

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

HERNÁN GERÓNIMO SOSA

**CAPIM ELEFANTE E TITÔNIA PARA PRODUÇÃO DE SILAGEM NA
REGIÃO DO ALTO PARANÁ DA ARGENTINA**

PATO BRANCO

2024

HERNÁN GERÓNIMO SOSA

**CAPIM ELEFANTE E TITÔNIA PARA PRODUÇÃO DE SILAGEM NA
REGIÃO DO ALTO PARANÁ DA ARGENTINA**

**Elephant grass and Titonia for silage production in the Alto Paraná region
of Argentina**

Dissertação de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestre em Agronomia/Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador: Regis Luis Missio

PATO BRANCO

2024



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

Esta licença permite download e compartilhamento do trabalho desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es), sem a possibilidade de alterá-lo ou utilizá-lo para fins comerciais. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



**Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Pato Branco**



HERNAN GERONIMO SOSA

**CAPIM ELEFANTE E TITÔNIA PARA PRODUÇÃO DE SILAGEM NA REGIÃO DO ALTO PARANÁ DA
ARGENTINAe**

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestre Em Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).Área de concentração: Solos E Sistemas Integrados De Produção Agropecuária.

Data de aprovação: 29 de Maio de 2024

Dr. Regis Luis Missio, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dr. Andre Brugnara Soares, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dr. Caio Seiti Takiya, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dra. Denise Adelaide Gomes Elejalde, Doutorado - Autônomo

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 29/05/2024.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me guiar e dar forças em todos os momentos para seguir em frente no caminho da vida. Sem Ele, nada seria possível.

À minha família, pilares fundamentais em minha vida, obrigado pelo apoio incondicional, incentivo e paciência em todos os momentos, enquanto passamos por esse processo juntos.

Um agradecimento especial ao meu professor e orientador Regis Luis Missio, por sua dedicação e compromisso, por seu conhecimento compartilhado e por me orientar durante todo o desenvolvimento do mestrado. Também gostaria de agradecer-lo por sua paciência, consideração e por me oferecer hospitalidade em sua casa.

Agradeço também aos meus professores das disciplinas do PPGAG que me proporcionaram conhecimentos e experiências para fortalecer minha formação profissional.

Agradeço ao Professor André Brugnara Soares, pela disposição e hospitalidade em todos os momentos, e por compartilhar suas experiências.

Agradeço ao meu colega e amigo Professor Pablo Poszkuz Borrero, pela ajuda e disposição em todos os momentos para resolver dúvidas.

Também gostaria de agradecer aos meus amigos e colegas de mestrado pelos bons momentos e experiências compartilhadas.

Agradeço ao Igor Kieling Severo e ao Esmailson Moreira dos Santos por sua ajuda durante o curso de mestrado.

Aos laboratórios de Solos (LABSOLOS), e à Central de Análises, pela contribuição com as análises do presente trabalho.

Ao laboratório de tecnologia da madeira FCF-UNaM, por disponibilizar parte dos instrumentos de medição.

Agradeço às autoridades das instituições de ensino superior que tornaram possível este curso de pós-graduação, a Universidade Nacional de Misiones e a Universidade Tecnológica Federal de Paraná.

Agradeço ao Sr. Luciano Valle por ceder um espaço em sua fazenda para o desenvolvimento do experimento.

E a todas as pessoas que, de uma forma ou de outra, colaboraram comigo na realização deste projeto.

RESUMO

SOSA, Hernán Gerónimo. Capim elefante e titônia para produção de silagem na região do Alto Paraná da Argentina. 40 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Área de Concentração: Solos e sistemas integrados de produção agropecuária), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. (UTFPR). Pato Branco, 2024.

O objetivo deste trabalho foi avaliar proporções de titônia (*Thitonia diversifolia*) na silagem de capim elefante (*Cenchrus purpureus*, cv Panamá), bem como os aspectos produtivos destas duas espécies forrageiras. O trabalho foi realizado em duas etapas, a primeira em junho de 2021 e uma segunda etapa entre junho de 2022 e maio de 2023. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado. O valor nutritivo da silagem foi avaliado em função de diferentes proporções de titônia na silagem de capim elefante (0, 25, 50, 75 e 100% da matéria natural) em dois anos, utilizando-se três repetições (silos experimentais/ano). A produção de forragem, a composição morfológica e a química das plantas foram realizadas em nove repetições de área (2,0 m lineares) para cada espécie, em três cortes durante 12 meses. A área experimental utilizada foi de 2.000 m², onde foi estabelecido, no ano 2020, o consórcio de capim elefante e titônia. A área continha três faixas com três linhas de titônia. Entre as faixas de titônia havia linhas de capim elefante. O plantio da titônia foi realizado com 0,5 m entre plantas e 1,2 m entre linhas. O plantio do capim elefante foi realizado com 0,7 m entre plantas e 1,4 m entre linhas. A produção, composição morfológica e química das forrageiras ocorreu em três datas (jun/2022, dez/2022 e maio/2023). Os cortes foram realizados em estágio reprodutivo da titônia e em estágio vegetativo do capim elefante. O capim elefante apresentou ($P < 0,05$) maior produção de forragem por corte e produção de forragem total em relação à titônia. Por sua vez, a titônia apresentou maior proporção de colmo e inflorescência, enquanto o capim elefante apresentou maior proporção de folhas. O capim elefante apresentou menor conteúdo de matéria seca e proteína bruta, pH e digestibilidade *in vitro* da matéria seca. Por outro lado, o capim elefante apresentou os maiores conteúdos de matéria mineral, fibra em detergente neutro e ácido. A inclusão de titônia elevou o pH e o teor de proteína bruta, e reduziu o conteúdo de matéria mineral e fibra em detergente neutro da silagem. O teor de matéria seca da silagem reduziu no segundo ano com o aumento da proporção de titônia, não sendo alterado no primeiro ano agrícola. A digestibilidade *in vitro* da matéria seca aumentou com a elevação da proporção de titônia na silagem. O capim elefante apresenta maior produção de forragem em relação a titônia na Região do Alto Paraná na Argentina. A titônia apresenta melhor valor nutritivo em relação de capim elefante. A elevação da proporção de titônia na silagem de capim elefante melhora o valor nutritivo da silagem.

Key words: Digestibilidade. Botão de ouro. Produção de forragem.

ABSTRACT

SOSA, Hernán Gerónimo. Elephant grass and titonia for silage production in the Alto Paraná Region of Argentina. 38 f. Dissertation (Masters in Agronomy) - Graduate Program in Agronomy (Area of Concentration: Soils and integrated agricultural production systems), Federal University of Technology – Paraná (UTFPR). Pato Branco, 2024.

The objective of this work was to evaluate the proportions of titonia (*Tithonia diversifolia*) in elephant grass (*Cenchrus purpureus*, cv Panama) silage, as well as the productive aspects of these two forage species. The work was carried out in two stages, the first in June 2021 and a second stage between June 2022 and May 2023. The design used was entirely randomized. The chemical composition of the silage was evaluated in function of different proportions of titonia in elephant grass silage (0, 25, 50, 75 and 100% of natural matter) over two years, using three replications (experimental silos/year). Forage production, morphological and chemical composition of the plants was carried out in nine replicate areas (2.0 m linear) for each species, in three cuts. The experimental area used was 2,000 m², where the elephant grass and titonia consortium was established in 2020. The area contained three strips with three rows of titonia. Between the titonia strips there were rows of elephant grass. The titonia was planted with 0.5 m between plants and 1.2 m between rows. Elephant grass was planted at 0.7 m between plants and 1.4 m between rows. Productive aspects were assessed on three dates (Jun/2022, Dec/2022 and May/2023). Cuts were made at the reproductive stage of titonia and at the vegetative stage of elephant grass. Elephant grass had higher forage production per cut and total forage production than titonia ($P < 0.05$). In turn, titonia had a higher proportion of stems and inflorescences, while elephant grass had a higher proportion of leaves. Elephant grass had lower dry matter and crude protein content, pH and in vitro dry matter digestibility. On the other hand, elephant grass had the highest contents of mineral matter, neutral and acid detergent fiber. The inclusion of titonia increased the pH and crude protein content of the silage and reduced the mineral matter and neutral detergent fiber content of the silage. The dry matter content of the silage decreased in the second year as the proportion of titanium increased, while it did not change in the first year. The in vitro digestibility of dry matter increased as the proportion of titanium in the silage rose. Elephant grass produces more forage than titony in the Alto Paraná region of Argentina. Titonia has a better nutritional value than elephant grass. Increasing the proportion of titonia in elephant grass silage improves the nutritional value of the silage.

Key words: Digestibility. Wild sunflower. Forage production.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Atributos químicos do solo verificados a uma profundidade de 0-20 cm.....	18
Tabela 2. Produtividade de forragem, composição morfológica e composição química das espécies forrageiras.....	23
Tabela 3. Composição química da silagem de capim elefante com diferentes proporções de titônia em dois anos agrícolas.....	26

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Precipitação e temperatura média durante o período de avaliações de produção e qualidade das forrageiras.	17
Figura 2: Representação da área experimental de 2.000 m ² , com três faixas com três linhas de titônia e entre as faixas, linhas de capim-elefante.....	19
Figura 3. Desdobramento da interação entre ano agrícola e proporção de titônia na silagem de capim elefante para o conteúdo de matéria seca (MS).	28
Figura 4. Digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca (DIVMS) da silagem de capim elefante com diferentes proporções de Titônia no segundo ano agrícola.....	29

SUMARIO

1. INTRODUÇÃO	9
1.1. Hipóteses.....	10
1.2. Objetivo geral	10
1.3. Objetivos específicos	10
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
2.1 Contexto regional.....	11
2.2 <i>Cenchrus purpureus</i> Schum.	12
2.3 <i>Tithonia diversifolia</i> Hemsl. A. Gray	14
2.4 Conservação de forragens	16
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	17
3.1 Local e época	17
3.2. Delineamento experimental e tratamentos.....	19
3.3. Avaliações experimentais.....	19
3.4. Análise estatística	21
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
4.1. Aspectos produtivos e composição das forrageiras.....	23
4.2. Composição química da silagem	25
5. CONCLUSÕES	30
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	31
7. LITERATURA CITADA	32

1. INTRODUÇÃO

A região Nordeste da República Argentina (NEA) compreende as províncias de Formosa, Chaco, Corrientes, Misiones, norte de Santa Fé e norte de Entre Ríos. O clima predominante é o subtropical úmido com presença de geadas e precipitações acentuadas na primavera, verão e outono, que, somadas às altas temperaturas do período estival, proporcionam às pastagens condições propícias de crescimento. A NEA tem a produção pecuária baseada em sistemas pastoris, principalmente espécies poáceas megatérmicas, que proporcionam alta oferta de forragem nos meses mais quentes e escassez durante o período de inverno, causando um déficit denominado “queda forrageira”. Somado a isso, os baixos percentuais de proteína nas pastagens são fatores limitantes nos sistemas pecuários da região, pois não é habitual o cultivo de espécies forrageiras de inverno.

