

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

ALINE PERICOLO SGIERS

Concentração de taninos condensados e α -tocoferol em *Desmodium incanum* e *Paspalum notatum* em diferentes condições edafo-climáticas dos Campos Sulinos Brasileiros

Porto Alegre

2022

ALINE PERICOLO SGIERS

Concentração de taninos condensados e α -tocoferol em *Desmodium incanum* e *Paspalum notatum* em diferentes condições edafo-climáticas dos Campos Sulinos Brasileiros

Dissertação apresentada como requisito para obtenção do Grau de Mestre em Zootecnia, na Faculdade de Agronomia, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Orientador: Cesar Henrique Candal Poli

Coorientador: James Pierre Muir

Porto Alegre

2022

CIP - Catalogação na Publicação

Sgiers, Aline Pericolo
Concentração de taninos condensados e α -tocoferol
em *Desmodium incanum* e *Paspalum notatum* em diferentes
condições edafo-climáticas dos Campos Sulinos
Brasileiros / Aline Pericolo Sgiers. -- 2022.
74 f.
Orientador: Cesar Henrique Espirito Candal Poli.

Coorientador: James Pierre Muir.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Programa de
Pós-Graduação em Zootecnia, Porto Alegre, BR-RS, 2022.

1. Antioxidante natural. 2. Bioma Mata Atlântica.
3. Bioma Pampa. 4. Compostos fenólicos. 5. Gramínea.
I. Poli, Cesar Henrique Espirito Candal, orient. II.
Muir, James Pierre, coorient. III. Título.

Aline Pericolo Sgiers
Zootecnista

DISSERTAÇÃO

Submetida como parte dos requisitos
para obtenção do Grau de

MESTRE EM ZOOTECNIA

Programa de Pós-Graduação em Zootecnia
Faculdade de Agronomia
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Porto Alegre (RS), Brasil

Aprovada em: 29.03.22
Pela Banca Examinadora

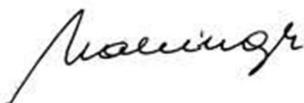
Homologado em: 05/07/2022
Por



CESAR HENRIQUE ESPIRITO CANDAL POLI
PPG Zootecnia/UFRGS
Orientador



SERGIO LUIZ VIEIRA
Coordenador do Programa de
Pós-Graduação em Zootecnia



Carlos Nabinger
UFRGS

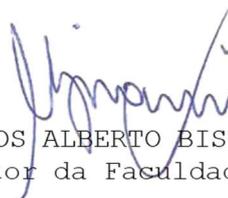
Gladis
Ferreira
Correa:01705719
988

Assinado de forma digital
por Gladis Ferreira
Correa:01705719988
Dados: 2022.04.04 19:24:41
-03'00'

Gladis Ferreira Correa
UNIPAMPA



Henrique Mendonça Nunes Ribeiro Filho
UDESC



CARLOS ALBERTO BISSANI
Diretor da Faculdade de Agronomia

Agradecimentos

Agradeço à minha família e amigos que ofereceram muito carinho e compreensão, em especial ao meu amado marido Louidi, por toda a ajuda, carinho e paciência.

Sou grata ao grupo de colegas e amigos do Centro de Pesquisa em Ovinos (CEPOV), ao Prof. Cesar Poli por aceitar me orientar, assim como a Jalise e, devido à pandemia e o contato limitado, ao colega de mesma época de ingresso Henrique, por toda a ajuda, seja durante as aulas ou realizando análises no laboratório.

Agradeço ao colega Juliano e família por oferecerem sua casa como estadia, e principalmente pelas coletas de pasto realizadas por ele, durante seu doutorado, que pude aproveitar na minha pesquisa, assim como, informações e dados compartilhados.

Agradeço ao Prof. Renius e às alunas da Universidade Federal de Santa Maria, por permitirem, auxiliarem e serem extremamente gentis em dividir os laboratórios e equipamentos durante seus experimentos.

Agradeço ao Prof. Muir, meu coorientador, e sua aluna Nichole pelas análises laboratoriais, gentileza e horas dedicadas.

Sou grata à Prof^a. Melissa pela ajuda com as análises estatísticas.

Por fim, agradeço ao CNPq, agência de fomento, que financiou o estudo com bolsa.

“Não se conhece completamente uma ciência enquanto não se souber da sua história.”

(Augusto Comte)

Resumo

Concentração de taninos condensados e α -tocoferol em *Desmodium incanum* e *Paspalum notatum* em diferentes condições edafo-climáticas dos Campos Sulinos Brasileiros

Autora: Aline Pericolo Sgiers

Orientador: Cesar Henrique Espirito Candal Poli

Coorientador: James Pierre Muir

Taninos condensados e α -tocoferol são importantes antioxidantes produzidos por pastagens naturais que possuem enorme potencial para incrementar a sustentabilidade ambiental e a produção animal. Este estudo teve como objetivo quantificar os compostos químicos secundários, taninos condensados e α -tocoferol, nas espécies vegetais *Desmodium incanum* (pega-pega) e *Paspalum notatum* (capim forquilha) comumente encontradas nos campos naturais dos biomas Pampa e Mata Atlântica. Amostras de pasto foram coletadas ao acaso, em oito sítios de coleta, seis sítios do bioma Pampa e dois do bioma Mata Atlântica, no Estado do Rio Grande do Sul. As amostras coletadas inicialmente foram armazenadas em botijão com nitrogênio, em seguida liofilizadas, moídas e realizada a extração dos compostos para posterior análise em cromatografia líquida. Encontrou-se valores médios de $185,5 \pm 87,5$ mg/g de tanino e $634 \pm 612,11$ g/kg de α -tocoferol em *Desmodium incanum* e valores médios de $50,14 \pm 16,41$ mg/g de tanino e $30,1 \pm 63,0$ g/kg de α -tocoferol em *Paspalum notatum*. Foram realizadas correlações entre as quantidades de ambos compostos em diferentes datas com dados de clima e solo provenientes das respectivas localidades. Algumas correlações significativas foram observadas entre fenóis totais e radiação solar ($r= 0,81334$) ($P = 0,0490$) e tocoferol e temperatura máxima ($r= 0.79940$) ($P = 0.0310$). Não houve mudanças significativas no α -tocoferol causadas por alterações na temperatura, precipitação, umidade do ar, radiação solar e níveis de fenóis totais, proteína precipitada por fenóis e proteína bruta nas plantas. A temperatura média, mais alta e constante, e radiação estão positivamente correlacionadas com fenóis totais e proteína precipitada por fenóis. O *Desmodium incanum* apresentou valores de tanino e α -tocoferol superiores ao *Paspalum notatum*, principalmente nos meses que apresentam aumento na temperatura, assim como, quando comparados somente a leguminosa apresenta proteína precipitada por fenóis demonstrando ser um vegetal rico em compostos antioxidantes que podem contribuir na alimentação dos animais, no aproveitamento da proteína vegetal e, conseqüentemente, influenciar positivamente nos produtos de origem animal.

Palavras-chave: antioxidante natural; Bioma Mata Atlântica; Bioma Pampa; compostos fenólicos; gramínea; leguminosa; proteína vegetal; vitamina E.

Abstract

Concentration of condensed tannins and α -tocopherol in *Desmodium incanum* and *Paspalum notatum* under different soil and climatic conditions in the Brazilian Southern Grasslands

Author: Aline Pericolo Sgiers

Supervisor: Cesar Henrique Espirito Candal Poli

Co-supervisor: James Pierre Muir

Condensed tannins and α -tocopherol are important antioxidants produced by natural pastures that have enormous potential to increase environmental sustainability and animal production. This study aimed to quantify the secondary chemical compounds, condensed tannins and α -tocopherol, in the plant species *Desmodium incanum* (creeping beggarweed) and *Paspalum notatum* (bahiagrass) commonly found in the natural grasslands of the Pampa and Atlantic Forest biomes. Pasture samples were randomly collected at eight collection sites, six sites in the Pampa biome and two in the Atlantic Forest biome, in the State of Rio Grande do Sul. The samples collected were initially stored in cylinders with nitrogen, then freeze-dried, ground and the compounds were extracted for further analysis in liquid chromatography. Mean values of 185.5 ± 87.5 mg/g of tannin and 634 ± 612.11 g/kg of α -tocopherol were found in *Desmodium incanum* and mean values of 50.14 ± 16.41 mg/g of tannin and 30.1 ± 63.0 g/kg of α -tocopherol in *Paspalum notatum*. Correlations were made between the amounts of both compounds at different dates with climate and soil data from the respective locations. Some significant correlations were observed between total phenols and solar radiation ($r= 0.81334$) ($P = 0.0490$) and tocopherol and maximum temperature ($r= 0.79940$) ($P = 0.0310$). There were no significant changes in α -tocopherol caused by changes in temperature, precipitation, air humidity, solar radiation and levels of total phenols, protein precipitated by phenols and crude protein in plants. Average, higher and constant temperature and radiation are positively correlated with total phenols and phenol-precipitated protein. *Desmodium incanum* presented tannin and α -tocopherol values higher than *Paspalum notatum*, mainly in the months that present an increase in temperature, as well as, when compared only the legume presents protein precipitated by phenols, demonstrating to be a vegetable rich in antioxidant compounds that can contribute to the feeding animals, in the use of vegetable protein and, consequently, positively influencing products of animal origin.

Keywords: Atlantic Forest Biome; grass; legume; natural antioxidant; Pampa Biome; phenolic compounds; vegetable protein; vitamin E.

RELAÇÃO DE TABELAS

Tabela 1. Coordenadas geográficas dos sítios de pesquisa.....	35
Tabela 2. Valores médios de Fenóis Totais (FT), Proteína Precipitada por Fenóis (PPF) que pode se ligar à Proteína e Tocoferol (\pm erro padrão) obtidos do <i>Desmodium incanum</i> e <i>Paspalum notatum</i> . ND= não detectado (próximo a zero)	41
Tabela 3. Valores médios de Fenóis Totais (FT), Proteína Precipitada por Fenóis (PPF) (mg/g \pm erro padrão) e Tocoferol (g/kg \pm erro padrão) obtidos do <i>Desmodium incanum</i> e <i>Paspalum notatum</i> nos diferentes sítios de coleta. ND*= não detectado (próximo a zero). NI** = não identificada.	42
Tabela 4. Valores médios de Fenóis Totais (FT), Proteína Precipitada por Fenóis (PPF) (mg/g \pm erro padrão) e Tocoferol (g/kg \pm erro padrão) obtidos do <i>Desmodium incanum</i> e <i>Paspalum notatum</i> nos períodos de coleta. ND= não detectado (próximo a zero).....	43
Tabela 5. Correlação (PC1 e PC2), Qualidade de representação (Cos2) e contribuição (%) entre variáveis originais e componentes principais considerando-se variáveis biológicas e climáticas para <i>Paspalum notatum</i>	45
Tabela 6. Correlação (PC1 e PC2), Qualidade de representação (Cos2) e contribuição (%) entre variáveis originais e componentes principais considerando-se variáveis biológicas e climáticas para <i>Desmodium incanum</i>	48

