adaptation capacity in tropical and subtropical regions. It is usually grown intensively and fertilized with high doses of mineral fertilizers. This strategy results in high production costs and environmental impacts. The objective of this study was to evaluate different grazing systems with elephant grass in organic and conventional production systems that use of low amounts of inputs. The treatments consisted of four grazing systems: (i) one in organic production, in a polyculture, and in association with other spontaneous growth grasses and three in conventional production, (ii) in a monoculture; (iii) in a polyculture, in association with other grasses; and (iv) in association with other grasses + pinto peanut. In all the polyculture systems, elephant grass was planted in rows, and between the rows, annual ryegrass was introduced. The uniform criterion among the grazing systems was the level of nitrogen fertilization (120 kg of N/ha per year). Forage samples were collected before and after grazing to evaluate plant and animal responses. In the grazing system in organic production, there was a better distribution of forage between the periods of the year. In comparison to the other systems, the conventional production system with a monoculture of elephant grass had a higher forage production, with an irregular distribution during the year. In comparison to in the polyculture system without legume, in the system with grass-legume, there was higher forage production, with better nutritional value. The results show that elephant grass adapts well, both in organic and conventional agriculture, in a low-input pasture systems.

Keywords: Conventional agriculture, organic agriculture, *Arachis pintoi*, *Lolium multiflorum*, mixed pastures, rotational grazing, *Pennisetum purpureum*, lactating cows.

Santa Maria, RS
2022

LISTA DE FIGURAS E TABELAS

Tabela 1 – Produção de forragem nos distintos sistemas forrageiros (SF), tendo como base o capim-elefante. Santa Maria, RS, Brasil, 2020-2021.....	25
Figura 1 – Normais climatológicas e valores registrados durante o período experimental do mês de abril de 2020 ao mês de abril de 2021, para média de temperatura diária do ar e precipitação mensal acumulada. Santa Maria, RS, 2020-2021.	19
Tabela 2 – Resposta animal nos quatro sistemas forrageiros tendo como base o capim-elefante. Santa Maria, RS, Brasil, 2020-2021.....	27
Tabela 3 – Valor nutritivo do capim-elefante em quatro sistemas de produção, tendo como base o capim-elefante. Santa Maria, RS, Brasil, 2020-2021.....	28
Tabela 4 – Produção de proteína e de nutrientes digestíveis totais em quatro sistemas de produção, tendo como base o capim-elefante. Santa Maria, Brasil, RS, 2020-2021.....	29

SUMÁRIO

1 APRESENTAÇÃO	8
1.1 INTRODUÇÃO	8
2 HIPÓTESES	9
2.1 HIPÓTESE GERAL	9
2.2 HIPÓTESES ESPECÍFICAS	9
3 OBJETIVOS	10
3.1 OBJETIVO GERAL	10
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
4 ESTUDO BIBLIOGRÁFICO	10
4.1 PRODUÇÃO ORGÂNICA X CONVENCIONAL	10
4.2 CAPIM-ELEFANTE	12
4.3 AZEVÉM ANUAL	14
4.4 ESPÉCIES DE CRESCIMENTO ESPONTÂNEO	16
4.5 CONSÓRCIO GRAMÍNEA – LEGUMINOSA	17
5 MATERIAL E MÉTODOS	18
5.1 LOCAL DO ESTUDO	18
5.2 HISTÓRICOS DAS PASTAGENS EXPERIMENTAIS	19
5.3 TRATAMENTOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	20
5.4 MANEJO DOS SISTEMAS FORRAGEIROS E DOS ANIMAIS	20
5.5 AVALIAÇÃO DO VALOR NUTRITIVO DA FORRAGEM	23
5.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA	22
6 RESULTADOS	23
6.1 COMPOSIÇÃO BOTÂNICA DOS PASTOS E COMPOSIÇÃO MORFOLÓGICA DO CAPIM ELEFANTE	23
6.2 PRODUÇÃO DE FORRAGEM	244
6.3 EFICIÊNCIA DE PASTEJO E TAXA DE LOTAÇÃO	266
6.4 VALOR NUTRITIVO	277
6.5 PRODUÇÃO DE PROTEÍNA E DE NUTRIENTES DIGESTÍVEIS TOTAIS	299
7 DISCUSSÃO	299
8 CONCLUSÕES	32
9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33

1 APRESENTAÇÃO

1.1 INTRODUÇÃO

A agricultura de baixo uso de insumos tem se notabilizado na constituição de sistemas produtivos mais sustentáveis (MAITRA et al., 2021). Manter e melhorar a base dos recursos naturais, reduzir a emissão de poluentes e de gases de efeito estufa são condicionantes nestes sistemas (JARDIM et al., 2021; SARKAR et al., 2020; PRATES JÚNIOR et al., 2016; DIAS et al., 2015).

Na produção com animais ruminantes, os pastos são a base da alimentação. Uma das formas de se manter a produção forrageira mais sustentável é a utilização, plena ou de parte da área cultivável da propriedade, de espécies perenes. Dentre elas, destaca-se o capim-elefante que apresenta alto potencial forrageiro em regiões tropicais e subtropicais, em diferentes relevos e tipos de solo (BRATZ et al., 2019; PEREIRA et al., 2017), com exceção das áreas encharcadas (SILVEIRA et al., 2019). Em clima subtropical, essa cultura apresenta marcada estacionalidade no período hibernal. Pode ser usada como pastagem, capineira e silagem (VIANA et al., 2018). Sob pastagem, há relatos com produção anual de forragem de 18t/ha de MS, com uso moderado de fertilização nitrogenada (SEIBT et al., 2018). Devido ao seu caráter perene e características morfológicas, se bem implantado e adequadamente manejado, sob lotação rotacionada, pastagens de capim- elefante podem perdurar por décadas, com alta produtividade e elevado valor nutritivo (SEIBT et al., 2021; OLIVO et al., 2017), e com reduzido impacto ambiental (CONGIO et al., 2018).

Nas últimas décadas foram lançados novos genótipos no mercado de capim-elefante, com variedades para pastagem e silagem, com elevada produtividade e valor nutritivo (PACIULLO et al., 2015; MORAES et al., 2021; SILVA et al., 2021; PEREIRA et al., 2017; GOMIDE et al., 2015; BOTREL et al., 2000). No entanto, na maioria das propriedades, o capim-elefante é cultivado intensivamente, com elevadas doses de fertilizantes minerais, principalmente nitrogenados (VIEIRA et al., 2019; OLIVO et al., 2014). Nesta sistemática, a produtividade é elevada, bem como os custos de produção e os impactos ambientais em função da utilização de fertilizantes e de outros insumos usados na intensificação da produção. Na agricultura de baixo uso de insumos e na agricultura orgânica, há poucos estudos conduzidos com capim-elefante (PEREIRA et al., 2020), com seu uso em misturas com outras gramíneas e/ou consórcio com leguminosas (SILVA et al., 2018; CRESTANI et al., 2013), permitindo o uso da área da pastagem em todo ano agrícola.

A primeira hipótese deste estudo é que o capim-elefante pode ser utilizado sob pastejo, em sistemas orgânicos ou convencionais, com baixo uso de insumos, em mistura com outras gramíneas e leguminosas, propiciando melhor distribuição da produção de forragem ao longo do ano. A segunda hipótese é que os sistemas forrageiros apresentam comportamento distinto, em produtividade, valor nutritivo do pasto e resposta animal, nos períodos hibernar e estival.

Assim, objetivou-se avaliar o capim-elefante em associação com outras forrageiras (em policultivo, com e sem leguminosa), em distintos sistemas de produção, quanto à produção e valor nutritivo da forragem, eficiência de pastejo e taxa de lotação.

2 HIPÓTESES

2.1 HIPÓTESE GERAL

O capim-elefante pode ser utilizado sob pastejo, em sistemas orgânicos ou convencionais, com baixo uso de insumos, em monocultivo ou em mistura com outras gramíneas e leguminosas, propiciando melhor distribuição da produção de forragem ao longo do ano.

2.2 HIPÓTESES ESPECÍFICAS

- Os sistemas forrageiros estabelecidos em policultivo, com misturas com gramíneas ou leguminosa, contribuem para o aumento na produção, melhor distribuição de forragem e diminuição da estacionalidade, em relação ao sistema convencional em monocultivo;
- Os sistemas forrageiros apresentam comportamento distinto, em produtividade, valor nutritivo do pasto e resposta animal, nos períodos hibernar e estival;
- O capim-elefante, estabelecido em linhas, em mistura com outras forrageiras cultivadas nas entrelinhas, adapta-se bem sob a adubação orgânica.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a produção e o valor nutritivo da forragem em sistemas baseados no uso de capim-elefante, cultivado nos modelos de agricultura orgânica e convencional.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estimar a massa de forragem no pré e pós-pastejo nos distintos sistemas forrageiros;
- Determinar a composição botânica dos pastos e os componentes morfológicos do capim-elefante;
- Estimar as taxas de acúmulo diário e a produção de forragem;
- Avaliar a eficiência de pastejo;
- Determinar a taxa de lotação;
- Avaliar o valor nutritivo da forragem e a produção de proteína bruta e de nutrientes digestíveis totais dos pastos.

4 ESTUDO BIBLIOGRÁFICO

4.1 PRODUÇÃO ORGÂNICA X CONVENCIONAL

O manejo das pastagens nas propriedades leiteiras está baseado, em sua maioria, na estratégia convencional de produção. Neste contexto, normalmente as culturas encontram-se estabelecidas e manejadas em monocultivo, demandando um aporte elevado e contínuo de insumos químicos para a manutenção do sistema, especialmente adubação nitrogenada (MARTINS et al., 2021).

A agricultura convencional visa, essencialmente, a produção, deixando em segundo plano a preocupação com a conservação do meio ambiente e a qualidade nutricional dos alimentos. Neste tipo de agricultura há utilização intensa de insumos externos, o que em curto prazo é satisfatório, pois os resultados econômicos são visíveis (PRATES JÚNIOR et al., 2016). Entretanto, em longo prazo, esta estratégia ocasiona a inserção de aparatos tecnológicos que substituem gradativamente a mão-de-obra empregada na propriedade, favorecendo a concentração de renda e aumentando as desigualdades sociais e os problemas ambientais (SANGALLI et al., 2016).

Diante desse cenário, outras opções podem e devem ser consideradas para benefício de uma sociedade que busca uma agricultura mais equilibrada, com melhor preservação e aproveitamento dos recursos ambientais, garantindo a saúde de homens e animais, com menores dispêndios financeiros. Diferentemente da agricultura convencional, a agricultura orgânica representa um sistema baseado em tecnologias que atendem aos princípios de produtividade, (rentabilidade e qualidade do produto), além de considerar os aspectos socioambientais (SALES et al., 2014). Neste tipo de agricultura, preconiza-se a formação de sistemas produtivos com manutenção da biodiversidade, combinação equilibrada entre agricultura e pecuária, favorecendo a ciclagem de nutrientes, a menor dependência de insumos externos à propriedade (PACIULLO et al., 2014) e o não uso de produtos sintéticos.