Na província de Misiones é muito comum encontrar sistemas de produção diversificados, onde coexistem atividades agrícolas, pecuárias e florestais. A pecuária de corte está crescendo e se expandindo, voltada para rebanhos bovinos de engorda e ciclo completo, mas com baixos índices produtivos. Existem também pequenas explorações leiteiras que visam a produção de queijo, na maioria pequenas propriedades. Nestes casos, verificam-se, muitas vezes, pequenas áreas de pastagens com inadequado manejo, especialmente em função do super pastejo.

Existem diversas pastagens que podem ser utilizadas para suprir a demanda de forragem nesta região do globo. O capim elefante (*Cenchrus purpureus* Schum.) é uma delas, o qual se caracteriza por ser adaptado à região, se desenvolvendo bem em solos vermelhos, com acidez e baixo teor de fósforo (CALSINA et al., 2014). Essa forrageira destaca-se por elevada produção de forragem, o que possibilita grande versatilidade nas formas de uso. A conservação do excedente de forragem produzida no período de primavera-verão é uma alternativa para suprir o déficit em períodos de escassez. Por outro lado, existem outras famílias de espécies forrageiras promissoras, que contribuem para a melhoria da qualidade da dieta e que estão sendo utilizadas de forma incipiente nos sistemas de produção animal. A titônia (*Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray), nesse contexto, é uma planta forrageira arbustiva subtropical da família Asteraceae, recomendada por seu teor de

proteína bruta em caules, folhas e flor, com variação de 14,84 a 28,75% (MAHECHA; ROSALES, 2005).

O milho para silagem seria a cultura mais recomendada para o NEA, mas é caro e nem todos os pequenos proprietários podem pagar por ele. Porém, a titônia e o capim-elefante, possuem condições de serem conservadas na forma de silagem e a combinação de ambas podem ser uma opção como fonte de energia, proteína e fibra para a dieta de bovinos. No entanto, ainda são poucos os estudos realizados no intuito de avaliar a melhor proporção entre estas forrageiras para produção de silagem, além da necessidade de avaliar o potencial produtivo destas forrageiras para a Região Nordeste da República Argentina.

1.1. Hipóteses

As diferenças produtivas, morfológicas e de composição química existente entre as espécies forrageiras, pode beneficiar a silagem de capim-elefante com a inclusão de titônia.

A inclusão de titônia na silagem de capim-elefante melhora o valor nutritivo da silagem.

1.2. Objetivo geral

Avaliar os aspectos produtivos das espécies forrageiras e o valor nutritivo da silagem de capim-elefante com diferentes proporções de titônia.

1.3. Objetivos específicos

Avaliar os aspectos produtivos da titônia e do capim-elefante na Região do Alto Paraná na Argentina.

Avaliar o valor nutritivo da silagem de capim elefante com diferentes proporções de titônia.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Contexto regional

As pastagens utilizadas no Nordeste Argentino (NEA) são em sua maioria gramíneas C4 (KUCSEVA; BALBUENA, 2010). Todavia, essas pastagens apresentam crescimento sazonal, baixa digestibilidade e baixo teor de proteínas durante grande parte do ano. Isso faz com que os animais não supram suas necessidades nutricionais durante parte do ano, tornando necessária uma suplementação estratégica para alcançar uma dieta balanceada (LANARI, 2014). Entre as espécies mais utilizadas nesses sistemas de produção pode-se citar o *Cenchrus purpureus*, *Urochloa brizantha*, *Axonopus catarinensis* e *Cynodon plectostachium* (ROSSNER et al., 2008; PACHAS, 2010; ROSSNER et al., 2010).

A atividade pecuária que prevalece numa região depende em grande parte da disponibilidade e qualidade das fontes de alimentos. A distribuição do número de animais no NEA, flutuam devido a eventos climáticos adversos e à variabilidade ambiental, onde as pastagens são praticamente o único recurso alimentar. Estas pastagens são utilizadas para aumentar a receptividade de ambientes improdutivos, alcançar ganhos de peso adequados em categorias críticas e produzir reservas forrageiras (SAMPEDRO et al., 2018).

A província de Misiones é caracterizada por um clima subtropical sem estação seca, tipo Cfa segundo a classificação de Köppen, com presença de geadas no inverno (OLINUCK, 2004). Predominam solos vermelhos (Latosolos, Ultissolos e Alfissolos) e em menor proporção solos pedregosos (MORETTI; NAVARRO, 2019). Segundo Cabrera (1971), a região pertence à Província Fitogeográfica do Rio Paraná, onde se diferenciam a região das florestas Mistas e a região dos Campos. Nesta região é produzida erva-mate, chá, fumo, árvores frutíferas, plantas aromáticas, hortaliças, pecuária (carne e leite), animais de fazenda, peixes e silvicultura, com até 16 atividades produtivas diferentes. Embora não seja uma província leiteira, possui uma população culturalmente acostumada a ordenhar vacas para o consumo de leite (CHIMICZ et al., 2013). Além disso, a partir da combinação da silvicultura com culturas anuais e pecuária, os sistemas silvopastoris se espalharam (MONTAGNINI et al., 2015). Segundo Sampedro et al. (2018), 30%

da pecuária de Misiones está localizada na área de campos, que possui características semelhantes ao nordeste da província de Corrientes e 70% na área de florestas e montanhas. A região apresenta grande sazonalidade de produção e qualidade de forragem (LIMA; EVANGELISTA, 2001). Na primavera, as gramíneas tropicais apresentam baixa concentração de matéria seca e fibra, bem como níveis máximos de proteína e digestibilidade (PERUCHENA, 2012). No verão, o teor de matéria seca e fibra aumentam, enquanto o teor de proteínas permanece estável, havendo redução da digestibilidade (PERUCHENA, 2012). O período de outono-inverno ocorre um grande aumento no teor de matéria seca e fibra indigestível e os teores de proteína e digestibilidade da forragem caem abruptamente (PERUCHENA, 2012).

Além das espécies forrageiras megatérmicas existem espécies forrageiras com maior produção e valor nutricional, tal como *Leucaena leucocephala*, *Arachis pinto* e *Chamaecrista rotundifolia*, leguminosas que podem ser utilizadas para reduzir a sazonalidade produtiva e qualitativa das pastagens (ROSSNER et al., 2017a). A titônia, neste contexto, foi introduzida recentemente na região, com resultados promissores em termos de características de crescimento e qualidade nutricional (LOTO et al., 2018; GONZÁLEZ et al., 2017; ROSSNER et al., 2017). A plasticidade da titônia se estende a diferentes situações edáficas, sendo adaptada a solos ácidos e muito ácidos, com elevada presença de alumínio, fator limitante para o bom desempenho de outras espécies forrageiras (OSPINA et al. 2002).

2.2 *Cenchrus purpureus* Schum.

O *Cenchrus purpureus* Schum. comumente chamado de capim elefante, é uma poácea perene de verão, nativa da África, sendo bastante cultivado nas regiões tropicais e subtropicais do continente americano (BEMHAJA, 2000). De acordo com Calsina et al. (2014), o capim elefante apresenta boa adaptação às condições da província de Misiones e Corrientes. O capim elefante não tolera geadas, sendo adaptado a solos ácidos (pH 4,5 a 5), porém não se desenvolve em solos com problemas de encharcamento (BEMHAJA, 2000; LOPES, 2004).

O capim elefante apresenta alta produção de matéria seca, podendo ultrapassar 20 toneladas de matéria seca/ha (BEMHAJA, 2000). Outros autores afirmam que a produção anual de biomassa seca do capim-elefante na região Sudeste do Brasil pode superar 50 toneladas de matéria seca/ha em função das condições edafoclimáticas favoráveis (CARVALHO et al., 1997; MORAIS et al., 2009). A maioria dos tipos de capim elefante possuem caules altos e robustos, ultrapassando os 3 metros (BEMHAJA, 2000). A espécie apresenta abundante perfilhamento, podendo formar densas touceiras (LOPES, 2004). As sementes apresentam baixa germinação e vigor (valor cultural $\leq 30\%$), sendo a propagação vegetativa a mais utilizada (LOPES, 2004; DA ROSA, et al., 2019). O ciclo de produção é prolongado, marcadamente estival, iniciando no final de agosto e até ao início das geadas (BEMHAJA, 2000). As baixas temperaturas constituem a maior limitação à produção de forragem durante o inverno (BEMHAJA; BRITO, 1995).