RELAÇÃO DE FIGURAS

Figura 1. Folha de <i>Paspalum notatum</i> . Fonte: Harman Patil (2021).....	19
Figura 2. Canteiro e Inflorescência de <i>Paspalum notatum</i> . Fonte: Autor, 2022....	19
Figura 3. <i>Desmodium incanum</i> (pega-pega). Fonte: Autor, 2022.....	20
Figura 4. Legumes do <i>Desmodium incanum</i> (pega-pega). Fonte: Rodolfo Coletti (2015).....	20
Figura 5. Inflorescência do <i>Desmodium incanum</i> . Fonte: Autor, 2022.	20
Figura 6. Estrutura molecular de tanino condensado, em destaque uma unidade de catequina, ou flavonol. Fonte: PIECHULLA e HELDT (2010).....	25
Figura 7. Tanino Hidrolisável e Ácido Gálico. Fonte: PIECHULLA e HELDT (2010).....	25
Figura 8. Molécula exemplo de tocoferol e tocotrienol. Fonte: JIANG (2014).....	28
Figura 9. (A) Biplot entre os atributos estudados sob a influência dos regiões e períodos, (B) Biplot entre os atributos estudados, (C) Contribuição (%) e (D) Dendrograma utilizando-se a distância euclidiana média pelo método UPGMA (Average Linkage) das variáveis estudadas para <i>Paspalum notatum</i>	46
Figura 10. (A) Biplot entre os atributos estudados sob a influência dos regiões e períodos, (B) Biplot entre os atributos estudados, (C) Contribuição (%) e (D) Dendrograma utilizando-se a distância euclidiana média pelo método UPGMA (Average Linkage) das variáveis estudadas para <i>Desmodium incanum</i>	49

RELAÇÃO DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

CLA: ácido linoléico conjugado
CLAE/HPLC: cromatografia líquida de alta eficiência/high performance liquid chromatography
CTC: capacidade de troca de cátions
ERO: espécies reativas de oxigênio
FDA: fibra em detergente ácido
FDN: fibra em detergente neutro
FT: fenóis totais
MW: peso relativo
PB: proteína bruta
PPF: proteína precipitada por fenóis: medida da quantidade de taninos condensados (TCs) que são biologicamente ativos, TCs que precipitam em solução com proteína.
TCs: taninos condensados
TCE: tanino condensado extraível
TCFB: tanino condensado ligado á fibra
TCPB: tanino condensado ligado à proteína bruta
Tocof: tocoferol
 α : alfa
 β : beta
 γ : gama
 δ : delta

SUMÁRIO

CAPÍTULO I	13
1. INTRODUÇÃO.....	14
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1. PASTO NATIVO	16
2.1.1. PASTAGENS.....	17
2.1.1.1. <i>Paspalum notatum</i>	18
2.1.1.2. <i>Desmodium incanum</i>	19
2.2. COMPOSTOS SECUNDÁRIOS	22
2.2.1. TANINOS CONDENSADOS.....	24
2.2.2. TOCOFEROL	27
3. HIPÓTESE E OBJETIVO	31
CAPÍTULO II	32
CONSIDERAÇÕES FINAIS	58
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60
APÊNDICE	66
VITA	75

CAPÍTULO I

1. INTRODUÇÃO

As vegetações campestres do sul do Brasil, contidas no Bioma Pampa e no Bioma Mata Atlântica são alguns dos ecossistemas mais ricos do mundo em termos de biodiversidade (BOLDRINI, 2009). Entretanto, esses campos estão sendo devastados e substituídos por atividades que no curto prazo dão um maior retorno econômico (NABINGER et al., 2009), mas que não apresentam sustentabilidade a longo prazo, uma vez que altamente dependentes de insumos externos.

Essas pastagens possuem características bioquímicas que podem gerar um relevante impacto na produção e qualidade da carne, com potenciais reflexos na saúde humana. Porém, muito pouco se conhece sobre a influência dessas características presentes na pastagem nativa relacionadas à qualidade do produto final.

A produção de carne ovina e bovina na região sul do Brasil é caracterizada quase que exclusivamente pela produção em sistemas pastoris, e a grande maioria está presente nos campos nativos da região sul do Brasil. O reconhecimento pelo mercado consumidor da qualidade de produtos provenientes de um bioma como o Pampa poderá permitir aos produtores agregar valor ao seu produto, conseqüentemente, melhorar os índices econômicos da cadeia visando a preservação da vegetação nativa.

Dentre os compostos bioquímicos, que podem ser encontrados nas pastagens nativas, destaca-se a presença de compostos secundários. Compostos que não estão relacionados ao metabolismo e crescimento da planta diretamente, e sim, à sua habilidade em sobreviver e adaptar-se, promovendo sua permanência no meio. Dos compostos secundários presentes nas forrageiras, ressalta-se como de grande potencial na produção pecuária os taninos condensados (POLI et al., 1998; LIU et al., 2012) e os tocoferóis (RIPOLL et al., 2013).

Apesar de haver importantes trabalhos com a utilização de taninos condensados e tocoferóis (POLI et al., 1998; LIU et al., 2011; RIPOLL et al., 2013), pouco é conhecido o efeito desses compostos secundários na composição das gramíneas e leguminosas do Bioma Pampa. Sabe-se que estes

compostos, como os tocoferóis, funcionam muito bem como antioxidantes naturais tanto para o vegetal como para o organismo vivo que irá utilizá-lo como alimento. Está associado à proteção do vegetal, de ocorrência mais ligada à gorduras ou reserva de lipídios nas plantas.

Já os taninos estão presentes em praticamente toda a planta, sendo responsável por atuar protegendo o vegetal de tudo que lhe causa prejuízo, seja radiação solar, excesso ou falta de água, herbivoria. Portanto, a sua concentração, em partes específicas da planta, vai depender de agentes externos para regular sua produção e ação, por exemplo, onde houver maior exposição do vegetal aos raios solares maior será a concentração de taninos no local, o tanino atuará reparando e prevenindo danos. Quanto mais exigente for o meio para a adaptação e estabilização do vegetal, mais tanino este produzirá.

As espécies escolhidas para o presente estudo são a principal espécie de Fabacea (*Desmodium incanum*) e de Poacea (*Paspalum notatum*) do campo nativo. E são importantes representantes dos campos sulinos devido sua frequente presença, adaptabilidade, produtividade e potencial forrageiro (NABINGER e DALL'AGNOL, 2019).

Assim, com o objetivo de identificar e quantificar a produção e variação na concentração de tanino condensado e α -tocoferol em duas espécies forrageiras presentes no Campo nativo (*Paspalum notatum* e *Desmodium incanum*) amostras foram coletadas em diferentes municípios do Rio Grande do Sul (Aceguá, Alegrete, Eldorado do Sul, Encruzilhada do Sul, Lavras do Sul, Tavares no Bioma Pampa e Vacaria e Jaquirana no Bioma Mata Atlântica), em diferentes períodos ao longo do ano, buscando verificar a dependência das condições ambientais (local e época).

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. PASTO NATIVO

Composições campestres, de acordo com Bilenca e Miñarro (2004), participam da formação de um bioma que cobre uma grande parte da superfície terrestre, e tais composições possuem grande importância na absorção de CO₂, controle de erosão do solo, produção de carne, leite, lã e couro. É o *habitat* de aproximadamente, 3.000 plantas, 385 espécies de pássaros e 90 mamíferos terrestres (BILENCA e MIÑARRO, 2004; SANTOS e SILVA, 2011).

O Bioma Pampa estende-se pelo Brasil, Uruguai, Argentina e Paraguai (ROYO PALLARÉS, BERRETA, MARASCHIN, 2005), mais detalhadamente parte sul do Brasil, no estado do Rio Grande do Sul. Os pastos do Sul do Brasil, dentre as formações campestres e os biomas apresentados, se tornam menos notados quando o assunto é preservação, pois as preocupações principais têm sido o Bioma Amazônia.

A ameaça ao Bioma Pampa não é totalmente compreendida (BENCKE, 2009; QUADROS, TRINDADE, BORBA, 2009). Suas pastagens naturais são a fonte alimentar mais importante para milhões de ruminantes, respondendo por mais de 90% das áreas pastoris do bioma. Este recurso natural está ameaçado, diminuindo a uma taxa de 135.000 hectares a cada ano (NABINGER et al., 2000)

A exploração de pastagens nativas pode gerar renda, contribuir com a manutenção da biodiversidade do bioma e a preservação dos seus serviços ecossistêmicos (FEDRIGO, 2011).

Este bioma possui importância inestimável devido à sua composição botânica, são cerca de 2200 espécies botânicas catalogadas que se dividem entre gramíneas e leguminosas, variam considerando a topografia, composição do solo, características climáticas, disponibilidade de água (BOLDRINI, 2009). Além disso, essas espécies convivem com outras famílias de plantas, evidenciando a diversidade desses campos, que, do ponto de vista econômico e ambiental são sustentáveis, quando bem manejados, contribuindo para a variabilidade e manutenção da característica botânica.

A pecuária de corte à pasto é uma atividade bastante importante para a economia do estado do Rio Grande do Sul. Esta ajuda na manutenção do Bioma, mostra-se a opção mais sustentável e de menor agressão ao ecossistema na obtenção de lucro ao produtor, permitindo que se produza carne bovina e ovina de qualidade e ainda beneficiando e preservando as características da paisagem (NABINGER et al, 2009).

O planejamento alimentar dos rebanhos de propriedades de campo nativo, muitas vezes é negligenciado. Pois a produção de biomassa é sazonal e possui grande variabilidade durante o ano, fazendo-se necessária a adoção de estratégias que visem prover as necessidades de forragem dos rebanhos nos períodos mais críticos de oferta de alimento. É imprescindível o uso de ferramentas de planejamento que antecipem e que possam fornecer estimativas quantificadas do *déficit* de forragem de modo que seja possível ao produtor tomar decisões, inclusive da venda de animais (CARVALHO et al., 2006).

A carne produzida a pasto proveniente do Bioma Pampa ainda é pouco conhecida pelo consumidor, devido à falta de informação, tanto relacionado ao Bioma, quanto às qualidades apresentadas no produto, como informa Azevedo et al., (2019). O perfil de ácidos graxos, a relação entre ômega 6 e 3, características sensoriais, a relação ácidos graxos poli-insaturados: saturados e o teor de ácido linoleico conjugado (CLA) são propriedades, ainda pouco exploradas, observadas em carnes nas quais a principal alimentação do animal está ligada ao pasto nativo (CASTILHOS, MACHADO, PINTO, 2009; OLIVEIRA et al., 2016; APELEO ZUBIRI, 2017).

No que tange a composição destes pastos com relação aos antioxidantes naturais, quando ingeridos pelo animal podem possuir efeitos satisfatórios na ação de prolongamento da vida de prateleira da carne, pois atuam prevenindo ou eliminando os radicais livres deste produto (LIMA JÚNIOR et al., 2013). Dos compostos bioativos disponíveis na pastagem que apresentam destacada capacidade antioxidante estão o tanino condensado e o tocoferol (TONTINI et al., 2019).

2.1.1. PASTAGENS

As pastagens naturais do Bioma Pampa são ecossistemas pastoris onde a atividade pecuária é a melhor forma de utilização sustentável desse recurso (NABINGER et al., 2009). A consequência da diversidade vegetal na dieta dos animais, nesse sistema, resulta em carne com sabor e aroma característicos, e com perfil de ácidos graxos diferenciado na gordura, mais adequado para a saúde humana (FREITAS, 2007; DEVINCENZI et al., 2012).