Dentre os insumos mais usados nas pastagens destacam-se os fertilizantes, especialmente os nitrogenados, indispensáveis no desenvolvimento de gramíneas, principalmente por interferir em suas características estruturais, o que reflete no comportamento ingestivo e na produção animal por área (MARTINS et al., 2021). No entanto, a elevação do custo dos fertilizantes minerais e o aumento da poluição ambiental tornou o uso de resíduos orgânicos na agricultura uma opção atrativa, do ponto de vista econômico e ambiental, em razão da ciclagem de nutrientes (SCHULLER et al., 2020), tanto na agricultura convencional quanto na orgânica. A adubação com resíduos de origem animal, além de manter os níveis de fertilidade e condições físicas e químicas do solo, pode aumentar a produtividade da cultura, reduzir custos e diminuir a poluição ambiental (MANGIERI et al., 2015). A produção animal produz um volume significativo de resíduos, dessa forma, sendo de grande relevância para maior sustentabilidade do meio ambiente que esses resíduos sejam aproveitados (SANTOS et al., 2015). Outra vantagem alcançada a partir da utilização da adubação orgânica obtida através do uso de esterco de curral, ao contrário daquela com o uso de formulação mineral, é a reciclagem de nutrientes e melhoria nas condições sanitárias das instalações, apresentando economia de tempo e trabalho (ANDRADE et al., 2017).

Na adubação de pastagens, o uso da adubação orgânica apresenta excelentes resultados em relação ao desenvolvimento e a produção de biomassa em espécies forrageiras (CASTRO et al., 2016). Segundo Trindade et al., (2018), aplicando 18 t/ha de esterco bovino, torna-se possível obter uma maximização da produção de massa verde na fase inicial de crescimento do capim elefante. Em pastos de capim elefante submetidos à adubação orgânica, foi possível obter melhorias na qualidade química do solo, aumento de cálcio e fósforo, conferindo maiores taxas de crescimento e de produção de massa seca/ha em relação ao sistema de adubação química (OLIVEIRA et al., 2013). As desvantagens da adubação orgânica quando comparada à

adubação química são: menor concentração de nutrientes no adubo orgânico, maiores custos relacionados ao manejo e transporte do esterco e as perdas do nitrogênio por volatilização (MALAVOLTA, 1989).

A pecuária brasileira está cada vez mais competitiva, seletiva e concentrada em trazer mais benefícios ao sistema produtivo com sustentabilidade. Desta forma, a crescente preocupação com o meio ambiente e a qualidade de vida da população mundial tem aumentado a demanda por produtos saudáveis e a necessidade de se desenvolver novos conceitos de sistemas de produção agrícola, baseados na conservação do solo, aporte de nutrientes de fontes renováveis, com base em resíduos orgânicos localmente disponíveis (ALVES et al., 2015). Assim, a agricultura orgânica têm apontado direcionamentos valendo-se de práticas que contribuem para a preservação de suporte aos recursos naturais, além de oportunizar maior estabilidade ao sistema produtivo e melhorar a qualidade de vida de pessoas no meio rural.

4.2 CAPIM-ELEFANTE

As gramíneas constituem a base alimentar dos ruminantes, sendo de fundamental importância a oferta alimentar a partir de plantas forrageiras capazes de produzir grandes volumes de biomassa com altos teores de componentes nutricionais e baixos teores de fibras, de modo a propiciar elevado desempenho produtivo dos animais (SAMPAIO et al., 2017).

O capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) é uma gramínea perene de verão, de grande rendimento forrageiro, vigorosa e resistente a condições climáticas adversas (BARCELOS et al., 2018). Originária do continente Africano, mais especificamente da África Tropical, esta forrageira foi introduzida no Brasil entre 1920 e 1921 a partir de mudas trazidas dos Estados Unidos e Cuba (CAVALCANTE e LIRA, 2010). Seu hábito de crescimento é cespitoso, de porte ereto, ultrapassando os três metros de altura, apresentando entrenós de 15 a 20 cm, diâmetro de até 2,5 cm, e sistema radicular de raízes grossas e rizomatosas. As folhas atingem até 1,25 m de comprimento tendo no máximo 4,0 cm de largura, as inflorescências não apresentam aparência de espigas, mas são classificadas como panículas espiciformes (PEREIRA et al., 2010). Conforme Gomide et al., (2015), para variedades mais baixas, recomenda-se a entrada dos animais quando o pasto apresentar entre 75 e 80 cm de altura e a retirada deles quando o rebaixamento atingir 35 a 40 cm. Para as variedades de porte mais alto recomenda-se o pastejo entre 1,0 e 1,20 m (OLIVO et al., 2012). Segundo Silveira et al. (2019), a adaptação do capim-elefante ocorre em diferentes tipos de solos, porém, os solos rasos e aqueles sujeitos a encharcamento devem ser evitados.

No Brasil, é uma gramínea de grande importância e difundida em todas as regiões tropicais e subtropicais, devido à sua potencialidade para uso na alimentação de animais ruminantes. Além disso, é considerada uma forrageira de alto potencial para produção de forragem e de grande eficiência fotossintética, sendo esta uma característica típica das gramíneas tropicais que crescem rapidamente e potencializam o uso da água, do solo e da energia solar (SOUSA et al., 2016). Na alimentação de ruminantes, essa gramínea é utilizada principalmente como capineira e pastejo (VIANA et al., 2018).

O capim-elefante apresenta estacionalidade, com redução do crescimento no período hibernal devido às geadas e baixas temperaturas quando cultivada na região Sul, ou por déficit hídrico, quando cultivada em outras regiões do País, implicando em grandes variações na produção de forragem e valor nutritivo da mesma, muitas vezes limitando o desempenho animal (DAHER et al., 2017). Apesar disso, mesmo em regiões com baixas temperaturas no período hibernal, o capim-elefante tem se mostrado uma alternativa viável, pois as produções de massa nos meses favoráveis compensam a inferior produção no inverno, além de apresentar produção considerável no outono (SIMONETTI et al., 2019). Além disso, é possível observar diferenças na composição química do capim-elefante de acordo com as épocas do ano em que são avaliadas as características nutricionais do mesmo, com melhores resultados na primavera e outono, período onde ocorre crescimento inferior desta forrageira, em relação ao observado no verão (OLIVO et al., 2017).

Na região Central do RS avaliou-se o capim-elefante, cv. Merckeron Pinda, em condições de pastejo, estabelecido em linhas e cultivado com misturas de espécies de crescimento espontâneo nas entrelinhas, onde foi possível observar valores médios de 17,9; 52,3; 69,0 e 60,0 %, respectivamente, para PB, FDN, DISMO e NDT, a partir de amostras de simulação de pastejo (DIEHL et al., 2014).

A grande maioria das pesquisas conduzidas com essa forrageira insere-se na estratégia convencional de produção, caracterizada por cultivo estreme, tendo a sua produção concentrada no período estival (OLIVO et al., 2009). Estudos com essa cultura, submetidos a doses crescentes de adubações orgânicas, normalmente apresentam aumento linear na produção de forragem (AIRES et al., 2019; MARTUSCELLO et al., 2016; LOBO et al., 2014).

Tendo em vista que a produção da espécie é muito heterogênea entre híbridos, pôde-se estimar uma produtividade em clones de capim-elefante que varia de 2,1 a 14,0 t/ha de MS a cada 60 dias, que pode ainda apresentar comportamento distinto dos genótipos em diferentes ambientes (SILVA et al., 2010). Paciullo et al. (2015) trabalhando com três genótipos de capim-elefante, um de porte intermediário (CNPGL 00-1-3), um de porte normal (Napier) e o BRS

Kurumi, de porte anão, obtiveram massas secas de forragem de 4,72; 7,68 e 5,19 t/ha/ciclo de pastejo, respectivamente. Produção anual de forragem próximo a 20 t/ha/ano, pode ser obtida com uso moderado de fertilização nitrogenada (SEIBT et al., 2018).

Os levantamentos referenciados demonstram que as avaliações referem-se basicamente à agricultura convencional, com a utilização do capim-elefante estabelecido de forma estreme, sendo em maioria, estudos de curta duração.

Experimentos que avaliam essa espécie com misturas forrageiras são raros e ainda mais em sistema de produção orgânica. Alguns estudos avaliam o uso de adubos orgânicos, citando as quantidades utilizadas, sem fazer menção da composição do fertilizante, e ainda, normalmente as comparações com níveis de N, não equânimes, implicando em dificuldade na interpretação e valoração dos resultados. Assim, estudos de longo prazo, com avaliação do capim-elefante no decorrer do ano agrícola em distintos sistemas de produção são indispensáveis, acompanhando-se a produtividade, o valor nutritivo e a resposta animal. Além disso, reforça-se que experimentos que avaliem essa espécie sob as estratégias de produção de baixos insumos, consideradas mais sustentáveis, se fazem necessários, tanto na agricultura orgânica quanto convencional.

4.3 AZEVÉM ANUAL

O Azevém diploide (*Lolium multiflorum* Lam.), é uma gramínea de clima temperado, originário da bacia do Mediterrâneo. Acredita-se que sua origem é o norte da Itália, tendo sido introduzido no Brasil em 1875 por colonizadores italianos, no estado do Rio Grande do Sul (OLIVEIRA et al., 2014).

A região Sul do Brasil apresenta estações bem definidas, com períodos de calor entre os meses de outubro e abril e frio entre os meses de maio e setembro. Nesse cenário, as espécies de ciclo estival têm seu potencial de produção limitado, o que justifica o emprego de pastagens de inverno a fim de evitar um déficit forrageiro nesse período (SBRISSIA et al., 2017). O azevém anual por ser de clima temperado, possuir alta qualidade nutricional e eficiente potencial de produção de forragem, é uma das gramíneas forrageiras amplamente utilizadas no Brasil, principalmente no Sul do país (CORADINI et al., 2020). Esta gramínea adaptou-se bem em baixas temperaturas, tendo preferência por solos férteis, úmidos, argilosos, e com significativa quantidade de matéria orgânica (SGANZERLA et al., 2015).

O azevém anual consagrou-se como uma excelente opção forrageira em períodos de déficit forrageiro pela sua facilidade de ressemeadura natural, resistência a doenças, além da

possibilidade de consorciação com outras espécies forrageiras (OLIVEIRA et al., 2019). Tem por características ser uma gramínea anual, porém, pode se comportar como bianual em função da ressemeadura natural. Barth Neto et al. (2013) demonstraram que tanto em baixas ou moderadas intensidades de pastejo, sem diferir os pastos, é possível um satisfatório estabelecimento do azevém anual no ano posterior. Além disso, é extremamente resistente ao pisoteio e apresenta boa capacidade de rebrota, permitindo com que a sua utilização persista por até cinco meses do ano. Por todos esses motivos, o azevém anual é muito utilizado para constituir misturas e consórcios forrageiros, oportunizando pastejo de meados do inverno até a primavera.

Alguns produtores já vêm utilizando as cultivares tetraploides, que apresentam algumas características distintas, como rápida produção inicial e alta produção de massa total, além de apresentarem um ciclo vegetativo mais longo em comparação as cultivares diploides (OLIVEIRA et al., 2015).

Ao contrário de outras espécies forrageiras de inverno, como centeio e aveia, que concentram sua produção de forragem entre os meses de maio e agosto, enquanto que o azevém apresenta maior produção de forragem partir de setembro, assim quando em associação, o azevém proporciona uma complementariedade à curva de crescimento, estendendo o tempo de uso dos pastos (SEIBT et al., 2015; SKONIESKI et al., 2011). O azevém em mistura com espécies perenes de ciclo estival, permite a utilização da área durante todo o ano agrícola (OLIVO et al., 2017).

Conforme estudos de Fontaneli et al. (2012) o azevém produz mais biomassa seca, em comparação a cereais de inverno (aveia preta, aveia branca, centeio, cevada, trigo e triticale). Ainda, segundo os autores, o azevém possui capacidade de produção de 2,0 a 6,0 t/MS/ha.