A importância agrônômica da espécie se dá pelo grande potencial produtivo, que pode ser utilizado para pastejo, como capineira ou armazenado na forma de silagem (DA ROSA, et al., 2019; PEREIRA et al., 2017). Depois do milho e sorgo, é uma das forrageiras tropicais com melhores características para silagem devido à sua alta produtividade, grande número de variedades, adaptabilidade, facilidade de cultivo, boa aceitabilidade pelos animais e, quando jovem, bom valor nutritivo (LIMA; EVANGELISTA, 2001). Por ser uma forrageira perene adaptada a ecossistemas limitantes, permite o uso racional dos recursos do solo, evitando sua degradação e erosão (BEMHAJA; BRITO, 1995). Levando em consideração que grande parte da produção anual concentra-se no período chuvoso e o crescimento acumulado reduz o valor nutricional, o capim elefante, quando utilizado na forma de silagem, é mais uma alternativa para alimentação animal, além de permitir uma produção mais eficiente de áreas cultivadas (LIMA; EVANGELISTA, 2001). Nesse sentido, a silagem de capim elefante é de menor custo em relação à silagem de milho ou sorgo, porém pode ser utilizada para rebanhos com menores exigências nutricionais (LIMA; EVANGELISTA, 2001). Segundo estes pesquisadores, a sua utilização para animais com maiores exigências deve ser complementada com o fornecimento de concentrados.

2.3 *Tithonia diversifolia* Hemsl. A. Gray

A titônia é uma planta herbácea arbustiva, da família Asteraceae, popularmente conhecida como botão de ouro, árvore maravilha, girassol mexicano, falso girassol ou girassol silvestre (NASH; WILLIAMS, 1976; LONDOÑO et al., 2019). É nativa do sul do México e da América Central, de onde se espalhou para diferentes partes do mundo (LONDOÑO et al., 2019). Ela tem uma ampla capacidade de adaptação, tolera condições de acidez e baixa fertilidade do solo (PEREZ et al., 2009).

Sua altura varia entre 1,5 a 4,0 metros, com ramos fortes, muitas vezes glabros ou pubescentes, folhas alternadas, pecioladas, com 7 a 20 cm de comprimento e 4 a 20 cm de largura (NASH; WILLIAMS, 1976). Segundo estes pesquisadores, a inflorescência é do tipo capítulos, sendo formada por pequenas flores sésseis, dispostas em receptáculo convexo, dotadas em sua superfície de brácteas rígidas e pontiagudas de até 11 mm de comprimento, com pubescência em sua superfície, que abraçam as flores do disco. As flores, em número de 12 a 14, são localizadas na periferia da cabeça, com corola de até 6 cm de comprimento, florescendo e frutificando durante todo o ano, principalmente em outubro e novembro (NASH; WILLIAMS, 1976). Embora se propague por sementes, a propagação vegetativa utilizando-se estacas é mais eficiente (PEREZ et al., 2009). A Titônia tem um grande volume de raiz, com uma habilidade especial de recuperar nutrientes escassos do solo (WANJAU et al., 1998).

A titônia é uma espécie forrageira promissora devido à sua plasticidade ecológica e diversos usos (MURGUEITIO; IBRAHIM, 2001), podendo ser estabelecido em monocultura, associado a pastagens ou em sistemas silvipastoris (CHARÁ et al., 2019). Esta espécie possui características nutricionais importantes (RÍOS, 1997), sendo utilizada na alimentação de suínos, caprinos e bovinos (CAIRNS, 1997). Esta forrageira, no estágio juvenil (60 dias pós-emergência), apresenta níveis de carboidratos solúveis de 9 a 12%, minerais de 7 a 8,8% e proteína bruta de 20 a 23%. (MEDINA et al., 2009). Há evidências de que a titônia acumula em suas folhas tanto nitrogênio quanto as leguminosas, além de altos teores de fósforo (WANJAU et al., 1998). O teor de proteína pode variar entre 14,8 e

28% (NAVARRO; RODRÍGUEZ 1990). Nas fases vegetativas de crescimento avançado e pré-floração foram encontrados os maiores valores proteicos, enquanto após a floração são observados os menores valores (PEREZ et al., 2009). Além da qualidade nutricional, a titônia apresenta elevada produção de forragem, podendo chegar a 82 toneladas de matéria verde/ha (RÍOS; ZALAZAR, 1995). De acordo com a literatura, é uma espécie com rápida acumulação de matéria seca após o corte (PEREZ et al., 2009). Segundo Maina et al. (2012), os animais consomem a planta inteira, com preferência por folhas e flores. Na alimentação do gado, é útil como arbusto forrageiro, farinha (folhas e pecíolos, finamente moídos) ou silagem, para reduzir os custos de produção nas fazendas pecuárias (LONDOÑO et al., 2019). Acredita-se também que a titônia elimina os parasitas intestinais do gado e que os resíduos amargos ajudam na digestão do material fibroso usado como cama para o gado, processo que aumenta a quantidade e a qualidade do esterco de curral (WANJAU et al., 1998). A literatura comenta que, titônia também é plantada como uma cerca viva para áreas onde estão localizadas as colméias e áreas florestais para a proteção de fontes de água (RÍOS, 1997). Ela também é usada como planta ornamental e em parcelas de produção agrícola com alta diversidade para atrair insetos benéficos.

Apesar do grande potencial de utilização para alimentação animal, a titônia demonstrou versatilidade como forragem fresca, mas há evidências preliminares de que ela mantém sua qualidade por meio de processos de ensilagem (FASUYI et al., 2010). Verifica-se um incipiente número de pesquisas para a avaliação da titônia para a produção de silagem, especialmente na mistura com outras forrageiras. Pesquisas relacionadas com a silagem de titônia são extremamente importantes, especialmente para os sistemas de produção de leite e carne que já utilizam este recurso forrageiro. O sucesso de sua utilização como forragem conservada pode melhorar o manejo nutricional dos rebanhos, elevando os índices produtivos da Região Nordeste da República Argentina.

2.4 Conservação de forragens

Os processos de conservação de forragem como a ensilagem e fenação visam minimizar os efeitos da sazonalidade da produção de pastagens, permitindo que parte da oferta de forragem produzida na época mais favorável do ano seja armazenada para utilização em épocas de escassez (PEDROSO, 1998). A avaliação da qualidade da forragem conservada, nesse contexto, é essencial para formular adequadamente a dieta dos animais (JOBIM et al., 2007). Nesse sentido, a silagem de forragem tropical é uma estratégia para lidar com a escassez de alimentos durante as estações com baixa produção de forragem (HOLGUÍN et al., 2018).

A conservação de forragem pela ensilagem ocorre a partir da fermentação láctica em ambiente anaeróbio (SANTOS; MOURA ZANINE, 2006; SCHOREDER, 2004). As bactérias lácticas utilizam os carboidratos não fibrosos, especialmente os açúcares, produzindo principalmente ácido láctico, o que resulta na redução do pH e na conservação da forragem (ASHBELL; WEINBERG, 2000). A qualidade da forragem após o período de ensilagem depende dentre outros fatores do tipo de forragem, da utilização de aditivos e do manejo da silagem (PEDROSO, 1998). O processo de ensilagem apresenta grande importância para a qualidade da silagem. O grau de compactação, nesse contexto, é responsável pela retirada de oxigênio do silo e fermentação anaeróbica (SCHOREDER, 2004). Os teores de matéria seca e carboidratos solúveis são fatores determinantes da fermentabilidade das forragens (CISNEROS et al., 1994; ASHBELL; WEINBERG, 2000), características importantes para garantir a fermentação e inibir crescimento de microrganismos indesejáveis (clostrídios, enterobactérias, leveduras e fungos) (COAN et al., 2007). A estratégia de ensilagem de recursos forrageiros mistos se deve principalmente ao baixo nível de nutrientes nas gramíneas ao mesmo tempo em que promove uma melhor dinâmica de fermentação do material (LONDOÑO et al., 2019).

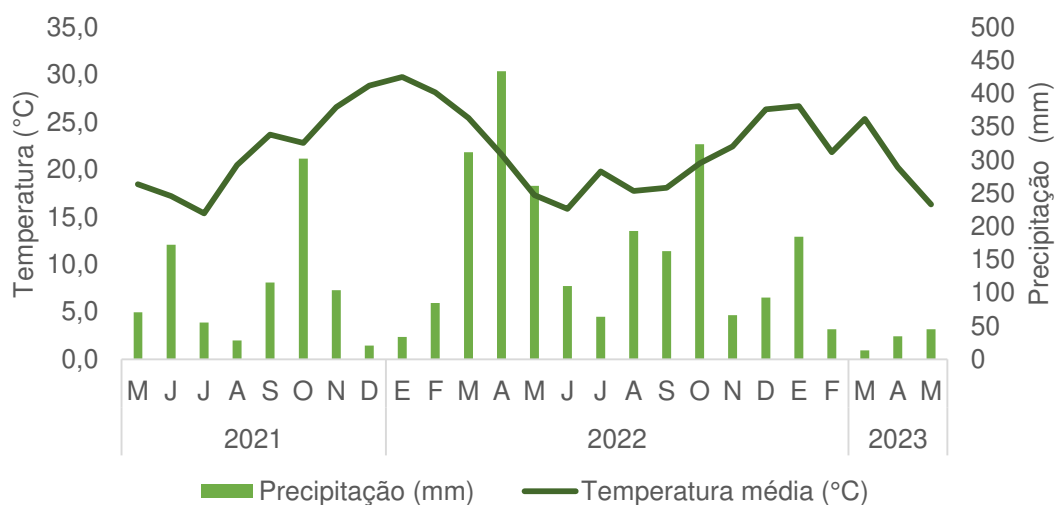
3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local e época

O experimento foi realizado entre maio de 2021 e junho de 2023 em uma propriedade leiteira localizada no município de Eldorado, província de Misiones, Argentina ($26^{\circ}24'4,75''$ S; $54^{\circ}41'18,53''$ W). O clima predominante na região é do tipo Cfa segundo a classificação de Köppen. As temperaturas médias mensais oscilam entre $15,9^{\circ}\text{C}$ para o mês mais frio (julho) e $26,4^{\circ}\text{C}$ para o mês mais quente (janeiro) (SILVA et al., 2019). A precipitação média anual é de 2.001 mm (SILVA et al., 2014).

Os dados meteorológicos do período experimental são apresentados na Figura 1.

Figura 1: Precipitação e temperatura média durante o período de avaliações de produção e qualidade das forrageiras.