Algumas das espécies de pastagens mais presentes no campo nativo são: *Sporobolus indicus*, *Paspalum notatum*, *Desmodium incanum* e *Axonopus affinis* (CARVALHO et al., 2006), porém as espécies de gramíneas e leguminosas que apresentam, em muitos locais dos campos sulinos, a maior presença são o *Paspalum notatum* e o *Desmodium incanum*, respectivamente.

2.1.1.1. *Paspalum notatum*

O *Paspalum notatum* ou grama-forquilha, como é comumente conhecido na região Sul, apresenta-se como uma gramínea com certa densidade, mas prostrada, com caules supraterrâneos, unidos em rizoma e suas lâminas foliares com a região apical aguda e glabra (NABINGER e DALL'AGNOL, 2019) (Figura 1). Seu colmo florífero ereto pode chegar a aproximadamente 60 cm de comprimento e, na sua extremidade, exibe uma inflorescência com racemos bifurcados, o que lhe designa o nome de forquilha. As anteras produzem pólen com cor roxeada peculiar, apresentada na Figura 2.

Pode se propagar via semente e por rizomas, e possui adaptabilidade a solos franco-arenosos e de média-baixa fertilidade. Como gramínea tropical, apresenta maior produção nos meses mais quentes do ano (WALLAU et al., 2019).



Figura 1. Folha de *Paspalum notatum*. Fonte: Harman Patil (2021).



Figura 2. Canteiro e Inflorescência de *Paspalum notatum*. Fonte: Autor, 2022.

2.1.1.2. *Desmodium incanum*

O *Desmodium incanum*, popularmente conhecido como pega-pega devido à característica aderência de seus legumes providos de tricomas, é uma leguminosa que apresenta melhor adaptabilidade quando em pressão de pastejo leve, com carga controlada, e sua maior disponibilidade de oferta de forragem encontra-se na primavera (MARASCHIN, 2009), porém permanece com acúmulo de matéria-seca no verão, fácil de ser identificado por apresentar-se trifoliolado, com folhas arredondadas quando novas e inflorescência de coloração lilás (Figuras 3 e 4). Consegue competir com outras pastagens e

mostrar desenvolvimento de inflorescência e sementes. Não é uma pastagem fácil de ser propagada por interferência humana, pois as sementes possuem uma certa dormência (MARASCHIN, 2009; TONTINI et al., 2019).



Figura 3. *Desmodium incanum* (pega-pega). Fonte: Autor, 2022.



Figura 4. Legumes do *Desmodium incanum* (pega-pega). Fonte: Rodolfo Coletti (2015)



Figura 5. Inflorescência do *Desmodium incanum*. Fonte: Autor, 2022.

2.2. COMPOSTOS SECUNDÁRIOS

São compostos produzidos pela planta e são identificados como secundários por não participarem das funções básicas de sobrevivência de um vegetal. Não são os responsáveis por funções metabólicas como o crescimento, o desenvolvimento e a reprodução. A importância dos compostos secundários está relacionada à adaptação da planta ao meio em que se encontra, protegendo esta contra escassez ou excesso de micro e macronutrientes no solo, deficiência de matéria orgânica, escassez hídrica, excesso de exposição solar, herbivoria, ou qualquer estresse que possa sofrer em decorrência do meio (SWAIN, 1977).

Alguns metabólitos secundários como alcaloides, antocianinas, esteroides, fenólicos e flavonoides são sintetizados naturalmente pelas plantas, devido a estímulos internos e externos, são compostos utilizados como aditivos, agroquímicos, biopesticidas, corantes e farmacêuticos. Apesar de existir uso positivo para esses metabólitos, resultados de estresse e de estressores, estes são respostas que afetam o desenvolvimento da planta e podem intervir na sua produtividade, pois interferem na via das pentoses fosfato e na via normal dos metabólitos primários, que se dá a partir da glicólise (KRANNER et al., 2010).

Já os estressores podem ser classificados como bióticos e abióticos, e estes são feromônios, fitormônios, vírus, bactérias, fungos, nematoides, insetos ou temperatura, água, nutrientes, irradiação, ou seja, fatores físicos e químicos respectivamente. (CHEYNIER et al., 2013; VÁZQUEZ-HERNÁNDEZ et al., 2019).

Em alguns exemplos de interferência externa capaz de influir na produção de metabólitos secundários de forma bastante efetiva está o comprimento de onda da luz dentro do espectro visível, percebido pela planta por estruturas denominadas fotorreceptores que servem como informantes ao sistema de defesa de acordo com a intensidade do feixe de luz, tempo de duração e possíveis danos aos componentes celulares. Essas ações acionam mecanismos de defesa e reorganizam as prioridades modificando as rotas metabólicas para sua proteção (AKULA e RAVISHANKAR, 2011; MÜLLER-XING et al., 2014; ALVARADO et al., 2019).

Entretanto, elementos considerados tóxicos e sem valor nutricional, quando em excesso, como cádmio e cobre, bastante comuns em solos argilosos ou com

boa capacidade de troca de cátions (CTC), resultam em produção de compostos fenólicos (DAS et al., 1997; ALLEONI, 2005). Alterações no metabolismo vegetal devido a ação de metais pesados pode inibir a ação de enzimas responsáveis pela produção de pigmentos fotossintéticos, assim como, de açúcares, proteínas e tióis não-proteicos. Estes são capazes de quelatar esses metais, impedindo seu efeito tóxico sobre a célula (HARTLEY-WHITAKER et al., 2001; PAWLIK-SKOWRONSKA et al., 2004; NASIM e DHIR, 2010; NAIK e AL-KHAYRI, 2016; IBRAHIM, CHEE KONG, MOHD ZAIN, 2017).

As raízes, em função de manter a homeostase, possuem um sistema para detectar de maneira eficiente os nutrientes. Quando os nutrientes estão em baixa disponibilidade, sinalizações químicas são produzidas e a partir delas geram-se reações em cadeia. Sinalizadores como açúcares, espécies reativas de oxigênio (ERO), fitormônios e fatores de transcrição são importantes na manutenção da homeostase dos nutrientes no vegetal (NATH e TUTEJA, 2016; ISAH, 2019).

Os elementos que participam da composição estrutural e também da parte energética nas plantas são os macronutrientes. No entanto, os microelementos são importantes às respostas enzimáticas, e dentre eles Cu, Fe, Mn e Zn compõem os antioxidantes enzimáticos presentes na regulação de processos oxidativos (HAJIBOLAND, 2012; NATH e TUTEJA, 2016), quando ocorre a lixiviação do solo, ou qualquer alteração na absorção destes, a planta se protegerá sintetizando compostos secundários.

Para atrair polinizadores e dispersores de sementes, ou então, para defender-se de insetos e predadores, como meio de comunicação, termotolerância, adaptação ao meio ou como resposta ao estresse ambiental, as plantas podem emitir compostos orgânicos voláteis (VIVALDO et al., 2017).

Os compostos orgânicos voláteis são classificados em derivados de ácidos graxos, fenilpropanóides (classe dos taninos e tocoferóis), em derivados de aminoácidos e em terpenóides (DUDAREVA et al., 2013). Estes são emitidos pelas plantas via raiz (RAKSHIT et al., 2020), deste modo, interagem também com as bactérias e fungos do solo estabelecendo, assim, uma relação simbiótica microrganismos-plantas (DESSAUX et al., 2016).

Os microrganismos são beneficiados pelos compostos secundários com os exsudatos das raízes, ao mesmo tempo que produzem os metabólitos não voláteis.

Estes interferem na assimilação dos nutrientes presentes no solo e, conseqüentemente, influenciam no crescimento e desenvolvimento da planta (DOTANIYA e MEENA, 2015).

2.2.1. TANINOS CONDENSADOS

Tanino vem da expressão tanagem, transformar pele em couro (BISANDA, OGOLA, TESHHA, 2003). E nada mais é do que a propriedade de se associar às macromoléculas naturais complexando a estrutura, assim como, em um número grande de moléculas pequenas, precipitando e transformando-as em couro (HASLAM, 2007).

Os taninos são compostos fenólicos, caracterizados pela presença de um sistema benzênico com um ou mais grupos hidroxila que podem encontrar-se metilados ou glicosilados. Taninos condensados (Figura 6) são polímeros constituídos por duas ou mais unidades de flavan-3-ol, cada unidade também pode ser conhecida como catequina (NAUMANN et al., 2017).

Em taninos condensados os anéis de benzenos estão ligados por átomos de carbono, diferentemente de taninos hidrolisáveis (Figura 7), em que suas ligações possuem átomos de hidrogênio, portanto mais suscetíveis a degradação. Esses são formados pela esterificação de ácidos gálico e elágico glicosilados, a partir do chiquimato. Nessas reações ocorre a esterificação dos grupos hidroxilas com os ácidos fenólicos (MONTEIRO et al., 2005).

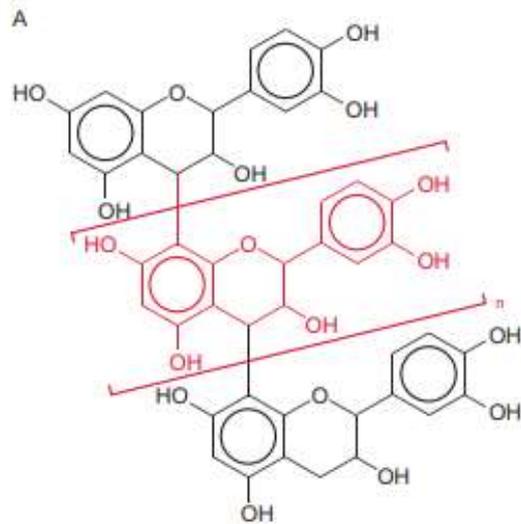


Figura 6. Estrutura molecular de tanino condensado, em destaque uma unidade de catequina, ou flavonol. Fonte: PIECHULLA e HELDT (2010).

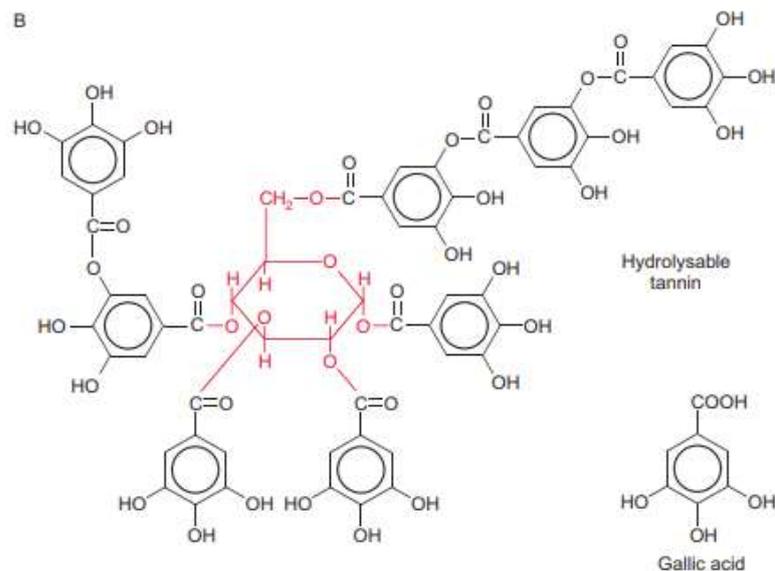


Figura 7. Tanino Hidrolisável e Ácido Gálico. Fonte: PIECHULLA e HELDT (2010).