Estudo realizado por Quatrin et al. (2015) encontraram resposta mais eficiente na produção de forragem, com adubação nitrogenada na dosagem de 100 kg/ha a qual proporcionou maior carga animal e maior taxa de crescimento da pastagem em cinco ciclos de pastejo.

Em um estudo realizado no Campus Rural da URCAMP, localizado em Bagé – RS, onde o objetivo foi avaliar a produção e concentração de macronutrientes em azevém submetido à adubação com vermicomposto bovino, a produção de forragem teve uma correlação positiva com os níveis crescentes de adubação orgânica (BICCA et al., 2019).

Quando associada à dieta dos animais em lactação, a utilização do azevém implica normalmente em aumento da produção de leite (NUNES et al., 2009). Esse aumento é da ordem de 0,2 kg por kg/ MS ofertada (RIBEIRO FILHO et al., 2009).

Os levantamentos demonstram o grande potencial do azevém anual, notadamente por seu valor nutritivo, adaptação em diferentes tipos de solo e em mistura com outras espécies forrageiras, com grande potencial de uso em diferentes tipos de agricultura.

4.4 ESPÉCIES DE CRESCIMENTO ESPONTÂNEO

No Rio Grande do Sul existe uma grande variedade de espécies forrageiras que crescem espontaneamente, algumas se desenvolvem mesmo em meio a pastagens cultivadas. São plantas de crescimento estival com elevado potencial de produção de sementes e produção de biomassa no verão e início do outono. Plantas de crescimento espontâneo apresentam alta rusticidade, resistência às pragas e doenças, habilidade de produzir grande número de sementes viáveis, facilidade de disseminação das sementes, rápida passagem da fase vegetativa para a reprodutiva, entre vários outros fatores inerentes a essas espécies (VASCONCELOS et al., 2012).

Em experimentos avaliando sistemas forrageiros no decorrer do ano agrícola, constituídos por capim-elefante juntamente com gramíneas e diferentes leguminosas, na região de Santa Maria – RS, foram observadas espécies de crescimento espontâneo como capim-papuã (*Brachiaria plantaginea* Link.), milhã (*Digitaria adscendens* (H. B. K.) Henrard, grama paulista (*Cynodon dactylon* spp.), e espécies pertencentes ao gênero *Paspalum* spp., como *P. notatum*, *P. conjugatum*, *P. plicatulum*, *P. Urvillei*; capim-setária (*Setaria* spp.), rabo-de-burro (*Schizachyrium microstachyum* Desv.), cabelo-de-porco (*Piptochaetium montevidense* Spreng.) e guanxuma (*Sida rhombifolia* spp.) (DIEHL et al, 2014; AZEVEDO JUNIOR, 2012). As espécies de crescimento espontâneo possuem potencial produtivo e persistência nas pastagens, participando expressivamente da composição do pasto no período estival (OLIVO et al., 2013), notadamente em sistemas em que não se usam herbicidas, como na produção orgânica.

As espécies de crescimento espontâneo estão presentes nas distintas regiões e sistemas forrageiros, tendo valor nutritivo distinto, sendo pastejadas com diferentes intensidades. Há poucos estudos sobre seu potencial forrageiro, valor nutritivo e importância nas características e fertilidade do solo, relação com as plantas companheiras e resposta dos animais, em desempenho e saúde dos mesmos.

4.5 CONSÓRCIO GRAMÍNEA – LEGUMINOSA

A principal perspectiva do uso de leguminosas em consórcio é a melhoria da produção animal em relação à pastagem de gramínea exclusiva e à redução de custos de produção. A consorciação é uma prática que permite associar, numa mesma área, culturas diversas com o intuito de aumentar o rendimento forrageiro, economizar nos gastos com adubação nitrogenada, aumentar a disponibilidade de nitrogênio no solo, enriquecer a vida biológica do solo e protegê-lo contra a erosão (SIMIONI et al., 2014).

Devido aos altos custos dos fertilizantes nitrogenados, o consórcio de gramíneas e leguminosas, vem sendo recomendado como a alternativa mais eficiente e econômica para o fornecimento de N ao sistema solo-planta, além de aumentar a capacidade de suporte, prolongar o período de pastejo e melhorar o valor nutritivo da forragem em oferta (ARANHA et al., 2018).

Em termos de produtividade animal, o pasto consorciado de gramíneas com leguminosas apresenta vantagem de 30%, aproximadamente, quando comparado ao pasto em monocultivo, sendo esse fato explicado pelos efeitos positivos da introdução da leguminosa no sistema, dentre os quais se destacam: aumento na produção de forragem do pasto, com consequente aumento da capacidade de suporte do pasto, e a melhoria da qualidade da dieta, aumentando assim o desempenho dos animais em pastejo (ANDRADE et al., 2012).

Parte do nitrogênio fixado pela leguminosa pode ser transferida direta ou indiretamente para a gramínea associada. A transferência direta ocorre por meio de produtos nitrogenados secretados pelos nódulos presentes nas raízes, por fluxo de nitrogênio através de hifas de micorrizas que se interconectam às raízes das duas espécies. A transferência indireta, por mecanismos de reciclagem que ocorrem subterraneamente, por meio de senescência das raízes e nódulos, e superficialmente, através da decomposição de seus resíduos (SCOTTI et al., 2015). O nitrogênio de fixação biológica age de forma prolongada, uma vez que sua disponibilização ocorre de forma lenta e gradual, assim as produções de biomassa pelas gramíneas consorciadas nos primeiros cortes ou pastejos poderão ser inferiores, se forem comparadas com aplicações diretas de fertilizantes nitrogenados (LÜSCHER, et al., 2014).

Dentre as leguminosas forrageiras, o amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*) é uma das mais promissoras para o manejo em consórcio com gramíneas em regiões de clima tropical, devido ao seu elevado valor nutritivo e tolerância à desfolhação (TAMELE et al., 2018). O mesmo apresenta uma boa resistência ao pastejo por conta de seus pontos de crescimento protegidos, permitindo rebrota mesmo em condições de taxa de lotação elevada. O estudo sobre o uso de amendoim forrageiro em pastejo aumentou consideravelmente nos últimos anos, tanto

em cultivo estreme quanto em consórcio (SEIBT et al., 2021; COSTA et al., 2019). Outra característica importante do amendoim forrageiro é a sua capacidade de produção, mesmo com elevados níveis de sombreamento, o que possibilita sua consorciação com gramíneas de porte alto (BARRO et al., 2014). As dificuldades de consórcio devem-se, especialmente, ao desenvolvimento inicial do amendoim forrageiro que é lento comparado às gramíneas.

Estudos sobre consórcio de leguminosas com gramíneas forrageiras são importantes, tornando os sistemas produtivos mais sustentáveis. No entanto, tem-se constatado que o uso de leguminosas forrageiras pelos produtores, além de ser baixo, está diminuindo (EMATER, 2021).

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 LOCAL DO ESTUDO

O experimento foi conduzido em área do Setor de Bovinocultura de Leite, pertencente ao Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), situada na Depressão Central do Rio Grande do Sul, totalizando 380 dias. O solo é classificado como Argissolo Vermelho distrófico arênico, pertencente à unidade de mapeamento São Pedro (STRECK et al. 2002). O clima da região é o Cfa (subtropical úmido) segundo a classificação de Köppen (ALVARES et al., 2013). As médias climáticas anuais (1981-2010) de temperatura diária do ar e precipitação mensal do local de estudo são de 18,1°C e 139,1 mm, respectivamente. Considerando o período experimental, entre abril de 2020 e abril de 2021, as médias foram de 19,7 °C e 103,9 mm, respectivamente (Figura 1).

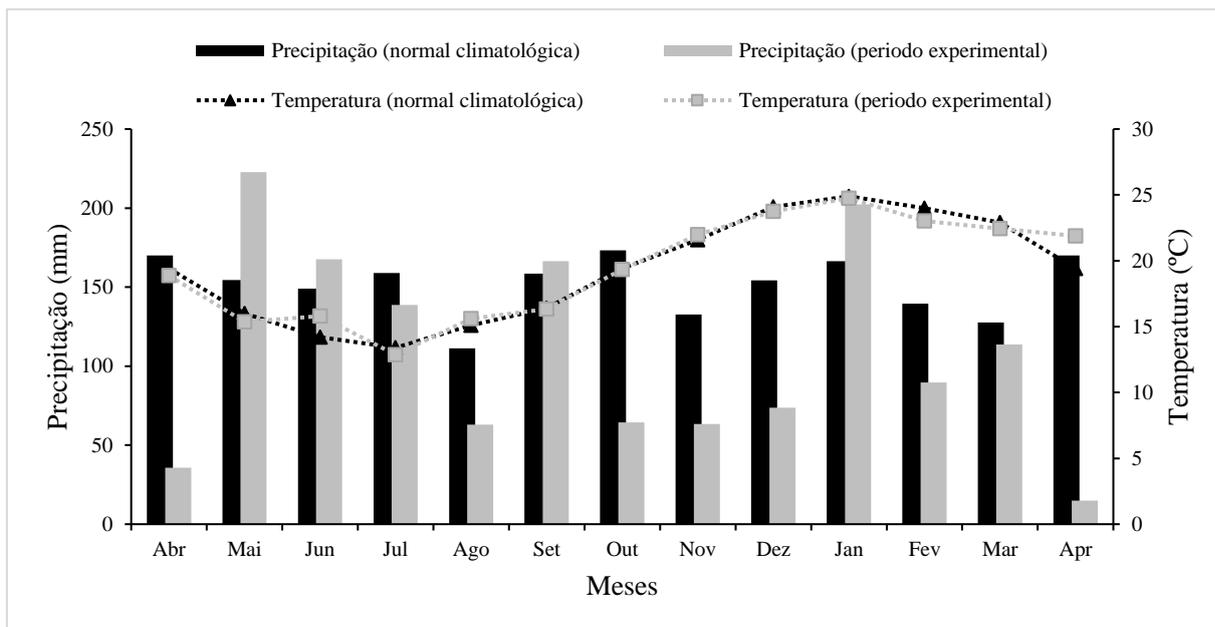


Figura 1 – Normais climatológicas e valores registrados durante o período experimental do mês de abril de 2020 ao mês de abril de 2021, para média de temperatura do ar e precipitação mensal acumulada. Santa Maria, RS, 2020-2021.

5.2 HISTÓRICOS DAS PASTAGENS EXPERIMENTAIS

Para avaliação foram usadas áreas com capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum), cv. Merckeron Pinda, estabelecidas em meados dos anos 2000. Parte delas foi cultivada e manejada sob a estratégia de produção convencional, sendo constituídos três sistemas forrageiros. Um com monocultivo do capim-elefante, plantado em linhas espaçadas de 1,2 m (sistema convencional, usado pela maioria dos agricultores). Em outros dois sistemas (policultivos), o capim-elefante foi estabelecido em linhas, com espaçamento de 3,5 m. Em um policultivo permitiu-se o desenvolvimento de espécies de crescimento espontâneo, nas entre linhas, no período estival e, no outro, foi estabelecido nas entrelinhas amendoim forrageiro estolonífero (*Arachis pintoi* Krap. & Greg.) cv. Amarillo. Contrastando com os sistemas de produção convencionais, foi estabelecida outra área de capim-elefante, manejada de acordo com os princípios da agricultura orgânica (também em policultivo com outras gramíneas). Em todas as áreas em policultivo, no período hibernar, fez-se a implantação de forrageiras anuais de inverno. Do período de implantação até fevereiro de 2020, os pastos foram manejados, anualmente, nos respectivos sistemas de produção, com baixo uso de insumos, sendo pastejados por vacas em lactação, sob lotação rotacionada.