Fonte: SINARAME (2024)

A área experimental está localizada na unidade geomorfológica denominada “Pediaplano Parcialmente Dissecado”, que apresenta topografia ondulada com morros definidos e setores íngremes com declives curtos em direção aos cursos d’água (LIGIER et al., 1990). O tipo de solo corresponde aos Solos Vermelhos da Ordem dos Alfissolos, Grupo Grande Kandudalfes, segundo a Taxonomia de Solos (USDA, 2014), os quais caracterizam-se por apresentar horizonte Kandic de cor

vermelho escuro. São solos bem drenados, profundo com boas condições físicas para desenvolvimento radicular, levemente ácido com fertilidade química média a alta (LIGIER et al., 1990).

Na Tabela 1 são apresentadas as características do solo da área experimental.

Tabela 1. Atributos químicos do solo verificados a uma profundidade de 0-20 cm.

pH	M.O	P	K	Ca	Mg	H+Al	SB	Al ⁺³	CTC	V
CaCl ₂	g.dm ⁻³	mg.dm ⁻³	-----cmol _c .dm ⁻³ -----				-----			%
4,80	26,80	1,30	0,13	5,10	0,40	6,21	5,63	0,15	11,84	47,55

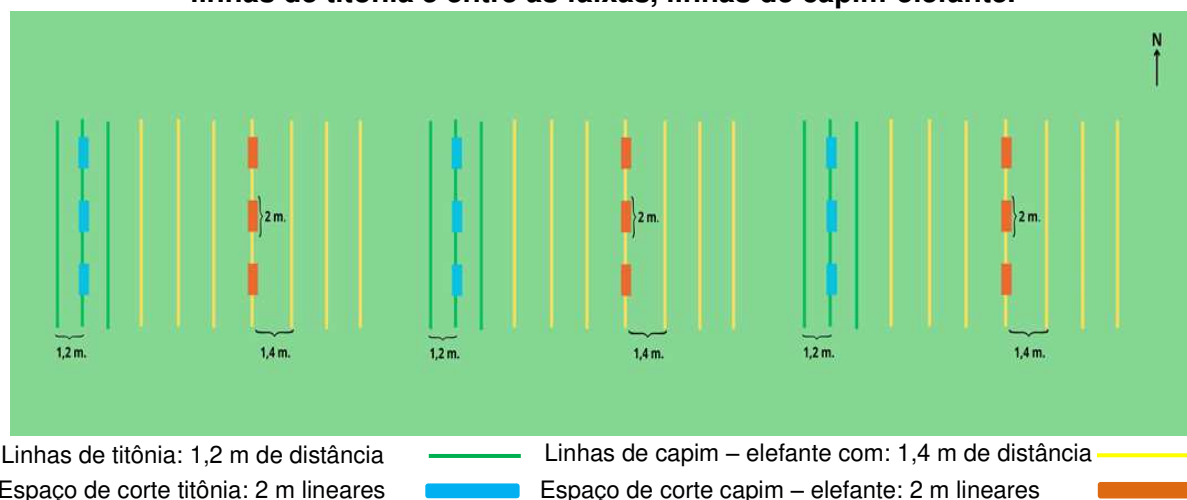
MO = matéria orgânica, P = fósforo, K = potássio, Ca = cálcio. Mg = magnésio, H + Al = acidez potencial; SB: soma de bases; Al⁺³ = alumínio (acidez trocável); CTC = capacidade de troca de cátions; V: saturação de bases.

Fonte: autoria própria (2024)

A área experimental utilizada apresenta 2.000 m², onde foram estabelecidas no ano 2020 o consórcio de capim elefante e titônia. A área continha três faixas com três linhas de titônia. Entre as faixas de titônia havia linhas de capim elefante. O plantio da titônia foi realizado pelo método de propagação vegetativa com estacas obtidas da porção média do colmo e colocadas verticalmente em sulcos de 30 cm de profundidade, com 0,5 m entre plantas e 1,2 m entre linhas. O plantio do capim elefante foi realizado por propagação vegetativa com estacas obtidas da porção média do colmo e colocadas em posição inclinada a 45° em sulcos de 30 cm de profundidade, com 0,7 m entre plantas e 1,4 m entre linhas. Em ambos os casos não foi realizada adubação nem controle de pragas e doenças, O controle de plantas daninhas foi realizado de forma direcionada nas entrelinhas, com glifosato 66% na dose de 1,8 litros por hectare duas vezes ao ano. A área tem sido utilizada na unidade produtiva para produção de silagem, utilizando três cortes anuais.

O esquema da área experimental é apresentado na Figura 2.

Figura 2: Representação da área experimental de 2.000 m², com três faixas com três linhas de titônia e entre as faixas, linhas de capim-elefante.



Fonte: autoria própria (2024)

3.2. Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado. Para avaliação dos aspectos produtivos, os tratamentos foram constituídos pelas espécies forrageiras (capim elefante e titônia), utilizando-se nove repetições de área em cada data de corte (três cortes). Para a avaliação da composição química/bromatológica e qualitativos da silagem, os tratamentos avaliados consistiram de diferentes proporções de titônia na silagem capim elefante (0, 25, 50, 75 e 100% da matéria natural), utilizando-se três repetições em duas safras agrícolas.

3.3. Avaliações experimentais

A produção de forragem e a composição morfológica das plantas foram realizadas em nove repetições de área (2,0 m lineares) para cada espécie em três cortes (junho de 2022, dezembro de 2022 e maio de 2023) durante 12 meses. Para tanto, a forragem foi colhida a 30 cm do solo e pesada. Após, uma subamostra de cada repetição foi seca em estufa com circulação de ar forçado a 55 °C por 72 horas e pesada. Após estas amostras foram moídas em moinho tipo Willey com peneira de

crivos de 1 mm para determinação da composição química. Uma outra subamostra da forragem colhida foi destinada para a separação morfológica, a qual foi realizada manualmente. Após separadas as partes das plantas (folha, colmo e flor), as amostras foram secas em estufa com circulação de ar forçado a 55 °C por 72 horas e pesadas.

A ensilagem do material foi realizada a partir da forragem colhida em maio de 2021 e 2022. Para tanto, a forragem foi colhida manualmente a 30 cm de altura do solo e processada em forrageiro estacionário (JF C-120) visando obtenção de tamanho de partícula de 2-3 cm. O corte da forragem de cada espécie foi realizado de forma aleatória, coletando-se a forragem de nove repetições de área para cada espécie (2,0 m lineares). Após processada, a forragem de cada espécie foi misturada e foram feitos três silos para cada ano. Os silos eram feitos de tubos de PVC (110 mm de diâmetro e 50 cm de comprimento), sendo a compactação do material realizada manualmente. Para tanto, em cada silo foram ensilados 2,5 kg de forragem.

O estabelecimento das misturas forrageiras foi realizado através de pesagem em separado das espécies (titônia e capim elefante). Após, as forrageiras foram misturadas manualmente e ensiladas. Em todos os tratamentos foi utilizado adição de inoculante microbiano (LactoSilo Gold). A adição de inoculante ocorreu conforme a recomendação do fabricante (2 g diluídas em 2 litros de água para 1000 kg de forragem). Os silos foram selados e armazenados por 60 dias, quando foram abertos.

Após abertos, a camada superior de cada silo foi descartada. De cada silo, uma amostra de 300g foi retirada e pesada. Em seguida, as amostras foram secas em estufa com circulação de ar forçado a 55 °C por 72 horas. Após as amostras foram moídas em moinho tipo Willey, utilizando-se peneiras com crivos de 1 mm, as quais foram encaminhadas para determinação da composição química. Outra amostra de cada silo foi retirada para determinação do pH da silagem (SILVA; QUEIROZ, 2002).

Nas amostras da forragem fresca e das silagens foi determinado o teor de matéria seca, proteína bruta e matéria mineral segundo AOAC (1995). O teor de fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido foi determinado segundo Van

Soest et al., (1991). O teor de nutrientes digestíveis totais (NDT) foi determinado de acordo com Mieres (2004), em que $NDT = 87,84 - (0,7 \times \% \text{ de fibra detergente ácido})$. A energia digestível (ED) foi calculada de acordo com o NRC (1996), em que 1 kg de NDT = 4,4 Mcal/kg de MS. A digestibilidade *in vitro* da matéria seca foi realizada de acordo com a metodologia de Tilley e Terry (1963).

3.4. Análise estatística

Os dados foram analisados para verificar a homogeneidade das variâncias e a normalidade dos resíduos. Uma vez atendidas essas premissas, os dados foram submetidos a análise de variância e as médias das diferentes espécies forrageiras foram comparadas através do teste F. A análise de regressão foi utilizada para comparar os níveis de inclusão de titônia na silagem de capim elefante. As análises estatísticas foram realizadas com o SAS (Statistical Analysis System, versão 8.02), utilizando nível crítico de significância de 5%. O conteúdo de matéria seca foi utilizado como covariável, de acordo com os modelos abaixo, e quando não significativo foi retirada do modelo.

O modelo matemático utilizado para a avaliação da produção de matéria seca total das espécies forrageiras foi:

$$Y_{ij} = \mu + A_i + \varepsilon_{ij}$$

em que: Y_{ij} = variável dependente; μ = média geral; A_i = espécie forrageira; ε_{ij} = erro experimental residual.

O modelo matemático utilizado para a comparação entre espécies forrageiras para produção de matéria seca por corte e para a composição morfológica e química das espécies foi:

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + T_j + A_i * T_j + C_k + \varepsilon_{ijkl};$$

em que: Y_{ijkl} = variável dependente; μ = média geral; A_i = efeito da espécie forrageira; T_j = efeito da data de corte; $A_i * T_j$ = interação entre espécie e data de corte; C_k = efeito da co-variável; ε_{ijkl} = erro experimental residual.