Os taninos estão presentes em todas as partes (sementes, brotos, folhas, caules e raízes) que compõem as plantas que os possuem (HEMINGWAY, KARCHESY, 1989). Encontram-se, principalmente em vegetais lenhosos e de consumo, tanto humano quanto animal. Após a lignina, são a maior fonte de polifenóis em vegetais (COSTA et al., 2008a). Os taninos encontram-se ligados

à parede celular, armazenados no vacúolo, como solução, e nas células parenquimatosas (parênquimas paliçádico e lacunoso).

Estes compostos fenólicos funcionam como protetores das plantas contra predadores e radiação ultravioleta (40 – 320nm) com comprimentos de onda que podem prejudicar proteínas e ácidos nucleicos. Portanto, onde houver maior exposição da planta aos raios solares também vai haver maior concentração de taninos no local (HEMINGWAY, KARCHESY, 1989; HEIL et al., 2002).

Caso ocorra algum dano à planta, os taninos tendem a reparar as proteínas e modificar a produção de enzimas para que não ocorra formação de resíduos de aminoácidos, como a adição de radical acetil – COCH_3 – em resíduos de lisina. Os taninos também ajudam a inibir radicais livres de oxigênio causado pelo stress do vegetal. Em relação ao consumo de taninos pelos animais, estes podem facilitar a absorção de aminoácidos, além de apresentarem propriedades anti-helmínticas (COSTA et al., 2008b).

Esta ação anti-helmíntica tem sido cada vez mais estudada, uma vez que a infecção por nematoides gastrointestinais está entre os maiores limitantes da produtividade de pequenos ruminantes ao redor do mundo. O principal parasita é o *Haemonchus contortus*. Sua ação possui vários efeitos, inicialmente com a perda de sangue, dando origem a uma anemia que pode ser seguida de anorexia, perda de escore corporal, apatia e morte do animal. Taninos também podem atuar como ovicidas e larvicidas para *Haemonchus contortus*, e sua vantagem é a ausência de resíduos na carne (PATHAK, 2013).

Entretanto, algumas plantas que possuem alta concentração de taninos condensados podem apresentar sabor adstringente e não serem aceitas para consumo. Quando a planta apresenta um valor superior de taninos condensados, estes compostos podem lesionar a parede do intestino dos animais. No entanto, as forragens taníferas tropicais, como as estudadas, apresentam um nível moderado da substância.

O nível moderado de tanino indica que não causará danos à parede do intestino, com palatabilidade viável, evitando que afete o consumo por parte do animal e ainda seja considerado eficaz contra o desenvolvimento de parasitas em qualquer estágio (ovos, larvas e adultos), como indica Pathak (2013).

A atuação dos taninos na proteção das plantas e na sua atividade anti-helmíntica em animais pode ser importante na produção de ruminantes. Além disso, estes compostos secundários, possuem ação na eficiência do aproveitamento da proteína bruta, protegendo durante a fermentação no rúmen, tornando mais eficaz a digestibilidade e por consequência o desempenho dos microrganismos presentes no intestino, onde essa proteína será aproveitada e disponibilizada em forma de aminoácidos. Estes compostos secundários tão importantes para a nutrição animal estão presentes nas pastagens mais adaptadas de nosso bioma (TONTINI et al., 2019).

2.2.2. TOCOFEROL

Assim como taninos, outra substância associada à pastagem que traz benefícios à planta, aos animais e que também oferecerá diferencial no produto que chega ao consumidor, seja ele carne ou leite, é o α -tocoferol, popularmente conhecido como vitamina E.

Essa substância faz parte do grupo de vitaminas lipossolúveis e possui oito formas de apresentação de moléculas lipofílicas: α -, β -, γ - e δ -tocoferol e α -, β -, γ - e δ -tocotrienol (JIANG, 2014). Tocoferóis e tocotrienóis (Figura 8) são compostos de um núcleo cromanol com uma cadeia alifática lateral. Tocoferóis naturais possuem configuração RRR nas posições 2, 4' e 8', diferentemente dos tocotrienóis que têm R na posição 2 (CERQUEIRA, MEDEIROS, AUGUSTO, 2007; JIANG, 2014).

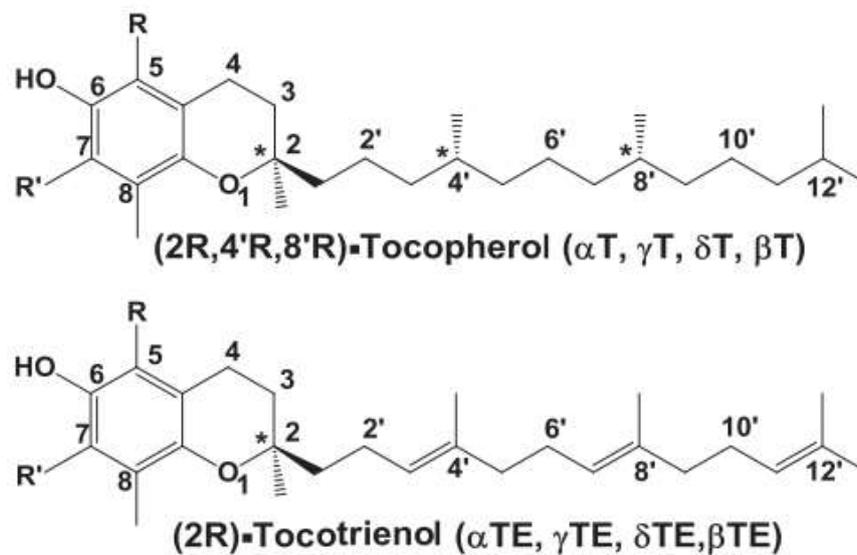


Figura 8. Molécula exemplo de tocoferol e tocotrienol. Fonte: JIANG (2014).

O tocoferol é encontrado nas plantas nas quais é produzido e armazenado, principalmente nas folhas verde-escuras e sementes oleaginosas, assim como em óleos vegetais e germe de trigo. Nos alimentos de origem animal encontra-se em maior quantidade na gema do ovo e no fígado (BALL, 1998; AZZI, 2018). Azzi (2018), acrescenta que dentre todas as suas quatro apresentações (α , β , γ e δ), apenas o α -tocoferol apresenta atividade vitamínica, porém todas suas isoformas (tocoferóis e tocotrienóis) são antioxidantes.

O termo tocoferol designa-se para os derivados do tocol, ou seja, as posições das ramificações com metil e o termo tococromanóis refere-se ao coletivo de tocoferóis e tocotrienóis (BALL, 1998).

A procura por antioxidantes naturais, substituindo os artificiais em produtos alimentícios, se deve pelas alterações no hábito alimentar por parte dos consumidores e pela rejeição do acréscimo de aditivos desconhecidos. A preocupação e o entendimento sobre vantagens de se consumir alimentos mais saudáveis é observada em muitos produtos, entre eles os cárneos (LIMA JÚNIOR et al., 2013).

Forragens frescas contêm naturalmente altas concentrações de α -tocoferol. Cordeiros pastando forragem fresca podem ter concentrações elevadas de α -tocoferol muscular, resultando na melhoria da estabilidade

oxidativa e de cor da carne sem ter que usar suplementos de vitamina E (APELEO ZUBIRI, 2017).

Difícilmente ocorre deficiência da vitamina E em nosso organismo, porque este necessitaria de má absorção lipídica, ou deficiência genética no metabolismo de lipoproteínas para acontecer, portanto este tipo de ocorrência não seria devido somente a dieta deficiente. Uma possível deficiência grave pode influenciar a cognição e a locomoção, resultar em reabsorção fetal, encefalomalacia e miopatia, por exemplo. Por apresentar-se como lipossolúvel, o α -tocoferol tem ação direta apenas em locais específicos, porém tem ação indireta na sinalização celular, proliferação de células musculares lisas, assim como, na atividade da proteína quinase (HOPPE e KRENNRICH, 2000; RANARD et al., 2020).

A vitamina E proveniente de sementes, óleos, ou seja, sua forma natural, é absorvida como tocoferol. A importância de se obter dessa maneira é comparado ao consumo de tocoferol artificial proveniente de produtos sintéticos ou fortificados, pois em sua forma artificial apresenta quatro outras formas (estereoisômeras), ou seja, não apenas tocoferóis, mas também tocotrienóis.

No entanto, quando consumida como tocotrienol, além de não apresentar a mesma eficiência de atuação, este ainda pode afetar a expressão do gene responsável pela mielinização do cerebelo, que contribui para a propagação do impulso nervoso (RANARD et al., 2020).

Assim como o tanino, o tocoferol presentes nas plantas, têm grande importância devido a sua ação antioxidante sobre as macromoléculas celulares como DNA, proteínas e ácidos graxos, atuando contra a ação de radicais livres (SADO et al., 2013). Uma de suas principais funções é prevenir o estresse oxidativo em tecidos biológicos, o qual pode ser agravado quando há desequilíbrio vitamínico na formulação de dietas (ABDEL-HAMEID, ABIDI, KHAN, 2012).

Os tocoferóis são um dos antioxidantes mais utilizados em dietas de animais, pelo fato de retardar a oxidação lipídica e reduzir as perdas por exsudação da carcaça, além de fornecer estabilidade da cor da carne, aumentando de forma significativa o seu tempo de prateleira (LÓPEZ-BOTE et al., 2001).

A oxidação lipídica é uma das principais causas de deterioração da qualidade da carne e muitas vezes a causa direta de mudanças de cor (BUCKLEY,

MORRISEY, GRAY, 1995). Isso resulta na perda de sabor e valor nutritivo que, conseqüentemente, limitam a vida de prateleira da carne (KANNER, 1994). Pesquisas revelam que dietas a base de alimentos ricos em α -tocoferol podem ajudar na prevenção de danos foto-oxidativos (ROPKE et al.,2003), além de agir como fármacos devido a sua função de captadores e liberadores de energia (PAIXÃO e STAMFORD, 2004) e na inibição de doenças do coração e mal de Alzheimer (HOPPE; KRENNRICH, 2000).

3. HIPÓTESE E OBJETIVO

Hipótese

Há variação na concentração dos compostos antioxidantes em *Desmodium incanum* e *Paspalum notatum* de acordo com a estação do ano e local dos campos sulinos. O conhecimento dessa variação poderá servir de base para futuros estudos sobre a influência da produção sustentável de herbívoros no campo nativo do sul do Brasil.

Objetivo Geral

Quantificar a concentração de compostos secundários, tanino condensado e α -tocoferol em *Paspalum notatum* e *Desmodium incanum*, e relacionar com as características edafo-climáticas de diferentes locais e estações do ano.