5.3 TRATAMENTOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Para avaliação experimental foi utilizada uma área de 1,34 ha, subdivida em 12 piquetes. Os tratamentos foram constituídos pelos quatro sistemas forrageiros referidos, todos tendo como base o capim-elefante: a) três sistemas convencionais, sendo, (i) capim-elefante em monocultivo; (ii) capim-elefante em associação com outras gramíneas e (iii) capim-elefante consorciado com outras gramíneas + amendoim forrageiro e b) um sistema de produção orgânica, em policultivo, em que o capim-elefante estava associado com outras gramíneas de crescimento espontâneo. Em todos os sistemas em policultivo, fez-se a introdução de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.), em sobressemeadura, nas entrelinhas do capim elefante. O critério de uniformização dos sistemas forrageiros foi o nível de adubação nitrogenada (120 kg de N/ha por ano). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro tratamentos (sistemas forrageiros), três repetições (piquetes) em dois períodos do ano (hibernal e estival).

5.4 MANEJO DOS SISTEMAS FORRAGEIROS E DOS ANIMAIS

Para a correção e adubação do solo seguiram-se as orientações da Comissão de Química e Fertilidade do Solo [RS/SC] (2016), levando em consideração as recomendações para gramíneas perenes de estação quente. Foram aplicados 60 kg/ha de P_2O_5 e 60 kg/ha K_2O por ano nos sistemas sob cultivo convencional, em cobertura, usando-se superfosfato triplo e cloreto de potássio, respectivamente. Para adubação nitrogenada foram usados 120 kg de N/ha por ano em todos os sistemas. (Nos sistemas sob produção convencional foi usado ureia distribuída em seis aplicações após pastejos). No sistema sob produção orgânica, a adubação foi constituída por esterco de bovinos, cama de aviário e esterco de poedeiras, com concentrações de MS de 25, 78 e 54 %, respectivamente. Esses adubos foram distribuídos em seis aplicações, em junho, julho, outubro e novembro de 2020, e janeiro e fevereiro de 2021. As concentrações de matéria seca (MS) dos adubos foi de 25, 78 e 54 %, respectivamente. A composição química, com base na MS, do esterco de bovinos foi de 0,9; 1,5 e 1,4; da cama de aviário foi de 1,9; 1,0 e 2,9; do esterco de poedeiras foi de 1,4; 2,1 e 1,5 % de N, P, K, respectivamente. Foram utilizados (com base na matéria natural) 16,7 m³/ha de esterco bovino, 1,2 t/ha de cama de aviário e 4,05 t/ha de esterco de poedeiras. Essas quantidades foram necessárias para se atingir a mesma quantidade de N do fertilizante nitrogenado utilizado nos sistemas de produção convencional.

O período experimental foi iniciado em 25 de março de 2020, com a semeadura do azevém, cv. BRS Ponteio, à razão de 40 kg/ha, nos três sistemas forrageiros em policultivo. A

semeadura foi feita a lanço, em cobertura, nas entrelinhas. Na sequência foi feita roçada, nas entrelinhas, propiciando-se melhores condições para o desenvolvimento do azevém. Após o ciclo de desenvolvimento do azevém, permitiu-se o desenvolvimento de espécies de crescimento espontâneo. Outras duas roçadas foram feitas nas entrelinhas, em novembro de 2020 e em março de 2021. Em todos os sistemas forrageiros, em meados de agosto de 2020, foi feita roçada mecânica nas áreas ocupadas pelo capim-elefante, a 30 cm do solo, com objetivo de uniformizar o estande e estimular a rebrota do pasto.

Para os sistemas constituídos por misturas forrageiras, tanto o orgânico quanto os convencionais, o critério adotado para o início da utilização dos pastos, durante o período hibernal (meio e final do outono, inverno e início da primavera), foi a altura do azevém, quando o mesmo se encontrava com 20 cm, aproximadamente; no período estival (meio e final da primavera, verão e início do outono), foi a altura do dossel do capim-elefante, entre 100 e 110 cm. Esse critério também foi utilizado no sistema convencional em monocultivo em ambos os períodos, hibernal e estival. Os animais foram usados nos pastos, permanecendo apenas um dia no piquete e, após esse dia de ocupação, eram removidos para outras áreas.

A massa de forragem de capim-elefante, no pré-pastejo, foi estimada com a coleta de três amostras por piquete, em uma área de 0,5 m x largura da touceira m, feitos a 50 cm do solo. Nos sistemas forrageiros em policultivo, nas entrelinhas, foram efetuadas três amostragens por piquete, em uma área de 0,25 m² (0,5 m x 0,5 m), feitos rente ao solo. Para massa de forragem do pós-pastejo seguiu-se o mesmo método de amostragem. A forragem proveniente das amostras colhidas foi homogeneizada e, após, foram retiradas duas subamostras. A primeira subamostra de forragem do pré-pastejo foi utilizada para estimar o percentual de matéria seca com uso de micro-ondas (LACERDA et al., 2009). Esses valores foram utilizados para calcular a taxa de lotação animal. Outra parte da amostra foi utilizada para avaliar a composição botânica do pasto e estrutural, do capim-elefante (lâmina foliar, colmo+bainha foliar e material senescente). Os componentes foram secos em estufa de ar forçado a 55°C até peso constante. Os valores foram usados para se determinar a massa de forragem por área.

Antes da amostragem, mediu-se a altura do dossel e, para os sistemas forrageiros em policultivo, mensurou-se a largura formada pelo alinhamento das touceiras do capim elefante. Os valores ocupados pelo capim elefante (em média de 35% da área) e pela forragem presente nas entrelinhas, foram usados, proporcionalmente, para se determinar a produção/ha.

Foram utilizadas vacas da raça Holandesa em lactação, com peso corporal médio de 530 kg e produção média de 18,8 kg de leite por dia, recebendo complementação alimentar concentrada após as ordenhas de aproximadamente 0,9 kg de MS/100 kg do peso corporal.

Quando os animais não se encontravam nas áreas experimentais, foram mantidos sob manejo similar, em pastagens da época, tendo livre acesso à água e sal mineralizado. A taxa de lotação animal instantânea, para um dia de ocupação do pasto, foi determinada mediante a oferta de forragem, sendo de 8 kg de MS/100 kg de peso corporal por dia para as áreas ocupadas por capim-elefante, em todo ano. Para os sistemas em policultivo a oferta de forragem para área correspondente as entrelinhas foi de 5 e de 12 kg de MS/100 kg de peso corporal respectivamente para os períodos hibernal e estival. A taxa de acúmulo diário de forragem do primeiro pastejo foi calculada a partir da disponibilidade de forragem, dividindo-se pelo número de dias contados a partir da sementeira do azevém. A taxa de acúmulo diário dos ciclos seguintes foi calculada pela diferença entre a massa de forragem de pré-pastejo com a de pós-pastejo da avaliação anterior, dividindo-se este resultado pelo número de dias de intervalo entre pastejos (ALAVA et al., 2015). A produção de forragem foi calculada somando-se o acúmulo diário de forragem. A eficiência de pastejo foi estimada pela diferença entre as massas de forragem de pré e pós-pastejo, transformada em percentagem (HODGSON, 1979). Para o cálculo da taxa de lotação foi dividido o valor da carga animal instantânea pelo número de dias do ciclo do pastejo, e por 450 kg, para obtenção do valor em unidade animal (UA).

5.5 AVALIAÇÃO DO VALOR NUTRITIVO DA FORRAGEM

Foram coletadas amostras, em separado, do capim-elefante e das espécies presentes nas entrelinhas, mediante técnica de simulação de pastejo (EUCLIDES et al., 1992), após a observação do comportamento ingestivo dos animais por 15 min, no início e no final de cada período de pastejo. Esse material foi pré-seco em estufa com circulação de ar forçado a 55°C até peso constante e armazenadas. Posteriormente o material foi moído em moinho do tipo “Willey”. Para as análises laboratoriais, foram usadas amostras compostas. Inicialmente foram misturadas amostras do início e final de cada ciclo de pastejo/piquete. Posteriormente, as amostras foram agrupadas de acordo com os períodos do ano (hibernal e estival). As amostras compostas foram analisadas no laboratório de Nutrição Animal (DZ-UFSM) quando à proteína bruta – PB, pelo método de Kjeldahl (AOAC, 1995) e fibra em detergente neutro - FDN (Van Soest et al. 1991). A estimativa dos valores de nutrientes digestíveis totais (NDT) foi obtida através da equação: $NDT = 83,79 - 0,4171 \times FDN$; $r^2=0,82$; $P<0,01$ (CAPPELLE et al., 2001).

5.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados dos pastejos foram agrupados de acordo com os períodos hibernar e estival exceto, a produção total de forragem, em que considerou-se a soma de produções dos ciclos de pastejo. Os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade do erro. Para análise foi utilizado o procedimento MIXED do pacote estatístico SAS software, University Edition (SAS, 2016). Foi utilizado o seguinte modelo estatístico: $Y_{ijk} = m + T_i + R_j(T_i) + P_k + (TP)_{ik} + e_{ijk}$, em que Y_{ijk} representa as variáveis dependentes; m é a média de todas as observações; T_i é o efeito dos tratamentos (sistemas forrageiros); $R_j(T_i)$ é o efeito da repetição (piquetes) dentro de tratamento (erro a); P_k é o efeito dos valores médios ou da soma dos valores dos ciclos de pastejo nos períodos estival e hibernar; $(TP)_{ik}$ é a interação entre tratamentos e períodos do ano; e e_{ijk} é o efeito residual (erro b).

6 RESULTADOS

6.1 COMPOSIÇÃO BOTÂNICA DOS PASTOS E COMPOSIÇÃO MORFOLÓGICA DO CAPIM-ELEFANTE

Não foram observadas interações entre os sistemas forrageiros para as massas de forragem ao pré e pós-pastejo. A partir dos valores da massa de forragem no pré-pastejo, verificou-se que no sistema forrageiro em monocultivo, a participação do capim-elefante foi de 100 %, aproximadamente. Nos demais sistemas, em policultivo, a participação do capim-elefante na composição da pastagem foi de 61 %. Para a composição morfológica do capim-elefante na massa de forragem no pré-pastejo, os valores médios dos sistemas forrageiros para lâmina foliar, colmo + bainha e material senescente foram de 42, 55 e 3 % no período hibernar e de 69, 30 e 1 % no período estival, respectivamente.

Nas entrelinhas, nos sistemas em policultivo, a contribuição das gramíneas de crescimento espontâneo na massa de forragem total foi de 39 %. No período estival, nos sistemas forrageiros sem leguminosa, o pasto foi constituído, especialmente, por gramíneas de crescimento espontâneo dos gêneros *Paspalum* spp., *Cynodon* spp. e *Setaria* spp., com 28 %, e material morto com 11 %; no período hibernar, a participação dessas espécies na massa de forragem foi de 16 %, sendo o restante ocupado pelo azevém, 16 %, e material morto, 7 %.