O modelo matemático geral utilizado para a avaliação das proporções de titônia na silagem de capim elefante foi:

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + T_j + A_i * T_j + C_k + \varepsilon_{ijkl};$$

em que: Y_{ijkl} = variável dependente; μ = média geral; A_i = efeito do ano; T_j = efeito da proporção de titônia; $A_i * T_j$ = interação entre ano e titônia; C_k = efeito da co-variável; ε_{ijkl} = erro experimental residual.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Aspectos produtivos e composição das forrageiras

A Tabela 2 apresenta os resultados de produtividade de forragem, composição morfológica e composição química das espécies forrageiras. A produção de forragem por corte e total foi superior ($P < 0,05$) para o capim elefante, fato atribuído a alta produtividade das capineiras tropicais.

Tabela 2. Produtividade de forragem, composição morfológica e composição química das espécies forrageiras.

Itens	Capim elefante	Titônia	EPM	P - Valor
Produtividade de forragem				
Cortes, ton. de MS/ha*	15,59	11,18	1,06	0,021
Anual, ton. de MS/ha**	46,77	33,54	3,34	0,044
Composição morfológica				
Folha, %	53,52	18,45	5,43	<0,001
Colmo, %	46,48	75,72	4,82	<0,001
Inflorescência, %	0,00	5,83	1,11	<0,001
Composição química				
pH	5,00	6,10	0,14	<0,001
MS, % da matéria natural	21,44	23,45	0,62	0,042
MM, % da MS	10,41	9,34	0,35	0,035
PB, % da MS	5,63	8,63	0,63	0,001
FDN, % da MS	75,26	51,74	3,05	<0,001
FDA, % da MS	45,12	39,33	1,11	0,001
DIVMS, % da MS	44,66	54,36	2,26	0,027

Titônia = espaçamento entre linhas de 1,2 m; Capim elefante = espaçamento entre linhas de 1,4 m.

*Média de três cortes (junho/2022, dezembro/2022 e junho/2023); **Soma de três cortes (junho/2022, dezembro/2022 e junho/2023); pH = potencial hidrogeniônico; MS = matéria seca; MM = matéria mineral; PB = proteína bruta; FDN = fibra em detergente neutro; FDA = fibra em detergente ácido; Digestibilidade *in vitro* da matéria seca; EPM = erro padrão da média; P = probabilidade estatística.

Fonte: autoria própria (2024).

Os resultados obtidos foram coerentes com a literatura, que demonstra altas produções de matéria seca do capim elefante, que pode variar de 20 a 50 ton de MS/ha (BEMHAJA, 2000; FLORES et al., 2012; LIMA JR. et al., 2014). Por outro lado, os resultados produtivos da titônia foram coerentes com aqueles encontrados na literatura. Canto Sáenz et al., (2023), nesse contexto, verificaram produção de 5,9 ton MS/ha/corte, colhidas a 30 cm do solo, com uma idade de rebrota de 55 dias. Em consonância, Guatusmal et al. (2020) verificaram produção de 30,6 ton de MS/ha/ano da titônia num somatório de 4,5 cortes em média.

No momento da colheita, a proporção de folhas foi superior ($P < 0,05$) no capim elefante (Tabela 2), enquanto a proporção de colmos e inflorescência foi superior na titônia. Estes resultados estão relacionados, em parte, com o ciclo produtivo destas forrageiras. A titônia apresenta menor ciclo produtivo, e no momento dos cortes se apresentava no estágio reprodutivo, momento em que a forrageira apresenta alongamento de colmo e menor proporção de folhas. Por outro lado, o capim elefante, se encontrava no estágio vegetativo, o que favoreceu a proporção de folhas. O número de dias entre os cortes foi de 180 dias para as duas espécies forrageiras. Os resultados apresentados foram coerentes com aqueles obtidos por Ríos; Salazar (1995) que verificaram proporção colmo:folha:flor da titônia de 5:3:2. Porém, há outros estudos realizados com capim elefante que obtiveram resultados indicando maior proporção de colmo e menor proporção de folhas (Flores et al., 2012), de acordo com as idades de rebrota. Queiroz Filho et al. (2000) mostraram que, para uma idade de corte de 80 dias é obtida uma proporção folha:colmo de 1:1 no capim-elefante.

O capim elefante apresentou menor ($P < 0,05$) conteúdo de matéria seca e proteína bruta, pH e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (Tabela 2). Por outro lado, o capim elefante apresentou os maiores conteúdos de matéria mineral, fibra em detergente neutro e ácido. Vários estudos (WANJAU et al., 1998; MEDINA et al., 2009; GUATUSMAL et al., 2020) demonstraram o elevado valor nutricional da titônia, especialmente em relação ao seu teor proteico, que é superior ao da maioria das gramíneas tropicais em avançado estágio de desenvolvimento. Valadares Filho et al. (2001) avaliando o capim elefante com 120 dias de rebrote verificaram conteúdo de matéria seca de 18,6%, proteína bruta de 7,32% e fibra em detergente

neutro de 70,4%. Queiroz Filho et al. (2000) relataram teores de proteína bruta de 6,1% e fibra em detergente neutro de 77% para o capim-elefante aos 100 dias de rebrote. Martins et al. (2020) avaliando a composição química do capim-elefante com uma idade de corte de 112 dias verificaram conteúdo de matéria seca de 25,5%, proteína bruta de 5,05% e fibra em detergente neutro de 74,05%.

Os resultados do presente estudo demonstram que o capim elefante utilizado para conservação de forragem apresentava baixo conteúdo proteico, o que justifica sua complementação nutricional. Vale lembrar que alimentos com conteúdo proteico menor a 7% limitam a síntese microbiana ruminal, o consumo de forragem e, consequentemente, o desempenho animal (VAN SOEST, 1994). De outra maneira, é importante destacar que a complementação nutricional através da utilização de outra forrageira tende ser menos onerosa para o sistema de produção em relação a utilização de alimentos concentrados, o que justifica a inclusão da titônia na silagem de capim elefante (LIMA; EVANGELISTA, 2001; LONDOÑO et al., 2019).

A elevação da proporção de titônia na silagem de capim elefante pode aumentar o teor de proteína e carboidratos fermentescíveis (PINTO et al., 2010). Gallego et al. (2014) verificaram que a titônia apresentou teores de proteína bruta, carboidratos totais e fibra bruta de 9,6; 70,3 e 15,8%, respectivamente. Da mesma forma, Rios; Salazar (1995) verificaram que aos 89 dias de desenvolvimento a titônia apresentou 14,8% de proteína bruta e matéria seca 23,2%. Solarte (1994), por sua vez, verificou que a titônia apresentou valores médios de proteína bruta de 18,9%.

4.2. Composição química da silagem

Não foi verificada interação ($P > 0,05$) entre o ano e a proporção de titônia para as variáveis avaliadas (Tabela 3), exceto para o teor de matéria seca da silagem. O pH e a fibra em detergente ácido foram maiores ($P < 0,05$) no primeiro ano de colheita, enquanto matéria mineral, fibra em detergente neutro, nutrientes digestíveis totais e energia digestível foram maiores no segundo ano agrícola. O ano de cultivo não influenciou o teor de proteína bruta ($P > 0,05$). Os resultados demonstram que, no segundo ano, a titônia se apresentava em estágio de

desenvolvimento mais avançado em relação ao do primeiro ano, embora o critério para o corte da forragem tenha sido o estágio de desenvolvimento das plantas, para titônia estágio reprodutivo e para capim elefante estágio vegetativo avançado, 180 dias em ambos os casos. Segundo Perez et al. (2009), a titônia varia em sua qualidade nutricional, dependendo do estado vegetativo em que se encontra. Segundo estes pesquisadores, nas fases de crescimento avançado (30 dias) e pré-floração (50 dias) foram encontrados os maiores valores de proteína (27,4%) e após a floração os valores (14,8%) caíram consideravelmente.

Tabela 3. Composição química da silagem de capim elefante com diferentes proporções de titônia em dois anos agrícolas.

Itens	Ano		Proporção de Titônia, %*						EPM	P - Valor		
	I	II	0	25	50	75	100	A		T	AxT	
pH	4,14	3,71	3,85	4,05	3,92	3,89	3,92	0,06	0,005	0,001	0,194	
MS	24,2	26,0	27,5	26,2	24,4	24,3	23,3	1,25	<0,001	<0,001	<0,001	
MM	8,40	8,90	10,7	9,9	8,77	7,44	6,39	0,35	0,022	<0,001	0,994	
PB	8,43	7,82	7,15	7,33	8,34	8,89	8,91	0,31	0,314	0,021	0,321	
FDN	58,9	64,2	64,6	60,9	61,7	61,9	59,0	0,81	0,018	0,004	0,232	
FDA	37,6	29,2	34,4	33,5	31,8	32,9	34,3	0,93	<0,001	0,855	0,687	
NDT	62,2	68,3	64,2	65,2	66,6	65,6	64,5	0,71	<0,001	0,558	0,876	
ED	2,74	3,00	2,82	2,87	2,93	2,88	2,84	0,03	<0,001	0,552	0,874	

*% da material natural; MS = matéria seca; pH = potencial hidrogeniônico ($Y = 5,8602 + 0,0046x - 0,086MS$, $P = 0,015$; $Q = 0,629$); MM = matéria mineral (Y , % da MS = $17,0498 - 0,0298x - 0,275MS$, $P < 0,001$; $Q = 0,711$); PB = proteína bruta (Y , % da MS = $14,02475 + 0,03433x - 0,303MS$, $P = 0,006$; $Q = 0,640$); FDN = fibra em detergente neutro ($Y = 42,6233 - 0,09074x + 0,935MS$, $P = 0,002$; $Q = 0,874$); FDA = fibra em detergente ácido; NDT = nutrientes digestíveis totais (% da matéria seca); ED = energia digestível (Mcal/kg); EPM = erro padrão da média; A = ano; T = proporção de Titônia; A x T = interação ano e a proporção de titônia; Q = Probabilidade estatística para equação de regressão quadrática; P = probabilidade estatística.