CAPÍTULO II

Artigo elaborado de acordo com as normas da Revista *Animal Production Science*

Concentração de taninos condensados e α -tocoferol em *Desmodium incanum* e *Paspalum notatum* em diferentes condições edafo-climáticas dos Campos Sulinos Brasileiros

Aline P Sgiers, Cesar HEC Poli, Jalise F Tontini, Juliano H Motta, Renius O. Mello, Valério P. Pillar, James P Muir

Resumo

Taninos condensados e α -tocoferol são importantes antioxidantes produzidos por pastagens naturais que possuem enorme potencial para incrementar a sustentabilidade ambiental e a produção animal. Este estudo teve como objetivo quantificar os compostos químicos secundários, taninos condensados e α -tocoferol, nas espécies vegetais *Desmodium incanum* (pega-pega) e *Paspalum notatum* (capim forquilha) comumente encontradas nos campos naturais dos biomas Pampa e Mata Atlântica. Amostras de pasto foram coletadas ao acaso, em oito sítios de coleta, seis sítios do bioma Pampa e dois do bioma Mata Atlântica, no Estado do Rio Grande do Sul. As amostras coletadas inicialmente foram armazenadas em botijão com nitrogênio líquido, em seguida liofilizadas, moídas e realizada a extração dos compostos para posterior análise em cromatografia líquida. Encontrou-se valores médios de $185,5 \pm 87,5$ mg/g de tanino e $634 \pm 612,11$ g/kg de α -tocoferol em *Desmodium incanum* e valores médios de $50,14 \pm 16,41$ mg/g de tanino e $30,1 \pm 63,0$ g/kg de α -tocoferol em *Paspalum notatum*. Foram realizadas correlações entre as quantidades de ambos compostos em diferentes datas com dados de clima e solo provenientes das respectivas localidades. Correlações significativas foram observadas entre fenóis totais e radiação solar ($r = 0,81334$) ($P = 0,0490$) e entre tocoferol e temperatura máxima ($r = 0,79940$) ($P = 0,0310$). Não houve mudanças significativas no α -tocoferol causadas por alterações na temperatura, precipitação, umidade do ar, radiação solar e níveis de fenóis totais, proteína precipitada por fenóis e proteína bruta nas plantas. A temperatura média, mais alta e constante e radiação estão positivamente correlacionadas com fenóis totais e proteína precipitada por fenóis. O *Desmodium incanum* apresentou valores de tanino e α -tocoferol superiores ao *Paspalum notatum*, principalmente nos meses que apresentam temperatura mais elevada. Quando comparados, somente a leguminosa apresenta proteína precipitada por fenóis, demonstrando ser um vegetal rico em compostos antioxidantes que podem contribuir na alimentação dos animais, no melhor aproveitamento da proteína vegetal e, conseqüentemente, influenciar positivamente nos produtos de origem animal.

Palavras-chave: antioxidante natural; Bioma Mata Atlântica; Bioma Pampa; compostos fenólicos; gramínea; leguminosa; proteína vegetal; vitamina E.

INTRODUÇÃO

Os campos sulinos, presentes no sul do Brasil, Argentina, Uruguai e Paraguai, são ricos em espécies forrageiras nativas com propriedades ainda pouco estudadas que podem se mostrar muito vantajosas em relação a produtos de origem animal, sem necessidade de alterar a composição e aparência naturais deste tipo de paisagem, contribuindo para a conservação dos biomas Pampa e Mata Atlântica.

Nestes campos o *Desmodium incanum* e o *Paspalum notatum*, são espécies bastante representativas de ambos biomas, pois encontram-se em abundância. Sendo, portanto, escolhidos para caracterizar e quantificar compostos bioquímicos que representam melhor utilização da proteína presente no vegetal pelos animais e contribuem para menor oxidação ou melhor conservação do produto final. Estes compostos são os taninos condensados (POLI et al., 1998; LIU et al., 2012) e o α -tocoferol (RIPOLL et al., 2013).

Estes compostos estão relacionados à habilidade da planta em sobreviver e adaptar-se ao meio e à época em que se encontra, seja em relação à radiação, à escassez de nutrientes ou à falta de água, promovendo sua permanência no ambiente.

O objetivo desse estudo é quantificar a concentração de compostos secundários, tanino condensado e α -tocoferol, em *Paspalum notatum* e *Desmodium incanum*, e relacionar com as características edafo-climáticas de diferentes locais e épocas do ano.

MATERIAIS E MÉTODOS

Duas espécies de forrageiras tropicais foram estudadas em relação as suas características bioquímicas, sendo elas o *Desmodium incanum* e o *Paspalum notatum* Flüggé. As coletas das amostras foram realizadas mensalmente de janeiro de 2019 a fevereiro de 2020 em oito áreas situadas em diferentes regiões fisiográficas de campo nativo do estado do Rio Grande do Sul.

Os sítios de pesquisa estão localizados no bioma Pampa: Planície litorânea (município de Tavares), Serra do Sudeste (Encruzilhada do Sul), Depressão Central (Eldorado do Sul) e Campanha (Aceguá, Alegrete e Lavras do Sul); no bioma Mata Atlântica: Campos de Cima da Serra (Jaquirana e Vacaria).

Tabela 1. Coordenadas geográficas dos sítios de pesquisa.

Bioma Pampa		
Sítio de coleta	Coordenadas geográficas	Altitude
Aceguá	31°38'55,0" S e 54°09'26,0" W	167 m
Alegrete	30°04'09,0" S e 55°59'28,0" W	185 m
Eldorado do Sul	30°06'09,4" S e 51°40'56,0" W	46 m
Encruzilhada do Sul	30°23'28,1" S e 52°28'02,3" W	200 m
Lavras do Sul	30°41'55,0" S e 53°58'12,0" W	330 m
Tavares	31°23'38,0" S e 51°9'22,3" W	3 m
Bioma Mata Atlântica		
Sítio de coleta	Coordenadas geográficas	Altitude
Jaquirana	29°05'43,0" S e 50°22'02,0" W	815 m
Vacaria	28°11'08,19" S e 51°01'56,40" W	970 m

O clima do bioma Pampa é classificado como subtropical úmido Cfa, segundo o sistema de classificação de Köppen. No ano de 2019, a precipitação acumulada foi de 1396 mm em média, com maior valor registrado em Lavras do Sul (1749 mm). Apresentou 19,5 °C de temperatura média anual, com máxima absoluta em Eldorado do Sul (40,3°C) e mínima absoluta registrada em Alegrete (-3,2°C).

Nos Campos de Cima da Serra (bioma Mata Atlântica) o clima é classificado como temperado úmido Cfb de acordo com a classificação de Köppen. No ano de 2019, a temperatura média foi de 15,1 °C, com mínima absoluta (- 4,2 °C) e máxima absoluta (33,4 °C) registradas em Vacaria. A precipitação acumulada nos campos de altitude foi de 1850 mm.

Em cada sítio de pesquisa, as amostras, contendo, aproximadamente, 50 g de folhas verdes, de *Paspalum notatum* e *Desmodium incanum* foram coletadas ao acaso. Essas espécies são consideradas as principais espécies forrageiras na maioria das regiões do campo nativo do bioma Pampa e Campos de Cima da Serra (BOLDRINI, 2009). Essas amostras foram coletadas e logo

contidas em sacos plásticos e armazenadas em botijão de N líquido, a fim de evitar a oxidação e degradação dos tecidos. Em seguida essas amostras foram secas a frio (liofilizadas) e mantidas sob refrigeração no escuro.

As amostras foram moídas em moedores de café e armazenadas em frascos de plástico transparente de 15 g com tampa do tipo lacre, envoltas por papel alumínio e refrigeradas a fim de evitar degradação dos compostos secundários.

Teores Fenólicos

Purificação e quantificação de Taninos condensados (TCs)

Taninos condensados (TCs) foram extraídos de tecido vegetal com 70:30 (v/v) acetona:água. A acetona foi removida por evaporação sob pressão reduzida e substituída por metanol. TCs foram purificados de cada espécie de planta usando Sephadex LH-20 (GE Healthcare Bio-Sciences Corp., Piscataway, NJ, EUA) (STRUMEYER e MALIN 1975).

Cada extrato foi misturado com Sephadex LH-20 que foi equilibrada em metanol, e a pasta foi lavada com metanol até a absorvância em 280 nm atingir a linha de base. Os taninos foram liberados do Sephadex lavando com 70:30 (v/v) acetona:água e os taninos purificados foram liofilizados.

Os TCs purificados de cada espécie individual foram usados para desenvolver padrões específicos da espécie para os ensaios de ácido butanol e para determinações do peso molecular. As concentrações totais de TC foram determinadas para duas amostras replicadas de cada espécie de planta conforme descrito por Terrill et al. (1992). TC extraível (TCE) foi extraído de tecido vegetal com 10 mL de 70:30 (v/v) acetona:água seguido por 10 mL de éter dietílico. TC ligada a proteínas (PBCT) foi extraída do resíduo com 10 mL de sódio dodecil sulfato (1% p/v) mercaptoetanol (5% v/v) contendo cloridrato de Tris (0,01 M). Ligado a fibra TC (FBTC) foi determinado usando o resíduo após Extração de ECT e PBCT. TCs foram determinados em cada fração foram determinados com base na absorvância a 550 nm seguindo reação com butanol HCl (5% v/v HCl).

Peso molecular do Tanino Condensado

Os pesos moleculares de TC de cada espécie foram determinados pela GPC (Waters, Milford, MA, EUA), como descrito por Huang et al. (2010), usando um PL gel 3 mm Coluna Mixed-E (Agilent Technologies, Santa Clara, CA, EUA) e tetrahidrofurano como fase móvel. Os extratos de TC purificados foram dissolvidos em tetrahidrofurano até uma concentração final de 0,5 mg/mL, e 50 mL foram injetados a uma taxa de fluxo de 1,0 mL/min a 25°C.

Pesos moleculares médios de peso relativo (MW) foram calculados com base em uma curva de calibração desenvolvida usando Polystyrene Low EasiVials (Agilent Technologies, Santa Clara, CA, EUA) compreendendo poliestireno padrões que variam de 162 a 38.640 Da.

Precipitabilidade da proteína por Fenóis (PPF)

O método reduzido descrito por Hagerman e Butler (1978) foi usado para determinar a precipitabilidade da proteína de TC em três extratos vegetais brutos replicados. A precipitação de proteína foi determinada usando extratos, devido às limitações na quantidade de tanino.

Extratos vegetais brutos

Extratos vegetais brutos foram preparados para cada amostra, extraíndo tecido vegetal com 1 mL de 50:50 (v/v) metanol:água em um rotador por 15 min seguido de centrifugação a 16.000 g por 5 min a 48C.

Teores de Tocoferóis

Parte da mesma amostra de planta utilizada para determinação de Teores fenólicos foram usadas para realizar a determinação dos teores de tocoferóis.

O conteúdo de α -tocoferol foi determinado de acordo com a metodologia adaptada de Prates et al. (2006), em 0,2 g de tecido vegetal, por extração

realizada com ácido ascórbico para estabilização, em tubo Falcon de 50 mL. Posteriormente, adicionou-se a solução saponificante contendo hidróxido de potássio, álcool etílico e água. Para efetivar a mistura agitou-se a solução em vórtex com duração de 2 min.

A solução pronta foi aquecida a 80° C em banho-maria, com agitação, durante 15 min e logo após resfriada em água gelada. Foram adicionados 3 mL de água destilada, e novamente agitou-se em vórtex durante 2 min.