Para o sistema forrageiro com leguminosa, no período hibernar as participações do amendoim forrageiro, do azevém, das espécies de crescimento espontâneo e do material morto

foram de 10, 16, 11 e 2 %, respectivamente; no período estival as contribuições do amendoim forrageiro, de outras espécies e de material morto foram de 25, 6, 8 %, respectivamente.

6.2 PRODUÇÃO DE FORRAGEM

Houve interação ($P < 0.0005$) entre tratamento e período para a taxa de acúmulo de forragem (Tab. 1). Esse resultado deve-se a recuperação no período estival dos sistemas forrageiros sob produção convencional, em policultivo, com e sem leguminosa; no período hibernal, esses sistemas apresentaram baixa taxa de acúmulo de forragem. Entre épocas, em todos os sistemas de produção, houve aumento ($P < 0.001$) da taxa de acúmulo, do período hibernal para o período estival. Esse efeito deve-se a recuperação do capim elefante no período estival.

Tabela 1 – Produção de forragem nos distintos sistemas forrageiros (SF), tendo como base o capim-elefante. Santa Maria, RS, Brasil, 2020-2021.

SF	Hibernal	Estival	Média	Total	Erro padrão da média	P- Valor		
						Trat	Per	Trat x Per
Taxa de acúmulo de forragem do pasto (kg MS/ha por dia)						<0001	<0001	0.0005
Org	22.6 ^B	26.9 ^B	24.8		1.41			
Conv ¹	10.4 ^D	29.5 ^B	19.9					
Conv ²	34.5 ^A	39.3 ^A	36.9					
Conv ³	13.9 ^C	35.6 ^B	24.8					
Média	20.3 ^b	32.8 ^a						
Taxa de acúmulo do capim-elefante (kg MS ha/dia)								
Org	18.8 ^{Ba}	16.7 ^{Bb}	17.8		1.62	<0001	<0001	0.0011
Conv ¹	6.6 ^{Db}	19.2 ^{Ba}	12.9					
Conv ²	34.5 ^{Ab}	39.3 ^{Aa}	36.9					
Conv ³	10.6 ^{Cb}	19.1 ^{Ba}	14.9					
Média	17.6	23.6						
Taxa de acúmulo da forragem presente nas entrelinhas (kg MS ha/dia)								
Org	3.8 ^A	10.2 ^C	7.0		0.35	<0001	<0001	<0001
Conv ¹	3.8 ^A	12.3 ^B	8.0					
Conv ³	3.3 ^B	16.5 ^A	9.9					
Média	3.6 ^b	13.0 ^a						
Produção de forragem do pasto (t/MS/ha/ano)								
Org	3.9 ^A	6.2 ^C	5.0	10.0 ^B	0.43	0.0007	<0001	<0001
Conv ¹	2.2 ^C	6.6 ^C	4.4	8.9 ^B				
Conv ²	2.4 ^C	12.1 ^A	7.2	14.5 ^A				
Conv ³	3.0 ^B	7.5 ^B	5.3	10.6 ^B				
Média	2.9 ^b	8.1 ^a						
Produção de forragem do capim-elefante (t/MS/ha/ano)								
Org	3.2 ^A	3.9 ^B	3.5		0.43	<0001	<0001	<0001
Conv ¹	1.4 ^C	4.0 ^B	2.7					
Conv ²	2.4 ^B	12.1 ^A	7.2					
Conv ³	2.3 ^B	4.0 ^B	3.2					
Média	2.34 ^b	6.0 ^a						
Produção de forragem presente nas entrelinhas (t/MS/ha/ano)								
Org	0.6 ^A	2.3 ^B	1.50		0.20	0.0477	<0001	<0.0584
Conv ¹	0.8 ^A	2.6 ^{AB}	1.71					
Conv ³	0.7 ^A	3.5 ^A	2.10					
Média	0.7 ^b	2.8 ^a						

Org, sistema de produção orgânica com misturas forrageiras; Conv¹, sistema de produção convencional com misturas forrageiras; Conv², sistema de produção convencional com capim-elefante sob cultivo estreme; Conv³, sistema de produção convencional com misturas forrageiras em consórcio com amendoim forrageiro. P-valor, nível de significância; Trat, tratamento; Per, período. Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, diferem entre si a 5% de probabilidade de erro.

Quanto à produção de forragem, houve interação ($P < 0.0001$) entre tratamento e período. Menores produções de forragem foram verificadas no período hibernal, nos sistemas em policultivo, sem leguminosa, e no sistema com capim-elefante em monocultivo; maior

produção foi obtida com produção orgânica; valor intermediário foi obtido no sistema em consórcio com amendoim forrageiro. No período estival, maiores produções de forragem foram observadas nos sistemas de produção convencional, em monocultivo seguido do sistema em policultivo com leguminosa.

Considerando somente a produção de forragem do capim-elefante, destaca-se que no sistema em consórcio, a presença do amendoim forrageiro implicou em maior ($P < 0.0001$) produção dessa gramínea. Comparando-se as épocas do ano, houve diferença com maiores valores no período estival em todos os sistemas forrageiros. Considerando a produção de forragem acumulada, verificou-se maior valor no sistema com o capim-elefante em cultivo estreme em relação aos demais sistemas.

6.3 EFICIÊNCIA DE PASTEJO E TAXA DE LOTAÇÃO

Não houve efeito de tratamento para eficiência de pastejo (Tab. 2). Para forragem presente nas entrelinhas, houve efeito de época com maior ($P < 0.0008$) valor de eficiência de pastejo no período hibernal. Para taxa de lotação houve interação ($P < 0.0033$) entre tratamento e período. Taxas de lotação maiores foram obtidas no sistema de produção convencional com o capim-elefante em monocultivo. Entre épocas, houve diferença, com maior taxa de lotação em todos os sistemas no período estival.

Tabela 2 – Resposta animal nos quatro sistemas forrageiros tendo como base o capim-elefante. Santa Maria, RS, Brasil, 2020-2021.

SF	Hibernal	Estival	Média	Total	Erro padrão da média	P- Valor		
						Trat	Per	Trat x Per
Eficiência de pastejo do pasto (g/kg de MS)						0.1161	0.2334	0.0978
Org	275	347	311		1.84			
Conv ¹	320	302	311					
Conv ²	248	308	278					
Conv ³	356	324	340					
Média	299	320						
Eficiência de pastejo do capim-elefante (%)								
Org	35.4	33.5	34.5		3.48	0.6530	0.7638	0.3939
Conv ¹	24.3	30.2	27.3					
Conv ²	24.8	30.8	27.8					
Conv ³	45.0	31.0	38.0					
Média	32.4	31.4						
Eficiência de pastejo na entrelinha (%)								
Org	39.7	28.9	34.3 ^A		2.01	0.1482	0.0008	0.8215
Conv ¹	33.6	24.0	28.8 ^A					
Conv ³	40.5	27.4	34.0 ^A					
Média	37.9 ^a	26.8 ^b						
Taxa de lotação (UA/ha)								
Org	2.5 ^B	3.0 ^D	2.7		0.18	<0001	<0001	0.0033
Conv ¹	1.1 ^D	3.3 ^C	2.2					
Conv ²	3.8 ^A	4.4 ^A	4.1					
Conv ³	1.5 ^C	3.9 ^B	2.7					
Média	2.3 ^b	3.6 ^a						

Org, sistema de produção orgânica com misturas forrageiras; Conv¹, sistema de produção convencional com misturas forrageiras; Conv², sistema de produção convencional com capim elefante sob cultivo estreme; Conv³, sistema de produção convencional com misturas forrageiras em consórcio com amendoim forrageiro. P-valor, nível de significância; Trat, tratamento; Per, período. Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, diferem entre si a 5% de probabilidade de erro.

6.4 VALOR NUTRITIVO

Houve interação ($P < 0.0002$) entre tratamento e período para as características de valor nutritivo do capim-elefante (Tab. 3). Este resultado deve-se ao intercruzamento na concentração de proteína do capim-elefante, do período hibernal para o período estival, entre os sistemas de produção convencional, com e sem leguminosa. No período hibernal, houve diferença ($P < 0.0001$) com maior valor proteico no capim-elefante sob consórcio com amendoim forrageiro. Menor concentração de proteína foi observada no capim-elefante sob monocultivo. No período estival, as maiores concentrações de proteína do capim elefante foram obtidas nas pastagens mistas sob cultivo convencional, com e sem leguminosa. No sistema sob produção orgânica, verificou-se concentração intermediária de proteína do capim elefante.

Tabela 3 – Valor nutritivo do capim-elefante em quatro sistemas de produção, tendo como base o capim-elefante. Santa Maria, RS, Brasil, 2020-2021.

SF	Hibernal	Estival	Média	Erro padrão da média	Trat	P- Valor Per	Trat x Per
Capim-elefante							
Proteína bruta (g/kg de MS)							
Org	184 ^{BC}	201 ^B	202	0.21	<0001	<0001	0.0002
Conv ¹	188 ^B	252 ^A	220				
Conv ²	169 ^C	188 ^C	179				
Conv ³	198 ^A	251 ^A	225				
Média	185 ^b	223 ^a					
Teor de nutrientes digestíveis totais (g/kg de MS)							
Org	549 ^C	572 ^B	560	0.20	<0001	<0001	0.0044
Conv ¹	527 ^D	560 ^D	544				
Conv ²	555 ^B	570 ^C	562				
Conv ³	561 ^A	577 ^A	569				
Média	548 ^b	570 ^a					
Fibra em detergente neutro (g/kg de MS)							
Org	692 ^B	677 ^C	665	0.49	<0001	<0001	0.0045
Conv ¹	745 ^A	664 ^A	704				
Conv ²	677 ^{BC}	643 ^B	660				
Conv ³	663 ^C	626 ^D	644				
Média	694 ^a	642 ^b					
Forragem presente na entrelinha							
Proteína bruta (g/kg de MS)							
Org	223	155	189	0.31	<0001	<0001	0.9510
Conv ¹	219	153	186				
Conv ³	282	216	249				
Média	240 ^a	175 ^b					
Teor de nutrientes digestíveis totais (g/kg de MS)							
Org	595 ^a	545 ^b	570	0.21	<0001	<0001	<0001
Conv ¹	563 ^a	527 ^b	545				
Conv ³	618 ^a	617 ^a	618				
Média	592	563					
Fibra em detergente neutro (g/kg de MS)							
Org	582 ^b	701 ^a	642	0.52	<0001	<0001	<0001
Conv ¹	659 ^b	745 ^a	702				
Conv ³	526 ^a	529 ^a	527				
Média	589	659					

Org, sistema de produção orgânica com misturas forrageiras; Conv¹, sistema de produção convencional com misturas forrageiras; Conv², sistema de produção convencional com capim elefante sob cultivo estreme; Conv³, sistema de produção convencional com misturas forrageiras em consórcio com amendoim forrageiro. *P*-valor, nível de significância; Trat, tratamento; Per, período. Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, diferem entre si a 5% de probabilidade de erro.

Quanto à fração nutrientes digestíveis totais, as menores ($P < 0.0001$) concentrações foram obtidas no capim-elefante sob sistema de produção convencional sob policultivo, e as maiores foram encontradas no sistema em consórcio com amendoim forrageiro. Entre períodos, para o capim-elefante, maiores concentrações de nutrientes digestíveis totais foram verificadas no período estival. Para fibra em detergente neutro do capim-elefante, menores concentrações foram verificadas no sistema sob consórcio e as maiores concentrações no sistema sob monocultivo. Entre épocas, menores concentrações de fibra em detergente neutro foram obtidas no período estival.