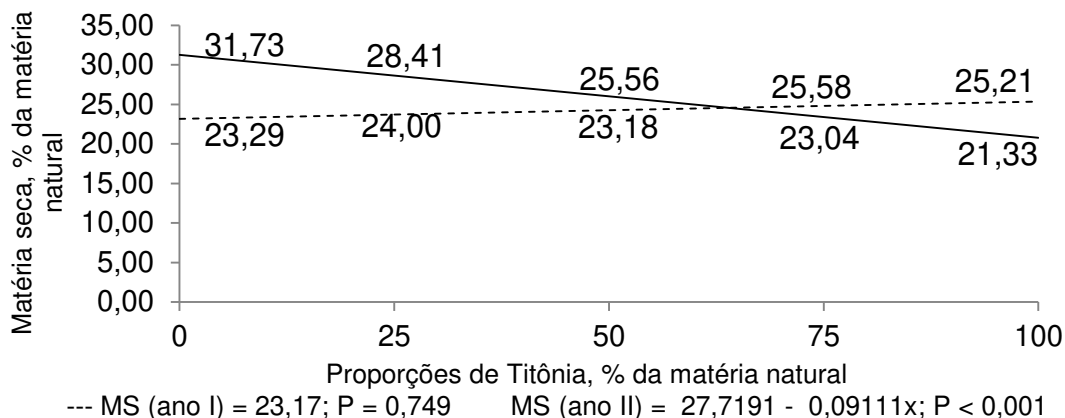
Fonte: autoria própria (2024)

Os resultados apresentados indicam que o titônia do segundo ano de colheita apresentou melhores características para ensilagem, pois o teor de matéria

seca da silagem ficou mais próximo do intervalo recomendado (30-40%) (NUSSIO et al., 2002; OHMOMO et al., 2002). Segundo Pedroso (1998), o teor de umidade é um fator predominante na determinação da qualidade fermentativa da forragem, em que quanto maior a umidade e o poder tampão da planta, maior é o teor de açúcar necessário para uma boa fermentação. Nesse sentido, Medina et al. (2009) reportaram que a titônia possui níveis de carboidratos solúveis aceitáveis, em comparação com outras forrageiras. Rosales (1997) informou valores para titônia de 7,6% de carboidratos solúveis em água, valores que podem ser significativamente influenciados pelo estado de maturação da planta. Porém, Holguin et al. (2018) constataram que a diminuição da inclusão de titônia na silagem de capim elefante provocou queda rápida do pH, favorecendo a conservação da forragem. O pH da silagem, nesse contexto, aumentou ($P < 0,05$) linearmente com o aumento da proporção de titônia na silagem de capim elefante (Tabela 3). Esses resultados são explicados pelo teor de proteína bruta da titônia (Tabela 2). O teor de proteína da forragem está normalmente correlacionado com um pH mais elevado, uma vez que a proteína é de natureza alcalina (TITTERTON; BAREEBA, 2000; PEDROSO, 1998). Desta forma, em razão do maior conteúdo de proteína bruta, o poder de tamponamento é maior na titônia em relação ao capim elefante (HOLGUIN et al., 2018).

A matéria seca da silagem reduziu linearmente ($P < 0,05$) à medida que a proporção de titônia aumentou no segundo ano agrícola (Figura 3). No primeiro ano, o teor de matéria seca da silagem não foi alterado pela proporção de titônia.

Figura 3. Desdobramento da interação entre ano agrícola e proporção de titônia na silagem de capim elefante para o conteúdo de matéria seca (MS).

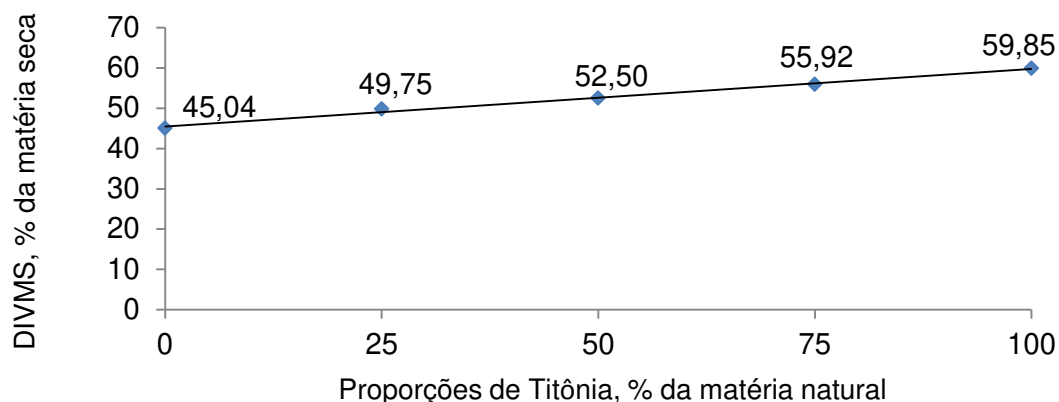


Os resultados apresentados para o teor de matéria seca das silagens indicam que no primeiro ano o teor de matéria seca das espécies foi mais próximo, o que pode estar associado ao corte de ambas em estágio de desenvolvimento pré-florescimento. Estes resultados foram coerentes com aqueles obtidos por Rodriguez Badilla et al. (2022), que verificaram que o conteúdo de matéria seca da silagem reduziu com a elevação da titônia na silagem.

A proporção de FDN foi reduzida linearmente ($P < 0,05$) à medida que aumentou a proporção de titônia na silagem (Tabela 3). Esses resultados estão associados ao menor conteúdo de FDN da titônia em relação ao capim elefante (Tabela 2). Por outro lado, os teores de FDA, NDT e ED não foram alterados pela proporção de titônia na silagem. Esses resultados não eram esperados devido ao aumento do teor de proteína e redução do teor de FDN da silagem à medida que aumentava a proporção de titônia. A redução da FDN está normalmente associada ao aumento da digestibilidade da forragem, o que se reflete no aumento do seu conteúdo energético (MÜHLBACH, 2003; MULLIGAN et al., 2002). Segundo Deschamp (1999), a maturação do tecido vegetal se correlaciona diretamente com um aumento na concentração de FDN e lignina e inversamente com a digestibilidade.

A digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) aumentou ($P < 0,05$) com a inclusão de titônia na silagem de capim elefante (Figura 3).

Figura 4. Digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) da silagem de capim elefante com diferentes proporções de Titônia no segundo ano agrícola.



$$\text{DIVMS, \%} = 45,4553 + 0,14317x; P < 0,0001.$$

A elevação da digestibilidade da silagem com a elevação da proporção de titônia é resultado da maior digestibilidade da titônia (Tabela 2), o que reflete o menor conteúdo de fibra indigestível desta forrageira em relação ao capim elefante. Estes resultados foram similares aos obtidos por Holguin et al. (2017); Palma et al. (2022), o quais verificaram valores mais altos de DIVMS à medida que aumenta a inclusão de titônia na silagem de capim-elefante e outras gramíneas tropicais. Todavia, os resultados nem sempre são unânimes quanto ao aumento de digestibilidade pela elevação da proporção de titônia na silagem de gramíneas. Holguin et al. (2018), nesse sentido, não verificaram alteração da DIVMS pela inclusão de titônia na silagem de capim elefante.

5. CONCLUSÕES

O capim elefante apresenta maior produção de forragem em relação a titônia na Região do Alto Paraná na Argentina.

A titônia apresenta melhor valor nutritivo em relação ao capim elefante.

A elevação da proporção de titônia na silagem de capim elefante melhora o valor nutritivo da silagem. Entretanto, há a necessidade de mais pesquisas com intuito de avaliar o impacto do aumento da proporção de titônia sobre o consumo de matéria seca e nutrientes, e o desempenho animal.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo, não foi possível estabelecer a proporção ideal de capim-elefante e titônia em função do pH da silagem não ter atingido valores que indicassem má conservação da forragem. Todavia, verificamos que o aumento da proporção de titônia melhorou o valor nutritivo da silagem. Vale destacar, que há relatos na literatura que indicam que o consumo de titônia pelos animais pode ser limitado por sua palatabilidade. Portanto, é importante avaliar o impacto do aumento da proporção de titônia na silagem de capim elefante sobre a ingestão de matéria seca e nutrientes, bem como sobre o desempenho dos animais. Vale ressaltar que a melhoria da qualidade da silagem de titônia e capim-elefante, em relação ao presente estudo, pode ser obtida com o corte das forragens em idade mais precoce, o que não foi possível em função do presente projeto seguir a estratégia de corte das forragens realizadas em algumas fazendas da Região do Alto Paraná na Argentina.

7. LITERATURA CITADA

ARAUJO-FEBRES, O.; MÁRQUEZ-ARAQUE, A.; FERRER, O.; PIRELA, A. Evaluación cualitativa de silaje de pasto elefante enano (*Pennisetum purpureum* cv. Mott) a diferentes edades de corte y adicionando urea y melaza. **Revista Facultad Agronomía (LUZ)**, v.13, p. 371-380. 1996.

ASHBELL, G.; WEINBERG, Z. G. Silage from tropical cereals and forage crops. **FAO Plant Production and Protection Papers**, p.109-116. 2000.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 16.ed. Washington, 1995.

BEMHAJA, M. Pasto Elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) INIA LAMBARE. **Boletín de divulgación INIA**. Montevideo Uruguay. n. 72, 12 p. 2000.

BEMHAJA, M.; BRITO, G. Pasto Elefante. Reunión para productores lecheros de Tacuarembó y Rivera. **Hoja de divulgación**. Proyecto INIA/GTZ. 1995.

CABRERA, A. Regiones Fitogeográficas Argentinas. **Enciclopedia argentina de agricultura y jardinería**. Editora ACME. Buenos Aires. v. 2, 85 p, 1996.

CAIRNS, M. Fallows, fodder and fences the critical elements of integrating livestock into swidden systems. In workshop on **Upland Farming Systems in the Lao PDR** held in Vientiane, Lao PDR, p. 19-23,1997.

CALSINA, M.; MC LEAN, G.; NENNING, F.; OTONDO, J.; PETRUZZI, H.; PIZZIO, R.; LACORTE, S. M. **Gramíneas forrajeras para el subtrópico y el semiárido central de la Argentina**. 2014.