Para separar em fases a solução, utilizou-se centrífuga a 2500 rpm durante 5 min. Após ocorrer a separação em duas fases, coletou-se o sobrenadante e este foi adicionado a outro tubo Falcon de 15 mL já contendo sulfato de sódio anidro.

Posteriormente, essa solução sobrenadante também foi coletada e adicionada a um tubo de microcentrífuga, seca a frio em nitrogênio para ser diluído em solução de acetonitrila, metanol e MTBE e, então, injetou-se a diluição no HPLC. A determinação foi realizada usando cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) (HPLC - SHIMADZU), MeOH: H₂O 93:7(v: v) como fase móvel e uma coluna NovaPak 4 µm de 30 cm (GÓRNAŚ et al., 2014).

Análise Bromatológica

As análises bromatológicas das amostras de forragem (Apêndice - A-1 e A-2) foram feitas para estimar os teores de Carbono (C), Nitrogênio (N) e proteína bruta (PB), de acordo com a metodologia AOAC (1995). A concentração de fibra em detergente neutro (FDN) foi analisada de acordo com Van Soest et al. (1991), enquanto que a fibra em detergente ácido (FDA) analisou-se segundo Goering e Van Soest (1970).

Análise Estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo procedimento PROC MIXED do programa estatístico SAS 9.4 a um nível de significância de 5 %, no qual os sítios e os períodos de coleta foram considerados como efeito fixo. Os dados

das características químicas (fenóis totais, taninos e tocoferol) das espécies apresentaram normalidade pelo teste Shapiro-Wilk ($P > 0.05$). Foi realizada correlação de Pearson entre as características químicas das espécies forrageiras, características dos solos e ambientais.

A Análise de Componentes Principais (ACP) (JOLLIFFE, 1986) e de Agrupamento utilizando a distância euclidiana e o método de UPGMA (Unweighted Pair-Group Average) foram aplicadas no estudo de duas espécies forrageiras *Desmodium incanum* e *Paspalum notatum*.

Para a leguminosa *Desmodium incanum*, considerou-se:

- Variáveis biológicas e climáticas: mg total phenolics/g plant (PHEN), mg binding CT/g plant (bin_CT), %CP, %NDF, %ADF, Tocoferol, Tmédia (°C), Tmínima (°C), Tmáxima (°C), Precipitação (Prep) (mm), Umidade (Umi) (%) e Radiação (Rad) (kJ/m²)

As variáveis biológicas e climáticas da leguminosa *Desmodium* foram coletados em seis regiões, Alegrete (Al), Eldorado (El), Encruzilhada (En), Lavras (Lv), Jaquirana (Jq) e Tavares (Tv) em cinco períodos mai_jun(1), jul_ago (2), set_out (3), nov_dez (4) e jan-fev (5).

Para a gramínea *Paspalum notatum*, considerou-se:

- Variáveis biológicas e climáticas: mg total phenolics/g plant (PHEN), %CP, %NDF, %ADF, Tocoferol, Tmédia (°C), Tmínima (°C), Tmáxima (°C), Precipitação (Prep) (mm), Umidade (Umi) (%) e Radiação (Rad) (kJ/m²)

Para a gramínea *Paspalum notatum*, as variáveis biológicas e climáticas foram coletados em sete regiões, Acegua (Ac), Alegrete (Al), Eldorado (El), Encruzilhada (En), Lavras (Lv), Jaquirana (Jq) e Vacaria (Vc) em cinco períodos mai_jun(1), jul_ago (2), set_out (3), nov_dez (4) e jan-fev (5).

Nas análises considerando-se as variáveis biológicas e solo foram realizadas utilizando-se a média das regiões estudadas.

A análise dos resultados na ACP se baseou na representação gráfica (Biplot) relativa aos eixos dos componentes, considerando o parâmetro Cos^2 , indicador da Qualidade de representação, e simultaneamente as contribuições (%) que traduzem a parte da variância correspondente a cada nível da variável. Variáveis que estão correlacionadas com CP1 e CP2 são as mais importantes para explicar a variabilidade no conjunto de dados e possuem altos valores de Cos^2 e contribuição (%), indicando uma boa representação da variável no componente principal (ABID; WILLIAMS, 2010).

As análises foram realizadas pelo Software R de computação estatística (R CORE TEAM, 2020) utilizando os pacotes “FactoMineR” (LÉ; JOSSE e HUSSON, 2008) e “factoextra” (KASSAMBARA; MUNDT, 2020).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tanto *Desmodium incanum* como *Paspalum notatum* apresentaram fenóis totais, indicando a presença de taninos e tocoferol (Tabela 2 – baseada nas tabelas A-3 e A-4 apresentadas no Apêndice). No entanto, apenas a leguminosa apresentou tanino com capacidade de precipitar a proteína. A presença do tanino com capacidade de precipitar a proteína dietética presente no *Desmodium incanum* indica o possível aproveitamento desta substância por herbívoros, por exemplo, permitindo que a proteína vegetal consumida seja absorvida no intestino delgado e não degradada no rúmen, como informa Naumann et al. (2017).

Tabela 2. Valores médios de Fenóis Totais (FT), Proteína Precipitada por Fenóis (PPF) que pode se ligar à Proteína e Tocoferol (\pm erro padrão) obtidos do *Desmodium incanum* e *Paspalum notatum*. ND= não detectado (próximo a zero)

Espécies	Compostos químicos		
	FT (mg/g MS)	PPF (mg/g MS)	Tocoferol (g/kg MS)
<i>Desmodium incanum</i>	185,5 \pm 87,5	126,3 \pm 51,74	634,0 \pm 612,11
<i>Paspalum notatum</i>	50,14 \pm 16,41	ND	30,1 \pm 63,0

Fonte: Elaboração própria, 2022.

De acordo com Hagerman e Butler (1978), o tanino com capacidade de precipitar proteínas (PPF - Proteína Precipitada por Fenóis) pode prever a atividade biológica dos taninos condensados, podendo ser mais importante do que o peso molecular e a concentração total de taninos condensados. Tontini et al. (2019) quando avaliaram 7 espécies de forrageiras tropicais identificaram importante atividade biológica do tanino condensado somente na leguminosa *Desmodium incanum* (60,1 g/kg MS de PPF). Valor inferior ao encontrado neste trabalho (126,3 mg/g MS de PPF) e ao trabalho de Cooper et al. (2014) (94 mg/g MS de PPF).

Os teores de Fenóis Totais (FT) e o PPF do *Desmodium incanum* foram afetados ($P < 0.0001$) pelo sítio e pelos diferentes períodos de coleta (Tabelas 3 e 4). Já os teores de tocoferol da leguminosa não foram afetados pelos diferentes

locais coletados ($P = 0.1439$) e tampouco pelos períodos ($P = 0.6918$). Em relação aos compostos presentes na gramínea *Paspalum notatum* os teores de fenóis totais foram influenciados pelo sítio e período de coleta ($P = 0.0243$ e $P = 0.0414$, respectivamente), enquanto os teores de tocoferol somente foram afetados pelo período de coleta ($P = 0.0388$).

Tabela 3. Valores médios de Fenóis Totais (FT), Proteína Precipitada por Fenóis (PPF) (mg/g \pm erro padrão) e Tocoferol (g/kg \pm erro padrão) obtidos do *Desmodium incanum* e *Paspalum notatum* nos diferentes sítios de coleta. ND* = não detectado (próximo a zero). NI** = não identificada.

Sítio de coleta	<i>Desmodium incanum</i>			<i>Paspalum notatum</i>		
	FT	PPF	Tocoferol	FT	PPF	Tocoferol
Aceguá	NI	NI	NI	53,90 \pm 5,8	ND	45,28 \pm 25,2
Alegrete	166,84 \pm 16,6	106,30 \pm 7,9	799,04 \pm 261,8	42,23 \pm 5,8	ND	15,52 \pm 25,2
Eldorado do Sul	147,16 \pm 16,6	96,55 \pm 7,9	360,67 \pm 261,8	71,58 \pm 5,8	ND	10,12 \pm 25,2
Encruzilhada do Sul	160,38 \pm 16,6	109,49 \pm 7,9	554,41 \pm 261,8	44,61 \pm 5,8	ND	15,08 \pm 25,2
Jaquirana	211,97 \pm 18,9	129,50 \pm 9,05	292,54 \pm 298,5	47,22 \pm 5,8	ND	35,51 \pm 25,2
Lavras do Sul	126,24 \pm 16,6	88,08 \pm 9,05	440,69 \pm 261,8	46,53 \pm 5,8	ND	76,68 \pm 25,2
Tavares	283,09 \pm 16,6	193,30 \pm 7,9	1275,52 \pm 261,8	NI	NI	NI
Vacaria	NI	NI	NI	44,94 \pm 5,83	ND	52,94 \pm 25,2
P - Valor	<,0001	<,0001	0,1439	0,0243	-	0,3861

* A gramínea não apresentou proteína precipitada por fenóis. ** Não havia espécie no local indicado.

Fonte: Elaboração própria, 2022.

Tabela 4. Valores médios de Fenóis Totais (FT), Proteína Precipitada por Fenóis (PPF) (mg/g \pm erro padrão) e Tocoferol (g/kg \pm erro padrão) obtidos do *Desmodium incanum* e *Paspalum notatum* nos períodos de coleta. ND= não detectado (próximo a zero).

Período de coleta	<i>Desmodium incanum</i>			<i>Paspalum notatum</i>		
	FT	PPF	Tocoferol	FT	PPF	Tocoferol
Mai/Jun	202,23 \pm 15,2	138,37 \pm 7,2	905,12 \pm 239	59,53 \pm 4,9	ND	11,52 \pm 21,3
Jul/Ago	69,78 \pm 17,0	52,07 \pm 9,2	556,01 \pm 267,2	37,85 \pm 4,9	ND	12,63 \pm 21,3
Set/Out	169,10 \pm 15,2	104,90 \pm 7,2	435,06 \pm 239	50,26 \pm 4,9	ND	10,89 \pm 21,3
Nov/Dez	242,71 \pm 15,2	152,70 \pm 7,2	671,93 \pm 239	56,14 \pm 4,9	ND	19,67 \pm 21,3
Jan/Fev	229,24 \pm 15,2	154,64 \pm 7,2	534,28 \pm 239	46,94 \pm 4,9	ND	95,56 \pm 21,3
P Valor	<,0001	<,0001	0,6918	0,0414	-	0,0388

Fonte: Elaboração própria, 2022.

Os resultados das análises estatísticas multivariadas apresentaram relevância quando relacionados à influência do ambiente nas propriedades nutricionais e nos compostos secundários das plantas *Desmodium incanum* e *Paspalum notatum*.

O teor de α -tocoferol é pouco explicado pelas análises multivariadas. O tocoferol se mostrou um composto menos afetado pelo ambiente e pelas propriedades químicas das pastagens. Este resultado indicou que não houve mudanças significativas no α -tocoferol causadas por alterações na temperatura, precipitação, umidade do ar, radiação solar e níveis de fenóis totais (FT), precipitada por fenóis (PPF) e PB nas plantas.