Para forragem presente nas entrelinhas, houve diferença entre tratamentos ($P < 0.0001$),

com maior concentração de proteína no sistema sob consórcio. Entre épocas, maiores concentrações foram observadas no período hibernal; comportamento similar foi observado para a concentração de nutrientes digestíveis totais; para fibra em detergente neutro menores concentrações estão associadas a presença do amendoim forrageiro na composição do pasto.

6.5 PRODUÇÃO DE PROTEÍNA E DE NUTRIENTES DIGESTÍVEIS TOTAIS

Houve interação ($P < 0.0001$) entre tratamento e período para produção de proteína e de nutrientes digestíveis totais (Tab. 4). Este resultado deve-se aos menores valores dessas variáveis, verificados no período hibernal. Maiores valores de produção de proteína e de energia foram observados no período estival no sistema sob monocultivo. No período hibernal, maiores valores foram obtidos no sistema orgânico e no sistema sob consórcio.

Tabela 4 – Produção de proteína e de nutrientes digestíveis totais e quatro sistemas de produção, tendo como base o capim-elefante. Santa Maria, Brasil, RS, 2020-2021.

SF	Hibernal	Estival	Média	Total	Erro padrão da média	Trat	P- Valor Per	Trat x Per
Produção de proteína bruta (t de MS ha ⁻¹)								
Org	0.7 ^A	1.1 ^D	0.9	1.9	0.08	0.0023	<0001	<0001
Conv ¹	0.4 ^B	1.4 ^C	0.9	1.8				
Conv ²	0.4 ^B	2.3 ^A	1.3	2.7				
Conv ³	0.7 ^A	1.7 ^B	1.3	2.4				
Média	0.6 ^b	1.6 ^a						
Produção de nutrientes digestíveis totais (t de MS ha ⁻¹)								
Org	2.1 ^A	3.5 ^B	2.8	5.6	0.25	0.0005	<0001	<0001
Conv ¹	1.2 ^B	3.6 ^B	2.4	4.8				
Conv ²	1.3 ^B	6.9 ^A	4.1	8.2				
Conv ³	1.8 ^{AB}	4.5 ^B	3.1	6.2				
Média	1.6 ^b	4.6 ^a						

Org, sistema de produção orgânica com misturas forrageiras; Conv¹, sistema de produção convencional com misturas forrageiras; Conv², sistema de produção convencional com capim elefante sob cultivo estreme; Conv³, sistema de produção convencional com misturas forrageiras em consórcio com amendoim forrageiro. P-valor, nível de significância; Trat, tratamento; Per, período. Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, diferem entre si a 5% de probabilidade de erro.

7 DISCUSSÃO

Quanto à composição botânica, no sistema convencional em monocultivo destaca-se que o pasto foi constituído basicamente por capim-elefante. O porte mais alto de manejo do capim-elefante implicou em controle das espécies de crescimento espontâneo, normalmente de porte mais baixo. Nos demais sistemas forrageiros, sob policultivo, a composição botânica foi distinta nas entrelinhas. No período hibernal, destacou-se a presença do azevém; no período estival, nos sistemas sem leguminosa, houve predominância de espécies de crescimento espontâneo dos

gêneros *Paspalum* e *Cynodon*, típicas desta época, normalmente menos consumidas pelos animais (SIMONETTI et al., 2019). Na pastagem sob consórcio, a presença do amendoim forrageiro interferiu no desenvolvimento das espécies de crescimento espontâneo (OLIVO et al., 2017). A participação da leguminosa também contribuiu mantendo a massa de forragem mais verde, com menos material morto. Possivelmente esse resultado deve-se ao suprimento de nitrogênio ao sistema via fixação biológica (RUSDY, 2021; SILVA et al., 2018).

Quanto à forragem produzida, o maior valor verificado no sistema orgânico, no período hibernal, pode estar associado aos adubos aplicados. O uso de fertilizantes orgânicos, melhora as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (OLIVEIRA et al., 2013). Essa condição influencia positivamente a dinâmica da matéria orgânica do solo, aumentando a capacidade de troca catiônica, permitindo a retenção de nutrientes e disponibilizando-os para as plantas (SCOTTI et al., 2015). Os adubos orgânicos também contribuem ao elevar a capacidade do solo na retenção de água, além de aumentar a concentração de carbono orgânico, reduzindo a emissão de gás para a atmosfera (RUSDY, 2021).

Para os sistemas de produção convencionais, em policultivo, o melhor desempenho da pastagem sob consórcio, tanto no período hibernal quanto no estival, deve-se ao amendoim forrageiro. Destaca-se que a presença dessa leguminosa implicou em maior desempenho da gramínea acompanhante (capim-elefante), no período hibernal, se comparada ao sistema com cultivo similar, mas sem leguminosa. Esses resultados são atribuídos ao potencial de produção desta leguminosa e de sua elevada capacidade de fixar nitrogênio atmosférico (KEARNEY, 2019). A produção de forragem do amendoim forrageiro foi de 3,5 t de MS/ha por ano, correspondendo a 33 % da produção do sistema. Essa participação é considerada adequada, (ANDRADE et al., 2012), e demonstrando que o amendoim se adapta bem em consórcio com capim-elefante (BARRO et al., 2014). Destaca-se que a presença da leguminosa no sistema forrageiro, além de elevar a produção de forragem, também contribui para redução do efeito estufa, considerando que a necessidade de fertilizantes nitrogenados é diminuída, implicando em menor emissão de N₂O (RUSDY, 2021; ARANHA et al., 2018; SIMIONI et al., 2014).

No sistema sob produção convencional em monocultivo confirma-se a estacionalidade natural, com menor produção no período hibernal. Nesta época fez-se pastejo em 2-3 de junho e o próximo somente a partir de 24-25 de novembro. A maior produção verificada no período estival deve-se ao potencial do capim-elefante (SILVA et al., 2021), que é superior as demais forrageiras envolvidas nos sistemas em policultivo. Considerando a produção de forragem total nos distintos sistemas, destaca-se que os valores são menores quando comparados com sistemas similares avaliados na mesma região (VIEIRA et al., 2019) ou de outras com clima tropical

(PEREIRA et al., 2017), devido às condições climáticas atípicas, com precipitação pluviométrica menor e irregular em relação às médias do clima (Figura 1).

A maior eficiência de pastejo verificada nos sistemas em policultivo, no período hibernal, deve-se à presença do azevém que apresenta melhor valor nutritivo se comparado com as espécies de ciclo estival, implicando em maior consumo dos animais (OLIVO et al., 2017). O valor médio de eficiência de pastejo, próximo a 30%, é considerado baixo e deve-se, em parte, a base forrageira, constituída pelo capim elefante, e pela diversidade de espécies nos sistemas forrageiros mistos. Em maioria são espécies de ciclo estival que apresentam menor valor nutritivo se comparado com as de ciclo hibernal. Por outra parte, essa baixa eficiência, caracterizada por elevada oferta de forragem, aponta que houve condições adequadas para os animais selecionarem a dieta volumosa.

Para taxa de lotação, os baixos valores verificados nos sistemas de produção sob policultivo, no período hibernal, guardam relação com a menor produção de forragem e com as características do pasto, com elevada participação de material morto de espécies dos gêneros *Paspalum* e *Cynodon* que foram crestadas pelas geadas. No período estival, a maior taxa de lotação do sistema de produção convencional, com cultivo solteiro do capim-elefante, deve-se ao maior potencial de produção desta forrageira (PACIULLO et al., 2015). Taxa de lotação de 3,8 UA/ha foi obtida no período estival com capim elefante cv. Kurumi, fertilizada com 200 kg de N/ha (CRESTANI et al., 2013). Valores médios de 2,8 a 3,1 UA/ha por dia, tendo como base o capim elefante, em consórcio com trevo vermelho (OLIVO et al., 2017), e de 3,4 e 2,1 UA/ha por dia em associação com outras gramíneas sob sistemas de produção orgânica e convencional, respectivamente (BRATZ et al., 2019), foram obtidos na mesma região.

Com relação ao valor nutritivo do capim-elefante, melhores valores foram obtidos no período estival, condição atribuída à maior participação de lâminas foliares nesta época. Na comparação entre os sistemas, o maior valor de proteína bruta, maior valor de nutrientes digestíveis totais e menor de fibra em detergente neutro do capim-elefante na pastagem em consórcio com amendoim forrageiro, deve-se ao efeito desta leguminosa, melhorando o valor nutritivo da gramínea acompanhante (VIEIRA et al., 2019). Esse efeito é atribuído ao suprimento adicional de nitrogênio da leguminosa ao sistema (RUSDY, 2021). Além disso, os elevados teores de proteína bruta podem ser justificados pelo alto consumo de lâminas foliares nos sistemas. Para as variáveis do valor nutritivo dos demais sistemas de produção em policultivo, o comportamento foi intermediário, condição atribuída, possivelmente, à maior insolação das touceiras de capim-elefante, quando comparado com o capim-elefante sob monocultivo.

Para o valor nutritivo da forragem presente nas entrelinhas, nos sistemas em policultivo, os melhores valores obtidos no período hibernar, devem-se a presença do azevém na composição do pasto; entre os sistemas, o melhor valor nutritivo na pastagem sob consórcio, tanto no período hibernar quanto no estival, deve-se a presença da leguminosa na composição do pasto (SEIBT et al., 2021).

Quanto à produção de proteína e energia, destaca-se que, no período hibernar, os maiores valores foram obtidos no sistema orgânico em função da produção e de valores intermediários das variáveis do valor nutritivo da forragem. Esse melhor desempenho está associado ao uso de fertilizantes orgânicos, que melhoram as condições químicas e biológicas do solo, aumentando as concentrações de cálcio e fósforo, implicando em maiores taxas de crescimento e de produção de forragem, como constatado em estudos com capim-elefante (TRINDADE et al., 2018; OLIVEIRA et al., 2013). No mesmo período, na pastagem consorciada verificaram-se valores similares ao da pastagem sob produção orgânica. Esse resultado é atribuído a presença do amendoim forrageiro que melhora o valor nutritivo do pasto e contribui com a gramínea acompanhante, elevando sua produção de forragem (Tabela. 1).

No período estival, a maior produção de proteína e de energia, verificada no sistema convencional, com monocultivo do capim-elefante, está associada à maior produção de forragem. O valor intermediário verificado na pastagem consorciada deve-se a contribuição do amendoim forrageiro (ARANHA et al., 2018). Sua presença elevou a concentração proteica e a produção de forragem.

8 CONCLUSÕES

O capim-elefante adapta-se bem, tanto ao cultivo orgânico, quanto ao convencional, em sistemas com baixo uso de insumos.

Em cultivo orgânico, com misturas forrageiras, verificou-se produção de forragem mais uniforme ao longo do ano, evidenciada pelas diferenças de pequena magnitude entre os períodos hibernar e estival.

No cultivo convencional, no sistema forrageiro com capim-elefante em monocultivo, há maior produção de forragem no período estival e no total anual. Contudo, há maior estacionalidade da produção de forragem.

No policultivo com amendoim forrageiro, a presença da leguminosa beneficia a gramínea acompanhante, elevando seus teores de proteína bruta. A presença desta leguminosa na composição do pasto implica em maior produção e melhor valor nutritivo de forragem e

maior taxa de lotação, comparada ao policultivo, sem leguminosa.

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIRES, S. J. T. et al. Ecofisiologia e rendimento forrageiro do capim elefante roxo em função de adubação nitrogenada. **Archivos de Zootecnia**, v.68, n.264, p.464-470, 2019.