CANTO SAENZ, F. M.; AMPUERO TRIGOSO, G.; QUISPE-CCASA, H. A. Efecto de la altura de corte sobre los parámetros agronómicos de *Tithonia diversifolia*. **Revista de Investigaciones Altoandinas**, v. 25, n. 2, p. 117-121, 2023.

CARVALHO, M. M.; ALVIN, M. J.; XAVIER, D. F.; CARVALHO, L. M. Capim-elefante: produção e utilização. 2.ed. Coronel Pacheco: **Embrapa Gado de Leite**, 219 p, 1997.

CISNEROS, M.; ROMERO, O.; CASTILLO, E.; PENEDO, J. La conservación de alimento para el ganado. **Monografía**. Cuernavaca, México; Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Facultad de Ciencias Agropecuarias. 1994.

CHARÁ, J.; REYES, E.; PERI, P.; OTTE, J.; ARCE, E.; SCHNEIDER, F. Silvopastoral Systems and their contribution to improved resource use and sustainable development goals: evidence from Latin America. **FAO, CIPAV and Agri Benchmark**. Cali, Colombia. 60 p. 2019.

CHIMICZ, J.; DORR, G.; CORNELIUS, E. Misiones: La cuenca lechera del río Uruguay. **Producir XXI**, n. 257, p 22-28. 2013.

COAN, R. M.; REIS, R. A.; GARCIA, G. R.; SCHOCKEN-ITURRINO, R. P.; FERREIRA, D. D. S.; RESENDE, F. D. D.; GURGEL, F. D. A. Dinâmica fermentativa e microbiológica de silagens dos capins tanzânia e marandu acrescidas de polpa cítrica peletizada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p.1502-1511. 2007.

DA ROSA, P. P.; DA SILVA, P. M.; CHESINI, R. G.; DE OLIVEIRA, A. P. T.; SEDREZ, P. A.; FARIA, M. R.; FERREIRA, O. G. L. Características do Capim Elefante *Pennisetum purpureum* (Schumach) e suas novas cultivares BRS Kurumi e BRS Capiaçú. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 25, n. 1/2, p. 70-84. 2019.

DE LIMA JR, D. M.; DO NASCIMENTO RANGEL, A. H.; MORENO, G. M. B.; DO SANTOS SILVA, M. J.; RIBEIRO, J. S. Silagem de gramíneas tropicais não-graníferas. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 10, n. 2, p. 01-11. 2014.

DESCHAMPS, F. C. Implicações do período de crescimento na composição química e digestão dos tecidos de cultivares de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schumach.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, p. 1358-1369. 1999.

EVANGELISTA, A.R.; ABREU, J.G.; AMARAL, P.N.C.; PEREIRA, R.C.; SALVADOR, F.M.; SANTANA, R.A.V. 2004. Produção de silagem de capim-marandu (*Brachiaria brizantha* stapf cv. Marandu) com e sem emurchecimento. **Ciência Agrotecnica**, v. 28, n. 2, p. 446-452.

FASUYI, A. O.; DAIRI, F. A. S.; IBITAYO, F. J.; Ensiling wild sunflower (*Tithonia diversifolia*) leaves with sugar cane molasses. **Livestock Research for Rural Development**. v. 22, n. 3, p. 2010. 2010.

FERGUSON, J.D.; CHALUPA, W. Impact of protein nutrition on reproduction in dairy cows. **Journal of dairy science**, v. 72, n. 3, p. 746-766, 1989.

FLORES, R. A.; URQUIAGA, S. S.; ALVES, B. J.; COLLIER, L. S., MORAIS, R. F. D.; PRADO, R. D. M. Adubação nitrogenada e idade de corte na produção de matéria seca do capim-elefante no Cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, p. 1282-1288. 2012.

GALLEGO-CASTRO, L. A.; MAHECHA-LEDESMA, L.; ANGULO-ARIZALA, J. Potencial forrajero de *Tithonia diversifolia* Hemsl A Gray en la producción de vacas lecheras. **Agronomía Mesoamericana**, v. 25, n. 2, p. 393-403. 2014.

GONZÁLEZ, J.C.; HAHN, C.M.; NARVÁEZ, W. Características botánicas de *Tithonia diversifolia* (Asterales: Asteraceae) y su uso en la alimentación animal. **Boletín científico Centro de Museos**, v. 18, p. 45-58, 2014.

GONZÁLEZ, P. A.; LOTO, M.; ROSSNER, M. B.; COLCOMBET, L.; ROGERIO, M.; KIMMICH, G. Productividad de *Tithonia diversifolia* bajo distintos niveles de sombra en la Provincia de Misiones, Argentina. **IX Congreso internacional de sistemas silvopastoriles**. Septiembre de 2017. Manizales, Colombia. p. 471-477. 2017.

GUATUSMAL-GELPUD, C.; ESCOBAR-PACHAJOA, L. D.; MENESES-BUITRAGO, D. H.; CARDONA-IGLESIAS, J. L.; CASTRO-RINCÓN, E. Producción y calidad de *Tithonia diversifolia* y *Sambucus nigra* en trópico altoandino colombiano. **Agronomía Mesoamericana**, p. 193-208, 2020.

GUTIÉRREZ, D.; MORALES, A.; ELÍAS, A.; LÓPEZ, R. G.; SARDUY, L. Composición química y degradabilidad ruminal in situ de la materia seca en ensilajes mixtos *Tithonia diversifolia*: *Pennisetum purpureum* vc. Cuba CT-169, inoculados con el producto biológico VITAFERT. **Revista Cubana de Ciencia Agrícola**, v. 48, n. 4, p. 379-385. 2014.

HOLGUÍN, V.; CUCHILLO-HILARIO, M.; PARRA, J. M.; MARTENS, S. In-vitro assessment for ensilability of *Tithonia diversifolia* alone or with *Pennisetum purpureum* using epiphytic lactic acid bacteria strains as inocula. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 40, p. e37940, 2018.

HOLGUÍN, V. A.; CUCHILLO, M.; MAZABEL, J.; QUINTERO, S.; MORA-DELGADO, J. Valor nutritivo y estabilidad aeróbica de ensilaje de *Pennisetum purpureum* con inclusiones de *Tithonia diversifolia*. **Zootecnia Tropical**, v. 35, n. 3-4, p. 163-170, 2017.

JOBIM, C. C.; NUSSIO, L. G.; REIS, R. A.; SCHMIDT, P. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 101-119. 2007.

KUCSEVA, C. D.; BALBUENA, O. Efectos de la suplementación sobre el consumo de pastos tropicales. **Jornadas Proyecto Nacional de Nutrición Animal**. p. 47-57, 2010.

LANARI, E.C. **Pasturas del Nea**. 1ra Ed. Corrientes, Argentina. Editora Moglia. 225 p. 2014.

LIGIER, D.; MATTEIO, H.; POLO, H.; ROSSO, J. **Atlas de suelos de la República Argentina**. Misiones. Secretaría de Agricultura, Ganadería Pesca. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Centro de investigaciones de Recursos Naturales, Buenos Aires. n. 2, 41 p. 1990.

LIMA, J. A.; EVANGELISTA, A. R. **Silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum)**. Lavras: Editora UFLA. 27 p. 2001.

LONDOÑO, J.; MAHECHA, L.; ANGULO, J. Desempeño agronómico y valor nutritivo de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A Gray para la alimentación de bovinos. **Revista colombiana de ciencia animal recia**, v. 11, n. 1, p. 28-41. 2019.

LOPES, B. A. O capim-elefante. **Seminário apresentado à disciplina ZOO 645**. Viçosa. 54 p. 2004.

LOTO, M.; GONZÁLEZ, P. A.; ROSSNER, M. B.; ZIEGLER, A.; KIMMICH, G.; CORRÓ, F.; COLCOMBET, L. Efecto del descanso otoñal de pastoreo sobre la

producción forrajera primaveral de *Tithonia diversifolia*. **IV Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles**. Noviembre de 2018. Villa La Angostura, Neuquén, Argentina. p. 237-242. 2018.

MAINA, I.; ABDULRAZAK, S.; MULEKE, C.; FUJIHARA, T. Potential nutritive value of various parts of wild sunflower (*Tithonia diversifolia*) as source of feed for ruminants in Kenya. **Journal of Food, Agriculture and Environment**, v.10, n. 2, p. 632-635. 2012.

MAHECHA, L.; ROSALES, M. Valor nutricional del follaje de botón de oro *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray, en la producción animal en el trópico. **Livestock Research for Rural Development**, v. 17, n. 9, p. 1, 2005

MARTINS, L. F.; PRADO, D. M. B.; GOMES, G. R.; TEIXEIRA, A. M.; OLIVEIRA, L. N., GONÇALVES, L. C.; OLIVEIRA, F. S. Valor nutricional do capim-elefante verde colhido em diferentes idades de rebrota. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 72, p. 1881-1890. 2020.

MEDINA, M. G.; GARCÍA, D. E.; GONZÁLEZ, M. E.; COVA, L. J.; MORATINOS, P. Variables morfo-estructurales y de calidad de la biomasa de *Tithonia diversifolia* en la etapa inicial de crecimiento. **Zootecnia tropical**, v. 27, n. 2, p.121-134, 2009.

MIERES, J. M. Guía para la alimentación de rumiantes. **Serie Técnica, INIA La Estanzuela**, n. 142, 92 p. 2004

MONTAGNINI, F.; SOMARRIBA, E.; MURGUEITIO, E.; FASSOLA, H.; EIBL, B. Sistemas agroforestales: Funciones productivas, socioeconómicas y ambientales. **Serie técnica. Informe técnico 402**. CATIE, Turrialba, Costa Rica. Editorial CIPAV, Cali, Colombia. 454 p. 2015.

MONTEIRO, I. J. G.; ABREU, J. G. D.; CABRAL, L. D. S.; RIBEIRO, M. D.; REIS, R. H. P. D. Silagem de capim-elefante aditivada com produtos alternativos. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 33, p. 347-352. 2011.