Os resultados para a concentração de FT e teor de proteína PPF foram observados no *Desmodium incanum* porque o *Paspalum notatum* apresentou pouco FT e nenhum teor de PPF.

PC1 da análise de Componentes Principais indicou que a temperatura média e radiação estão positivamente correlacionadas com FT e PPF, mas estes compostos são correlacionados negativamente com precipitação e umidade. Quanto maior a temperatura média e menor a precipitação e umidade, mais PPF e FT. No entanto, ao considerar diferentes sítios na análise de Cluster e associar com a análise de Componentes Principais, nota-se mais claramente que o PC2

da análise de Componentes Principais explica melhor a separação dos clusters. A parte positiva de PC2 possui agrupamentos de pontos do ano e períodos de TV1, TV2, TV3, LV1 e EN1, que estão positivamente relacionados com PPF e FT, e negativamente relacionados com a temperatura máxima e a proteína bruta.

Possivelmente este resultado sugere que temperaturas médias mais altas e constantes favorecem maiores níveis de PPF e FT, mas que locais e períodos com temperaturas máximas muito altas apresentam PPF e FT mais baixos. Pode-se explicar que a temperatura média do ar é favorável para o teor de PPF e FT, enquanto a precipitação, PB e T_{máx} têm efeito negativo sobre a concentração de PPF e FT.

Com relação aos teores de FDN e FDA das plantas, pode-se observar que as alterações em *Paspalum notatum* são mais evidentes do que em *Desmodium intcanum*. Quanto mais radiação e temperatura (mínima e máxima), maiores os teores de fibras (FDN e FDA) no *Paspalum notatum*. Nesta espécie, o teor de FDA contribuiu mais para as alterações observadas do que o teor de FDN. Os teores de FDA e FDN mostraram contribuições de alteração opostas comparado à proteína (PB). Essas relações podem ser explicadas pelo fato de que o crescimento e a fenologia das plantas são afetados pela temperatura e radiação. Quanto maior for a influência da temperatura, mais rápido o metabolismo e maior o acúmulo de paredes celulares, principalmente em plantas C4 como o *Paspalum notatum*.

A análise de agrupamento, incluindo os efeitos da localização e do período nas características do *Paspalum notatum*, mostrou diferença significativa entre os grupos, determinada, principalmente, pela estação do ano. Esta análise faz uma boa distinção entre outono-inverno e primavera-verão. Somente em Jaquirana, a primavera pertence ao grupo (cluster) de outono-inverno. Este resultado pode ser explicado pelo fato de o *Paspalum notatum* ser uma gramínea C4 cujo crescimento e propriedades são fortemente influenciados pela temperatura e radiação. No caso dos resultados de Jaquirana, a diferença pode ser devido ao local ser uma área com temperaturas de primavera mais amenas quando comparada aos outros sítios de coleta.

Tabela 5. Correlação (PC1 e PC2), Qualidade de representação (Cos2) e contribuição (%) entre variáveis originais e componentes principais considerando-se variáveis biológicas e climáticas para *Paspalum notatum*.

Variáveis	Correlações			
	PC1	PC2	Cos2	Contrib%
FT	0,20	-0,16	0,07	0,97
%PB	-0,65**	0,44**	0,61	8,95
%FDN	0,42*	-0,73**	0,71	10,31
%FDA	0,66**	-0,64**	0,84	12,31
Tocoferol	0,24	0,04	0,06	0,85
Tméd	0,85**	0,23	0,78	11,37
Tmín	0,83**	0,34*	0,80	11,68
Tmáx	0,95**	0,24	0,95	13,88
Prep	-0,23	0,64**	0,46	6,70
Umi	-0,82**	-0,22	0,73	10,63
Rad	0,85**	0,35*	0,85	12,35

** Significativo a 1%, * Significativo a 5%

Significado das variáveis da tabela acima: FT- fenóis totais; PPF - proteína precipitada por fenóis; %PB – proteína bruta; %FDN – fibra em detergente neutro; %FDA – fibra em detergente ácido; Tméd – temperatura média; Tmín – temperatura mínima; Tmáx – temperatura máxima; Prep – precipitação; Umi – umidade; Rad – radiação.

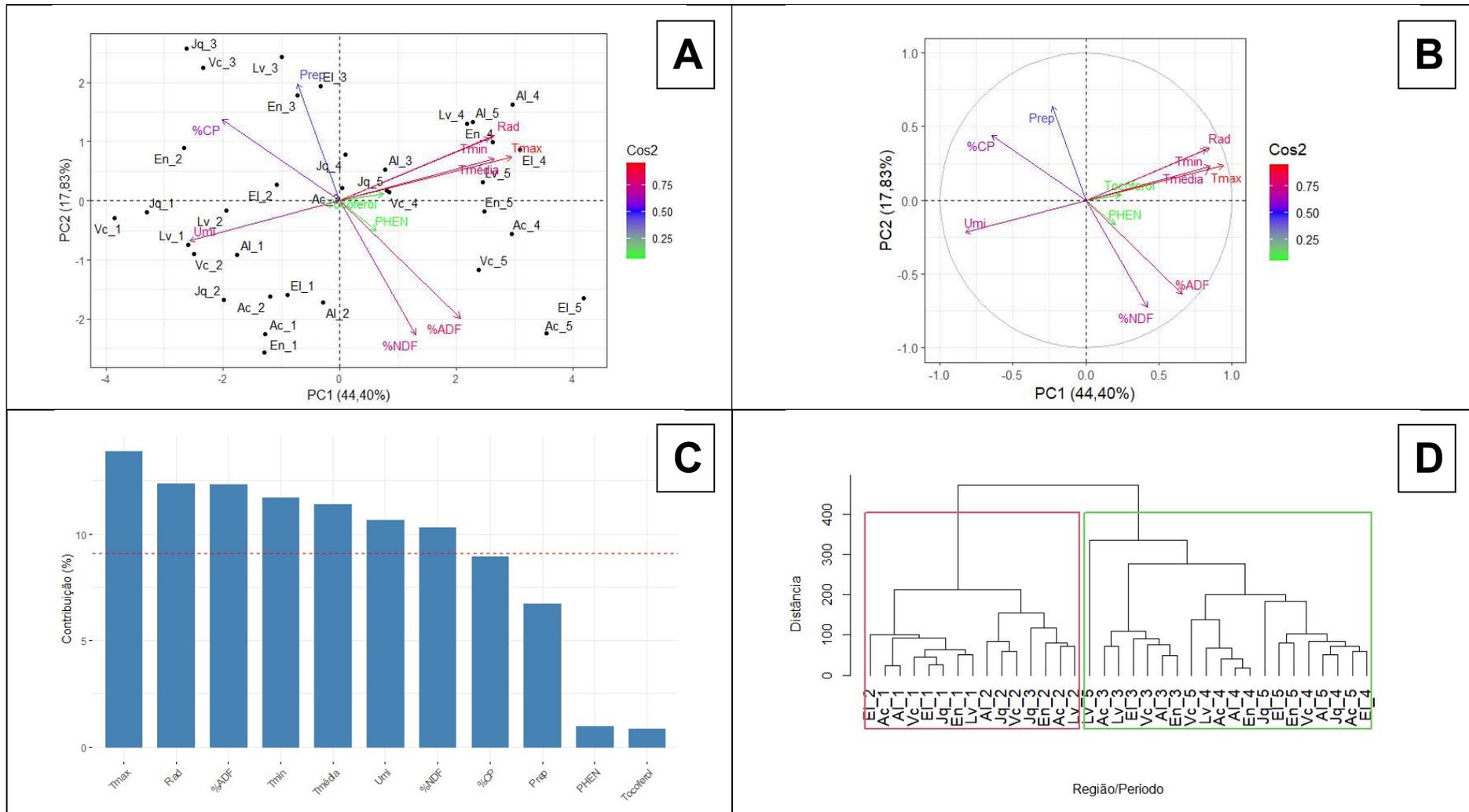


Figura 9. (A) Biplot entre os atributos estudados sob a influência dos regiões e períodos, (B) Biplot entre os atributos estudados, (C) Contribuição (%) e (D) Dendrograma utilizando-se a distância euclidiana média pelo método UPGMA (Average Linkage) das variáveis estudadas para *Paspalum notatum*.

Significado de cada abreviatura: PHEN – fenóis totais; bin_CT (PPF) – proteína precipitada por fenóis; %CP – proteína bruta; %NDF – fibra em detergente neutro; %ADF – fibra em detergente ácido; Tocoferol; Tmédia (°C) – temperatura média; Tmínima (°C) – temperatura mínima; Tmáxima (°C) – temperatura máxima; Prep (mm) - precipitação; Umi (%) - umidade e Rad (kJ/m²) – radiação.

As regiões: Alegrete (Al), Eldorado (El), Encruzilhada (En), Lavras (Lv), Jaquirana (Jq) e Tavares (Tv) em cinco períodos mai_jun(1), jul_ago (2), set_out (3), nov_dez (4) e jan-fev (5).

Tabela 6. Correlação (PC1 e PC2), Qualidade de representação (Cos2) e contribuição (%) entre variáveis originais e componentes principais considerando-se variáveis biológicas e climáticas para *Desmodium incanum*.

Variáveis	Correlações			
	PC1	PC2	Cos2	Contrib%
FT	0,64**	0,65**	0,83	10,70
PPF	0,56**	0,72**	0,84	10,87
%PB	-0,18	-0,85**	0,76	9,83
%FDN	-0,47*	0,04	0,22	2,86
%FDA	-0,45*	0,22	0,25	3,21
Tocoferol	0,09	0,61**	0,38	4,91
Tméd	0,95**	-0,25	0,96	12,46
Tmín	0,87**	-0,05	0,77	9,94
Tmáx	0,74**	-0,50**	0,80	10,41
Prep	-0,47**	-0,53**	0,50	6,51
Umi	-0,68**	0,45*	0,66	8,50
Rad	0,83**	-0,25	0,76	9,80

** Significativo a 1%, * Significativo a 5%

Significado das variáveis da tabela acima: FT- Fenóis totais; PPF - Proteína precipitada por fenóis; %PB – Proteína bruta; %FDN – Fibra em detergente neutro; %FDA – Fibra em detergente ácido; Tméd – Temperatura média; Tmín – Temperatura mínima; Tmáx – Temperatura máxima; Prep – Precipitação; Umi – Umidade; Rad – Radiação.