ALAVA, E. I. et al. Rotational stocking of Tifton 85 bermudagrass and supplementation level effects on performance of replacement dairy heifers. **Agronomy journal**, v. 107, n. 1, p. 388-394, 2015.

ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, n.6, p.711-728, 2013.

ALVES, M. F. A.; RIBEIRO, S. N.; MELO, F. J. S.; ALVES, L. R. A.; VIEIRA, Z. C.. Avaliação da qualidade do solo em agroecossistemas na zona rural de São Bentinho-PB. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.10, n.5, p.43-48, 2015.

ANDRADE, R. R. et al. Suplementação como estratégia de produção de carne de qualidade em pastagens tropicais. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.13, n.3, p.642-655, 2012.

ANDRADE, B. N.; FREITAS-PINHEIRO, J.; OLIVEIRA, E. M. A importância da produção orgânica para a saúde humana e o meio ambiente. **South American Journal of Basic Education, Technical and Technological**, v.4, n.2, p.227-233, 2017.

AOAC- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 16th ed. Arlington, USA: AOAC, 1995.

ARANHA, A. S. et al. Performance, carcass and meat characteristics of two cattle categories finished on pasture during the dry season with supplementation in different forage allowance. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.70, n. 2, p.517-524, 2018.

AZEVEDO JUNIOR, R. L. et al. Produtividade de sistemas forrageiros consorciados com amendoim forrageiro ou trevo vermelho. **Ciência Rural**, v.42, n.11, p. 2043-2050, 2012.

BARCELOS, A.F.; CARVALHO, J.R.R.; TAVARES, V.B.;MATTOS GONÇALVES, C.C. Valor nutritivo e características fermentativas da silagem de capim-elefante com diferentes proporções de casca de café. **Ciência Animal Brasileira**, v.19, n.1, p.1-12, 2018.

BARRO, R. S.; SAIBRO, J. C.; VARELLA, A. C.; CARASSAI, I. J.; NABINGER, C.; LEMAIRE, G. Morphological acclimation and canopy structure characteristics of *Arachis pintoi* under reduced light and in full sun. **Tropical Grasslands – Forrajes Tropicales**, v.2, n.1, p.15–17, 2014.

BARTH NETO, A.; CARVALHO, P. C. F.; LEMAIRE, G.; SBRISSIA, A. F.; CANTO, M. W.; SAVIAN, J. V.; AMARAL, G. A.; BREMM, C. Perfilamento em pastagens de azevém em sucessão a soja ou milho, sob diferentes métodos e intensidades de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.48, n.3, p.329-338, 2013.

BICCA, A. M. O.; PEREIRA, F. M.; GÂMBOA, T. B. M. Produção e teores de macronutrientes na parte aérea de azevém em função da adubação orgânica. **Revista Científica Rural**. v.21, n.2, p.77-92, 2019.

BOTREL, M. A. et al. Forage potential of new clones of elephantgrass. **Revista Brasileira de Zootecnia [online]**, v.29, n.2, p.334-340, 2000.

BRATZ, V. F. et al. Response of elephant grass to grazing under an organic production system. **Revista Ciência Agronômica**, v.50, n.1, p.159-168, 2019.

CASTRO, C. S.; LOBO, U. G. M.; RODRIGUES, L. M.; BACKES, C.; SANTOS, A. J. M.. Eficiência de utilização de adubação orgânica em forrageiras tropicais. **Revista de Agricultura Neotropical**, v.3, n.4, p.48-54, 2016.

CAVALCANTE, M.; LIRA, M. de A. Variabilidade genética em *Pennisetum purpureum* Schumacher. **Revista Caatinga**, v.23, n.2, p.153-163, 2010.

CQFS – RS/SC. Manual de Adubação e Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Porto Alegre, RS, Brazil: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 2016, 376 p.

CONGIO, G. F. S. et al. Strategic grazing management towards sustainable intensification at tropical pasture-based dairy systems. **Science of The Total Environment**, v.636, n.1, p.872-880, 2018.

CORADINI, L. G.; RÖPKE, L. B. CASTIHLLO, J. O. P.; VIEIRA, R. F. G. Simulação econômica de pastagens de inverno. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 3, n. 3, p. 2513-2543, 2020.

COSTA, O. A. D.; FERREIRA, O. G. L. ; HENRIQUE, D. S. ; VAZ, R. Z.; FLUCK, A. C.; PARIS, W. ; KRONING, A. B. ; GRIFFIT, L. A. A. ; MATOS, O. I. T. Morphophysiology of forage peanut submitted to intensities of defoliation on grazing with sheep. **Tropical Animal Health and Production**, v.2, n.52, p.547-554, 2019.

CAPPELLE, E. R. et al. Estimativas do valor energético a partir de características químicas e bromatológicas dos alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 6, p. 1837-1856, 2001.

CRESTANI, S. et al. Steers performance in dwarf elephant grass pastures alone or mixed with *Arachis pintoi*. **Tropical Animal Health and Production**, v.45, n.6, p.1369-1374, 2013.

DAHER, R. F., RODRIGUES, E. V., ARAÚJO, M., PINHEIRO, L. S., GRAVINA, G. D. A., LEDO, F. D. S., & PEREIRA, A. Variação sazonal na produção de forragem de clones intra e interespecíficos de capim elefante. **Revista Agraria**, v.10, n.38, p.294-303, 2017.

DIAS, V. (2015) O mercado de alimentos orgânicos: um panorama quantitativo e qualitativo das publicações internacionais. **Ambiente & Sociedade**, v.18, n.1, p.161-182, 2015.

DIEHL, M. S.; OLIVO, C. J.; AGNOLIN, C. A.; AZEVEDO JUNIOR, R. L.; BRATZ, V. F. et al. Massa de forragem e valor nutritivo de capim elefante, azevém e espécies de crescimento espontâneo consorciadas com amendoim forrageiro ou trevo vermelho. **Ciência Rural**, v.44, n.10, p.1845-1852, 2014.

EMATER. **Relatório Socioeconômico da Cadeia Produtiva do Leite no Rio Grande do Sul: 2021**. Porto Alegre: Emater/RS-Ascar, 2021. *E-book*.

EUCLIDES, V. P. B. et al. Avaliação de diferentes métodos de amostragem (para se estimar o valor nutritivo de forragens) sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 21, n. 4, p. 691-702, 1992.

FONTANELI, Roberto Serena et al. Forrageiras para integração lavoura-pecuária-floresta na região sul-brasileira. Brasília, 2 ed. Embrapa, 2012. Importância dos Cereais de Inverno para os Sistemas Agrícolas. In: SANTOS, H. P. dos; FONTANELI, R. S.; SPERA, S. T. (Ed.). Sistemas de produção para cereais de inverno sob plantio direto no sul do Brasil. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2012. Cap. 1, p. 19-41.

GOMIDE, C. A. M. et al. Structural traits of elephant grass (*Pennisetum purpureum* Schum.) genotypes under rotational stocking strategies. **African Journal of Range and Forage Science**, v.32, n.1, p.51-57, 2015.

HODGSON J. Nomenclature and definitions in grazing studies. **Grass and Forage Science**, v. 34, p. 11-18, 1979.

JARDIM, A. M. R. F. et al. Genotypic differences relative photochemical activity, inorganic and organic solutes and yield performance in clones of the forage cactus under semi-arid environment. **Plant Physiology and Biochemistry**, v.162, n.1, p.421-430, 2021.

KEARNEY, L. J. et al. Biomass Production and Potential Fixed Nitrogen Inputs from Leguminous Cover Crops in Subtropical Avocado Plantations. **Agronomy**, v.9, n.2, p.2-9, 2019.

LACERDA, M. J. R.; FREITAS, K. R.; SILVA, J. V. Determinação da matéria seca de forrageiras pelos métodos de microondas e convencional. **Bioscience Journal**, v. 25, n. 3, p. 185-190, 2009.

LOBO, B. S. et al. Parâmetros morfogênicos e produtividade do capim-Pioneiro submetido a doses de nitrogênio. Semina: **Ciências Agrárias**, v. 35, n. 6, p. 3305-3318, 2014.

LÜSCHER, A.; MUELLER I.; SOUSSANA, J. F. et al. Potential of legume-based grassland-livestock systems in Europe: a review. **Grass and Forage Science**, v.69, n.2, p.206-228, 2014.

MAITRA, S. et al. Intercropping—A Low Input Agricultural Strategy for Food and Environmental Security. **Agronomia**, v.11, n.1, p.1-28, 2021.

MALAVOLTA, E. ABC da adubação. 5 ed. São Paulo: Ceres, 1989, 294p.

MANGIERI, V. R. L.; TAVARES FILHO, J. Disposição de resíduos sólidos no solo: efeito nos atributos físicos, químicos e na matéria orgânica. **Semina: Ciências Agrárias**, v.36, n.2, p.747-764, 2015.

MARTINS, G.; NOGUEIRA, W.A.; GAMA, T.C.M. Influência da inoculação de *Azospirillum Brasiliense* e adubação química nitrogenada no desempenho produtivo de capim braquiária Piatã. **Brazilian Journal of Development**. v.7, n.8, p.84508-84517. 2021.

MARTUSCELLO, N.; MAJEROWICZ, D. N. F. V. et al. Características produtivas e fisiológicas de capim-elefante submetido à adubação nitrogenada. **Archivos de Zootecnia**, v. 65, n.252, p.567-570, 2016.

MORAES, C. T. et al. Performance of crossbred Holstein x Gyr dairy cows, with and without energy supplementation, in BRS Kurumi elephant grass pastures. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 42, n. 4, p. 2555-2568, 2021.

NUNES H. M. et al. Consumo de forragem e produção de leite de vacas em pastagem de azevém-anual com duas ofertas de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.10, p. 2038-2044, 2009.

OLIVEIRA, T. S. Qualidade química do solo e características produtivas do capim-elefante submetido à adubação química e orgânica. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.1, n.3, p.99-104, 2013.

OLIVEIRA, L. V.; FERREIRA, O. G. L.; COELHO, R. A. T. et al. Características produtivas e morfofisiológicas de cultivares de azevém. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.44, n.2, p.191-197, 2014.

OLIVEIRA, L. V., FERREIRA, O. G. L., PEDROSO, C. E. S., COSTA, O. A. et al. Características estruturais de cultivares diplóides e tetraplóides de azevém. **Bioscience Journal**, v.31, n.3, p.883-889, 2015.

OLIVEIRA, A.P.T.; ROSA, P.P.; CHESINI, R.C.; CAMACHO, J.S.; NUNES, L.P.; FARIA, M.R.; RÖSLER, D.C.; SILVA, P.M.; FERREIRA, O.G.L. Características e utilização do azevém (*Lolium multiflorum* L.) na alimentação de ruminantes – revisão de literatura. **Revista Científica Rural**, v.21, n.3, p.347-365, 2019.

OLIVO, C. J.; ZIECH, M. F.; MEINERS, G. R.; AGNOLIN, C. A.; TYSKA, D.; BOTH, J. F. Valor nutritivo de pastagens consorciadas com diferentes espécies de leguminosas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.8, p.1543-1552, 2009.

OLIVO, C. J.; NÖRNBERG, J. L.; MEINERZ, G. R.; AGNOLIN, C. A.; MACHADO, P. R.; MARX, F. R.; DIEHL, M. S.; FOLETTO, V.; AGUIRRE, P. F.; ARAÚJO, T. L. R.; BEM, C. M.; SANTOS, J. C. Produtividade e valor nutritivo de pastos consorciados com diferentes espécies de leguminosas. **Ciência Rural**, v.42, n.11, p.2051-2058, 2012.