MORAIS, R. F.; SOUZA, B. J.; LEITE, J. M.; SOARES, L. H.; ALVES, B. J.; BODDEY, R. M.; URQUIAGA, S. Produção, qualidade de biomassa e fixação biológica de N em genótipos de capim-elefante destinados à geração de energia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 2, p. 133-140, 2009.

MORETTI, L. M.; NAVARRO DE RAU, M. F. Soils of Misiones. In The soils of Argentina. **World Soils Book Series**. Springer. p. 149-160, 2019.

MÜHLBACH, P. R. F. Produção de leite com vacas de alta produtividade. **Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 40, 2003.

MULLIGAN, F. J.; QUIRKE, J.; RATH, M.; CAFFREY, P. J.; O'MARA, F. P. Intake, digestibility, milk production and kinetics of digestion and passage for diets based on maize or grass silage fed to late lactation dairy cows. **Livestock Production Science**, v.74, n. 2, p.113-124. 2002.

MURGUEITIO, E.; IBRAHIM, M. Agroforestería pecuaria para la reconversión de la ganadería en Latinoamérica. **Livestock research for rural development**, v. 13, n. 3, p. 26. 2001.

NASH, D. L.; WILLIAMS, L. O. Flora of Guatemala. Vernonieae, Astereae, Inuleae, Heliantheae, Anthemideae, Cynareae, Mutisieae, Cichorieae, Eupatorieae, Helenieae, Senecioneae. **Fieldiana: Botany**, v. 24, n. 12, 1976.

NAVARRO, F.; RODRÍGUEZ, E. F. **Estudio de algunos aspectos bromatológicos del Mirasol (*Tithonia diversifolia* Hemsl y Gray) como posible alternativa de alimentación animal**. Ibagué, Tolima, Colombia, 1990.

NUSSIO, L. G.; PAZIANI, S. D. F.; NUSSIO, C. M. B. Ensilagem de capins tropicais. **Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, p. 39, 2002.

OLINUCK, J. A. El clima del Departamento Capital, período 1970-2001. **Informe técnico N°87**. INTA Ediciones. EEA Cerro Azul, Misiones. 2014.

OHMOMO, S.; TANAKA, O.; KITAMOTO, H.K.; CAI, Y. Silage and microbial performance, old history but new problem. **JARQ**, v. 36, n. 2, p. 59 – 71, 2002.

OSPINA, S; MURGUEITIO R. E.; BELLO, C. A. **Tres especies vegetales promisorias nacedero, trichanthera gigantea (H&B.) nees; botón de oro, tithonia diversifolia (Hemsl.) gray; y bore, alocasia macrorrhiza (Lineo.) Schott**. Centro para la investigación en Sistemas Sostenibles de producción Agropecuaria. Cali. 2002.

PACHAS, N. A. **Axonopus catarinensis y Arachis pintoii, alternativas forrajeras en sistemas silvopastoriles de la provincia de Misiones, Argentina**. Tesis presentada para optar al Título de Magíster de la Universidad Nacional de Buenos Aires. Buenos Aires, Argentina. 142 p. 2010.

PALMA, D. J. C.; BONE, G. Á. M.; BONE, C. J. M.; & ARTURO, W. F. V. Efecto del pasto INIAP 811 y *Tithonia diversifolia* en el valor nutricional in vitro. **Revista Ciencia y Tecnología**, v. 15, n. 1, p. 41-48. 2022.

PEDROSO, A. D. F. **Silagem-princípios básicos-produção-manejo**. Embrapa. 17 p. 1998.

PEREIRA, A.V.; LÉDO, F. J. S.; MACHADO, J. C; BARBOSA, S. BRS Kurumi and BRS Capiacu - New elephant grass cultivars for grazing and cut-and-carry system. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v. 17, p. 59-62, 2017.

PÉREZ, A.; MONTEJO, I.; IGLESIAS, J. M.; LÓPEZ, O.; MARTÍN, G. J.; GARCÍA, D. E.; HERNÁNDEZ, A. *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray. **Pastos y forrajes**, v. 32 n. 1, p. 1-1. 2009.

PERUCHENA, C. O. **Los forrajes y la alimentación para intensificar la producción de carne del norte argentino**. Estación Experimental Mercedes. Argentina, p. 1-11. 2012.

PINTO, R.; HERNÁNDEZ, D.; GUEVARA, F.; GÓMEZ, H.; MEDINA, F., HERNÁNDEZ, A.; RUIZ, B. Preferencia de ovinos por el ensilaje de Pennisetum purpureum mezclado con arbóreas forrajeras tropicales. **Development**, v. 22, n. 6, 2010.

QUEIROZ FILHO, J. L. D.; SILVA, D. S. D.; NASCIMENTO, I. S. D. Produção de matéria seca e qualidade do capim-elefante (Pennisetum purpureum Schum.) cultivar Roxo em diferentes idades de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, p. 69-74. 2000.

REZENDE, A. V.; EVANGELISTA, A. R.; BARCELOS, A. F.; SIQUEIRA, G. R.; SANTOS, R. V.; MAZO, M. D. S. (2002). Efeito da mistura da planta de girassol (*Helianthus annuus* L.), durante a ensilagem do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) no valor nutritivo da silagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, p. 1938-1943, 2002.

RÍOS, C. I. Botón de oro *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray en Árboles y arbustos forrajeros utilizados en alimentación animal como fuente proteica. **Colciencias – CIPAV**, 2da Ed. Cali, Colombia, p.115- 26. 1997.

RÍOS, C. I.; SALAZAR, A. Botón de oro (*Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray) una fuente proteica alternativa para el trópico. **Livestock Research for Rural Development**. v. 6, n. 3, 1995.

RODRÍGUEZ BADILLA, B.; ALVAREZ BRITO, R.; LÓPEZ HERRERA, M. Inclusión de *Tithonia diversifolia* sobre la calidad de ensilajes de Cuba OM22 con la adición de Musa sp. **Nutrición Animal Tropical**, v. 16, n 2, p. 71-90, 2022.

ROSALES, M. **In vitro assessment of the nutritive value of mixtures of leaves from tropical fodder trees**. PhD thesis abstract. University of Oxford, UK. p. 8, 1997.

ROSALES, R. B.; PINZÓN, S. S. Limitaciones físicas y químicas de la digestibilidad de pastos tropicales y estrategias para aumentarla. **Ciencia y Tecnología Agropecuaria**, v. 6, n. 1, p. 69-82, 2005.

ROSSNER, M.B.; HOURIET, J.; PAVETTI, D. Descripción de pasturas evaluadas en sistemas silvopastoriles del Centro sur de la Provincia de Misiones. INTA EEA Cerro Azul. **Miscelánea N°60**. 17 p. 2008.

ROSSNER, M.B.; GOLDFARB, M.C.; LACORTE, S.M., JACOBO, E.J. **Chamaecrista rotundifolia- an outstanding legume in silvopastoral systems**. Proceedings XXVI World Buiatrics Congress. Santiago, Chile. 2010

ROSSNER, M.B.; KIMMICH, G.; ESQUIVEL, J. I.; GONZALEZ, P. A.; LOTO, M.; ZIEGLER, A.; COLCOMBET, L.; FLEITAS, F. Evolución de la adopción del botón de oro (*Tithonia diversifolia* Hemsl. Gray) en la Provincia de Misiones, Argentina. **IX Congreso internacional de sistemas silvopastoriles**. Septiembre de 2017. Manizales, Colombia. p. 456-463. 2017a.

SAMPEDRO, D.; BARBERA, P.; BENDERSKY, D.; CALVI, M.; CETRÁ, B.; FLORES, A. J.; HUG, M. G.; PELLERANO, L.; PIZZIO, R.; ROSATTI, G.; SARMIENTO, N. 2018. **Cría vacuna en el Nea**. INTA. Primera edición. 157 p. 2018.

SANTOS, E. M.; DE MOURA ZANINE, A. Silagem de gramíneas tropicais. En **Colloquium Agrariae**, v. 2, n. 1, p. 32-45, 2006.

SCHROEDER, J. W. Silage Fermentation and Preservation. **Quality Forage**, AS-1254, p. 8, 2004.

SILVA, F.; HABERLE, T.; MULLER, H.; MUNZ, R.; VISENTINI, J. Normales del clima de la región de Montecarlo. Actas, **XVIII Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales**, UNaM - INTA. Misiones, Argentina. p. 526-528, 2019.

SILVA, F.; EIBL, B.; BOBADILLA, A. Características de la precipitación durante 1981 – 2012 en Eldorado, Misiones. **Revista Forestal Yvyrareta**, v. 21, p. 35 – 42, 2014.

SOIL SURVEY STAFF. Keys to soil taxonomy. 12th Ed. **USDA-Natural Resources Conservation Service**. Washington, DC. 2014

SOLARTE, A.; VARGAS, J. Experiencias de investigación participativa en sistemas de producción animal en dos zonas del Valle del Cauca. **Memorias III Seminario Internacional Desarrollo Sostenible de Sistemas Agrarios**. Cali, Colombia, p. 49, 1994.

TITTERTON, M.; BAREEBA, F. B. Grass and legume silages in the tropics. **FAO Plant Production and Protection Papers**, p. 43-50, 2000.

VALADARES FILHO, S. C.; SILVA, F. F.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; CAPPELLE, E. R. **Tabelas de composição de alimentos e exigências nutricionais para bovinos no Brasil**. II Simpósio de produção de gado de corte, Viçosa, 2001, Suprema Gráfica e Editora Ltda, p. 291-358, 2001.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2da Ed. Cornell university press, 465 p. 1994.

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

VASCONCELOS, W. A., SANTOS, E. M., Zanine, A. D. M., PINTO, T. F., LIMA, W. C., EDVAN, R. L., & PEREIRA, O. G. Valor nutritivo de silagens de capim-mombaça

(*Panicum maximum* Jacq.) colhido em função de idades de rebrotação. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 10, n. 4, p. 874-884, 2009.

WANJAU, S.; MUKALAMA, J.; THIJSEN, R. Transferencia de biomasa: Cosecha gratis de fertilizante. **Boletín de ILEIA**, v. 13, n. 3, p. 25, 1998.