OLIVO, C. J.; AGUIRRE, P. F.; ARAÚJO, T. L. R.; DIEHL, M. S.; BEM, C. M.; SERAFIM, G.; CORREA, M. R. Produtividade e proteína bruta de pastagens de capim elefante manejadas sob os sistemas agroecológico e convencional. **Ciência Rural**, v.43, n.8, p.1471-1477, 2013.

OLIVO, C. J. et al. Produtividade de pastos consorciados com leguminosas forrageiras. **Revista de Agricultura**, v.89, n. 2, p.78-90, 2014.

OLIVO, C. J.; DIEHL, M. S.; AGNOLIN, C. A.; BRATZ, V. F. et al. Forage systems mixed with forage legumes grazed by lactating cows. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.39, n.1, p.19-26, 2017.

PACIULLO, D. S. C. et al. Características do pasto e desempenho de novilhas leiteiras em pastagem de capim-elefante cv. BRS Kurumi. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento: Embrapa Gado de Leite**, Juiz de Fora, p.1-22, 2015.

PACIULLO, D. S. C.; PIRES, M. F. A.; AROEIRA, L. J. M.; MORENZ, M. J. F.; MAURÍCIO, R. M.; GOMIDE, C. A. M.; SILVEIRA, S. R. 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.

PACIULLO, DOMINGOS S. C. Pasture and animal production in silvopastoral and open pasture systems managed with crossbred dairy heifers. **Livestock Science**, v.245, n.1, p.104426, 2021.

PEREIRA, A. V.; AUAD, A. M.; LÉDO, F. J. S.; BARBOSA, S. *Pennisetum Purpureum*. In: FONSECA, D.M. & MARTUSCELLO, J.A. (Ed), **Plantas Forrageiras**. Viçosa: UFV, cap. 6, p. 197-219. 2010.

PEREIRA, A. V.; LÉDO, F. J. S.; MACHADO, J. C. BRS Kurumi e BRS Capiaçú - novas cultivares de capim-elefante para pastagem e sistema de corte e transporte. **Melhoramento Vegetal e Biotecnologia Aplicada**, v.17, n.1, p.59-62, 2017.

PEREIRA, G. A. C. et al. Soil fertility and nutritional status of elephant grass fertilized with organic compost from small ruminant production and slaughter systems. **Rev Bras Cienc Solo**, v.44, n.1, p.1-15, 2020.

PRATES JÚNIOR, P. et al. Agroecologia: reflexões teóricas e epistemológicas. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.11, n.3, p.246–258, 2016.

QUATRIN, M. P.; OLIVO, C. J.; AGNOLIN, C. A.; MACHADO, P. R.; NUNES, J. S.; CORREA, M. R.; RODRIGUES, P. F.; BRATZ, V. F.; SIMONETTI, G. D. Efeito da adubação nitrogenada na produção de forragem, teor de proteína bruta e taxa de lotação em pastagens de azevém. **Boletim da Indústria Animal**, v.72, n.1, p.21-26, 2015.

RIBEIRO FILHO, H. M. N.; HEYDT, M. S.; BAADE, E. A. S.; THALER NETO, A. Consumo de forragem e produção de leite de vacas em pastagem de azevém-anual com duas ofertas de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.10, p.2038-2044, 2009.

RUSDY, M. et al. Grass-legume intercropping for sustainability animal production in the tropics. **CAB Reviews**, v.16, n.1, p.1-9, 2021.

SALES, E. C. J.; REIS, S. T.; ROCHA JÚNIOR, V.; MONÇÃO, F. P.; MATOS, V. M.; PEREIRA, D. A.; AGUIAR, A. C. R.; ANTUNES, A. P. S. Características morfológicas e estruturais da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a diferentes doses de nitrogênio e alturas de resíduos. **Semina: Ciências Agrárias**, v.35, n.5, p.2673-2684, 2014.

SAMPAIO, R. L.; RESENDE, F. D.; REIS, R. A.; OLIVEIRA, I. M.; CUSTÓDIO, L.; FERNANDES, R. M.; PAZDIORA, R. D.; SIQUEIRA, G. R. The nutritional interrelationship between the growing and finishing phases in crossbred cattle raised in a tropical system. **Tropical Animal Health and Production**, v.49, n.5, p.1015-1024, 2017.

SANGALLI, A. R.; RECALDE, K. M. G.; SILVA, L. F. da; PADOVAN, M. P. “Aspectos ambientais e socioeconômicos em unidades de produção sob bases agroecológicas e convencionais no Assentamento Pedro Ramalho, em Mato Grosso do Sul”. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.1, n.1, p.25-34, 2016.

SANTOS, A. T. L.; HENRIQUE, N. S.; SHHLINDWEIN, J. A.; FERREIRA, E., STACHIW, R. Aproveitamento da fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos para produção de composto orgânico. **Revista Brasileira de Ciências da Amazônia**, v.3, n.1, p.15-28, 2015.

SARKAR, D. et al. Low input sustainable agriculture: A viable climate-smart option for boosting food production in a warming world. **Ecological Indicators**, v.115, n.1, p. 115, 2020.

SAS Institute. SAS Studio User’s Guide Version 3.5. Cary, NC, USA, 2016.

SBRISSIA, A.F.; DUCHINI, P.G.; ECHEVERRIA, J.R. et al. Produção animal em pastagens cultivadas em regiões de clima temperado da América Latina. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, v.25, n.1, p.47-60, 2017.

SCOTTI, R. et al. Organic amendments as sustainable tool to recovery fertility in intensive agricultural systems. **Journal of soil science and plant nutrition**, v.15, n.2, p.333-352, 2015.

SCHÜLLER, E. M.; GONÇALVES, G. K.; NASCIMENTO, B. de O.; BIRCK, V.; SCHÜLLER, M.; MENDES, F. B.; GALARZA, R. de M.; GAMBIN, A. M. Influência do esterco bovino na produção e qualidade proteica da cultivar de azevém BRS ponteio. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n.1, p. 2685-2697, 2020.

SEIBT, D. C. **Avaliação de pastagens de capim elefante consorciadas com diferentes leguminosas**. 2015, 72 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria.

SEIBT, D. C. Forage production in mixed grazing systems of elephant grass with arrowleaf clover or forage peanut. **Revista Ceres**, v.65, n.2, p.174-180, 2018.

SEIBT, D. C. Forage mass and nutritional value of elephant grass intercropped with forage legumes. **Revista Ceres [online]**, v. 68, n. 5, p. 429-440, 2021.

SGANZERLA, D. C.; BILHARVA, M. G.; PRIEBE, C.; JIMÈNEZ, R. M.; FIGAS, M. F.; LEMOS, G. S.; FERREIRA, O. G. L.; MONKS, P. L. Características produtivas da consorciação de trevo-persa e azevém submetidos a pastejo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.67, n.1, p.173-180, 2015.

SILVA, A. L. C., SANTOS, M. V. F., DUBEUX JUNIOR, J.C.B., Lira, M. A., FERREIRA, R. L. C., FREITAS, E. V., CUNHA, M. V., SILVA, M. C. Variabilidade e herdabilidade de caracteres morfológicos em clones de capim-elefante na Zona da Mata de Pernambuco. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.10, p.2132-2140, 2010.

SILVA, G. P. et al. Sward structure and short-term herbage intake in *Arachis pintoi* cv. Belmonte subjected to varying intensities of grazing. **Journal of Agricultural Science**, v. 156, n.1, p.92–99, 2018.

SILVA, G. P. et al. Sward structure and short-term herbage intake in *Arachis pintoi* cv. Belmonte subjected to varying intensities of grazing. **Journal of Agricultural Science**, v. 156, n.1, p.92–99, 2018.

SILVA, P.H.F. et al. Tall and short-sized elephant grass genotypes: morphophysiological aspects cut-and-carry, and grazing management. **Ciência Rural [online]**, v.51, n.1, p.1-9, 2021.

SILVEIRA, R. M. F., DE VASCONCELOS, A. M., SÁ, J. R., RIBEIRO, M. C. S., VIEIRA, E. F., GONÇALVES, M. A., & FERREIRA, J. B. Atributos químicos de um Neossolo Flúvico cultivado com capim elefante (*Pennisetum purpureum*) no município de Bela Cruz-CE. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v.14, n.4, p.325-330, 2019.

SIMIONI, T.A.; GOMES, F.J.; TEIXEIRA, U.H.G.; FERNANDES, G.A.; BOTINI, L.A.; MOUSQUER, C.J.; CASTRO, W.J.R. & HOFFMANN. Potencialidade da consorciação de gramíneas e leguminosas forrageiras em pastagens tropicais. **PUBVET**, v.8, n.13, p.1551-1697, 2014.

SIMONETTI, G. D. et al. Productivity and nutritive value of elephant grass pastures under organic and conventional production systems. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 91, n.2, p.1-13, 2019.

SKONIESKI, F. R.; VIÉGAS, J.; BERMUDEZ, R. F.; NÖRNBERG, J. L.; ZIECH, M. F.; COSTA, O. A. D.; MEINERZ, G. R. Composição botânica e estrutural e valor nutricional de pastagens de azevém consorciadas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.3, p.550-556, 2011.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. **Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. Porto Alegre, 2016. 476 p.

SOUSA, L. B., FIGUEIREDO, R. D., SILVA, B. R. M., RODRIGUES, E. V., DESSAUNE, F. T., AMARAL, G. G., PEREIRA, V. A. Qualidade da biomassa em híbridos de capim-elefante para fins energéticos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias (Agrária)**, v.11, n.2, p.85-91, 2016.

STRECK, E. V. et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2.ed. Porto Alegre: EMATER/RS, 222p, 2008.

TAMELE, O. H.; LOPES DE SÁ, O.A.A.; BERNARDES, T.F.; LARA, M.A.S.; CASAGRANDE, D.R. Optimal defoliation management of brachiaria grass–forage peanut for balanced pasture establishment. **Grass and Forage Science**, v.73, n.2, p.522-531, 2018.

TRINDADE, P. C.; LANA, R. P.; VELOSO, C. M. et al. DESEMPENHO AGRONÔMICO E QUALIDADE DA SILAGEM DO CAPIM ELEFANTE COM ADUBAÇÃO ORGÂNICA. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.8, n.2, p.62-70, 2018.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal Animal Science**, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.

VASCONCELOS, M.C.C.; ALVES, A. F. et al. Interferência de plantas daninhas sobre plantas cultivadas. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v.8, n.1, p.1-6, 2012.

VIANA, B. L.; MELLO, A. C. L.; GUIM, A.; LIRA, M. A.; DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; SANTOS, M. V. F. et al. Características morfológicas e proporção de tecidos de lâminas foliares de clones de capim-elefante sob pastejo de ovinos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.53, n.11, p.1268-1275, 2018.

VIEIRA, A.C.; OLIVO, C.J.; ADAMS, C.B.; SAUTHIER, J.C.; PROENÇA, L.R.; DE OLIVEIRA, M.D.F.A.; DOS SANTOS, P.B.; SCHIANFINO, H.P.; TONIN, T.J.; DE GODOY, G.L.; ARRIAL, M. et al. Plant and animal responses of elephant grass pasture-based systems mixed with pinto peanut. **Journal of Agricultural Science (online)**, v.157, n.1, p.63-71, 2019.