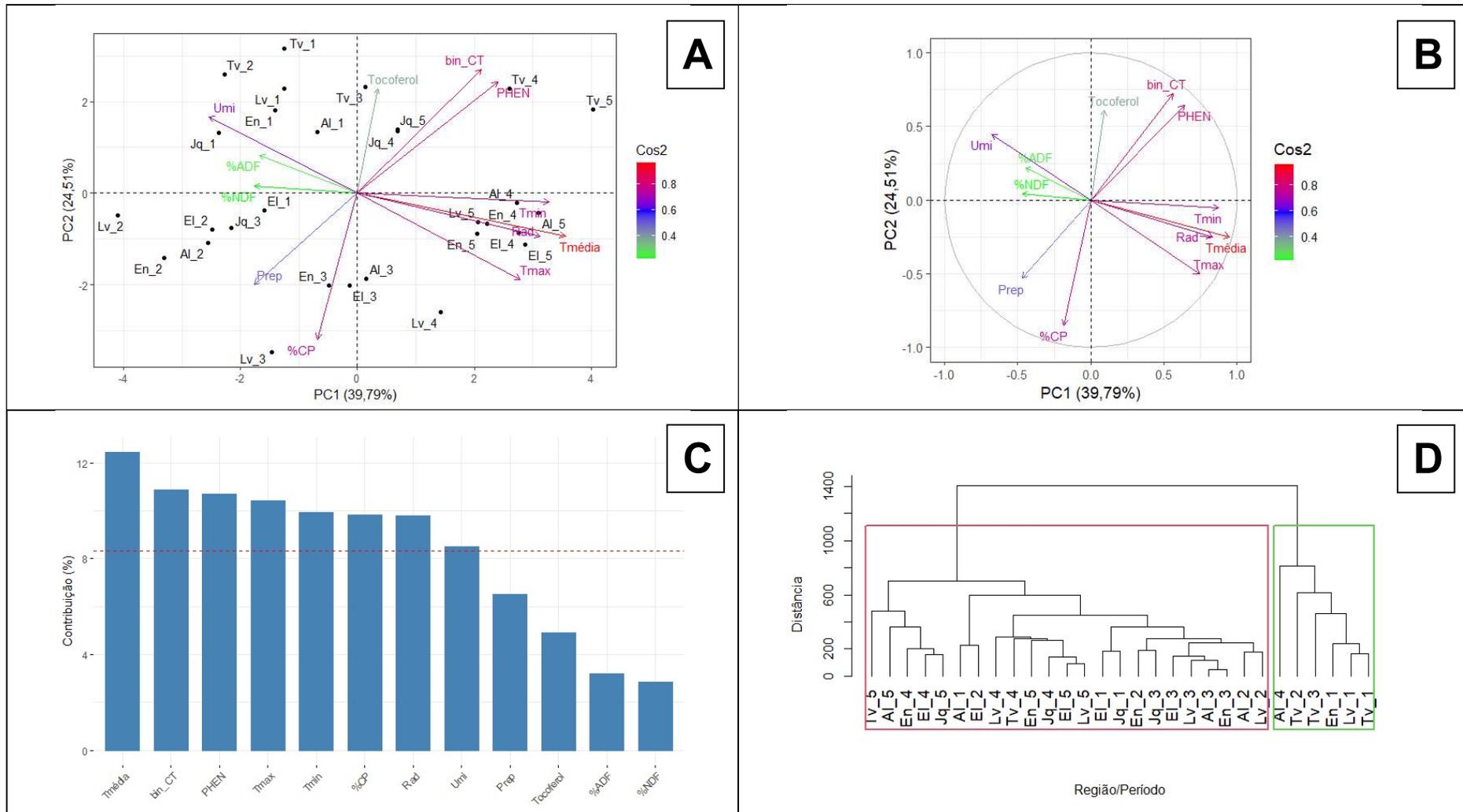


Figura 10. (A) Biplot entre os atributos estudados sob a influência dos regiões e períodos, (B) Biplot entre os atributos estudados, (C) Contribuição (%) e (D) Dendrograma utilizando-se a distância euclidiana média pelo método UPGMA (Average Linkage) das variáveis estudadas para *Desmodium incanum*.

Significado de cada abreviatura: PHEN – fenóis totais; bin_CT (PPF) – proteína precipitada por fenóis; %CP – proteína bruta; %NDF – fibra em detergente neutro; %ADF – fibra em detergente ácido; Tocoferol; Tmédia (°C) – temperatura média; Tmínima (°C) – temperatura mínima; Tmáxima (°C) – temperatura máxima; Prep (mm) - precipitação; Umi (%) - umidade e Rad (kJ/m²) – radiação.

As regiões: Alegrete (Al), Eldorado (El), Encruzilhada (En), Lavras (Lv), Jaquirana (Jq) e Tavares (Tv) em cinco períodos mai_jun(1), jul_ago (2), set_out (3), nov_dez (4) e jan-fev (5).

Nos meses mais quentes ocorre um aumento na biossíntese dos metabólitos secundários devido as duas espécies estudadas serem de verão. Período em que ocorre o desenvolvimento de inflorescências e posterior produção de sementes devido à fase reprodutiva e as mesmas, quando expostas a herbívoros, podem proteger sua fase reprodutiva aumentando o teor tanino nas sementes atenuando a herbivoria.

Fatores ambientais podem ter interferido na concentração dos compostos secundários das plantas. Com o objetivo de entender melhor esses efeitos sobre as concentrações desses compostos realizou-se correlações entre os compostos secundários, algumas características bromatológicas e algumas características de clima (Apêndice - A-7) e solo (Apêndice - A-8), apresentadas abaixo, o restante encontra-se no apêndice (Apêndice - A-5 e A-6).

Principais correlações relacionadas ao *Paspalum notatum*:

Encontrou-se significativa correlação negativa entre FT e o teor de proteína bruta (PB) ($r = - 0,80549$) nas amostras de *Paspalum*. Esse resultado pode ser explicado pelo fato de os metabólitos secundários estarem diretamente ligados às estruturas de hidrocarbonetos e pouco, ou apenas quando necessário, às estruturas lipofílicas dos vegetais (BRYANT et al., 1983; BAUTISTA et al., 2016).

Dessa forma, onde houver armazenamento de água, a parte estrutural lignificada, ou partes do vegetal que estejam mais suscetíveis a danos (herbivoria, radiação solar, excesso ou escassez de água), a planta estará mais propensa a desenvolver esses compostos.

A presença dos minerais e componentes do solo varia de acordo com a sazonalidade, assim como, a necessidade da planta também vai variar de acordo com a estação em que se encontra (KHAN et al., 2006). Logo, a correlação entre Saturação de K no solo e Tocoferol ($r = 0,91611$) se mostra bastante favorável a biossíntese do composto no período de Jan/Fev. O potássio está relacionado à ativação de funções enzimáticas, abertura e fechamento dos estômatos. Não possui função de estruturar o vegetal, mas atua no trânsito de fotoassimilados, incrementando o valor nutritivo da forrageira (RAIJ, 1991)

A maior variação da temperatura no período de Jul/Ago colaborou para compensar a baixa radiação, contribuindo favoravelmente ($r = 0,81595$) para a

biossíntese de compostos secundários no *Paspalum* (ISAH, 2019). Estes meses apresentaram temperaturas máximas entre 27 e 36°C, consideravelmente altas para a época, e radiação entre 540 e 674 kJ/m², valores relativamente baixos, condizentes com a estação do ano, se comparado aos outros períodos.

A radiação solar pode prejudicar proteínas e ácidos nucleicos quanto maior e mais longa for a exposição. Portanto, onde houver maior exposição aos raios solares vai haver concentração de taninos no local para reparar os danos e estimular a produção de enzimas, evitando a produção de radicais livres (HEMINGWAY, KARCHESY, 1989; HEIL et al., 2002).

A correlação positiva entre os FT, FDN ($r = 0,75883$) e FDA ($r = 0,84511$), observada no *Paspalum notatum* no período de Mai/Jun, se dá pelo fato de metabólitos secundários se ligarem às estruturas como a lignina e as estruturas lipofílicas, quando necessário.

Apesar dos fenóis serem hidrossolúveis, e armazenados em maior quantidade nos vacúolos, eles possuem a função de proteger o vegetal, portanto se distribuem em todas as estruturas da planta (KHODDAMI, WILKES, ROBERTS, 2013).

Na época de inverno o vegetal sofre alteração da relação folha/colmo e seu desenvolvimento fica voltado ao aumento da espessura de sua parede celular, fazendo com que baixe o seu nível nutricional aos herbívoros, por exemplo.

A precipitação contribui para a disponibilidade hídrica à planta, o que favorece o aumento dos compostos secundários no vegetal. Porém, quando ocorre uma maior variação desta disponibilidade, ou seja, uma grande variação na frequência de água no solo, a conformação fisiológica do vegetal também sofrerá alterações importantes, como a abertura e fechamento de estômatos.

Isso interferirá na mobilização de reservas, desenvolvimento do vegetal e conseqüentemente na ocorrência da fotossíntese (ISAH, 2019). Houve variação de 75 a 188 mm na precipitação no período de Nov/Dez, em relação ao *Paspalum notatum*, apresentando uma correlação negativa entre os FT e a precipitação ($r = -0,74599$).

No período de Set/Out, as espécies sofrem influência do fotoperíodo, pois inicia nessa época um aumento da radiação solar, se comparado aos períodos anteriores, evidenciando uma correlação positiva do tocoferol com o Nitrogênio ($r = 0,84571$). Enquanto o crescimento acelerado da planta está relacionado ao

aumento da quantidade de N no tecido (principalmente devido a síntese de proteína e clorofila), o tocoferol atua protegendo contra a foto-destruição e estabilidade dos efeitos oxidativos durante a ocorrência de prefoliações (SAMOULIENÉ et al., 2012).

Principais correlações do *Desmodium incanum*:

O chiquimato, proveniente da eritrose 4-fosfato mais fosfoenol piruvato, forma a via metabólica secundária, originando o tanino e o tocoferol nas plantas. Essa via ocorre quando há um desvio da via metabólica primária que seria a glicólise. A glicólise e a via das pentoses fosfato são conectadas por muitas partes intermediárias, não somente para originar cofatores ricos em energia, mas também para gerar esqueleto de carbono requerido por reações biossintéticas. Nesse estudo encontrou-se uma correlação positiva entre os compostos secundários fenólicos e o teor de Carbono ($r = 0,56848$), pois são armazenados nas estruturas de hidrocarbonetos (BRYANT et al., 1983), como já mencionado anteriormente.

A correlação positiva entre FT e a Radiação solar ($r = 0,81334$), no período de Jan/Fev para o *Desmodium*, deve-se ao aumento das reações fotossintéticas e, conseqüentemente, ao aumento dos compostos secundários, como os fenólicos. Dessa forma, as plantas se protegem da exposição aos raios ultravioleta (VERDAGUER et al., 2017). No verão, em região subtropical, a incidência solar é intensificada, e os compostos fenólicos contribuem para controle do desenvolvimento foliar e fotoproteção.

A umidade disponível no solo de maneira constante pode ser favorável ao acúmulo de compostos fenólicos, como ocorreu no inverno no *Desmodium* ($r = 0,95077$). Entretanto, esta umidade, quando em excesso, pode contribuir negativamente, alterando a temperatura do solo, deixando a temperaturas mais baixas e desfavorecendo a biossíntese de compostos secundários (BAUTISTA et al., 2016).

Um macronutriente como o nitrogênio participa da composição de ácidos nucleicos, aminoácidos, peptídeos, proteínas. Estes são exemplos de metabólitos primários. Quando estes estão em desenvolvimento competem com a via dos compostos secundários, o que justifica a correlação negativa da concentração de

N no tecido vegetal com a concentração de fenóis, tanto nos períodos de Mai/Jun ($r = - 0,89502$), Set/Out ($r = - 0.94280$), Nov/Dez ($r = - 0.93439$) como em Jan/Fev ($r = - 0.81088$).

Quando diminui a disponibilidade do N no solo, ocorre um aumento na biossíntese dos metabólitos secundários, assim como quando ocorre seca. No entanto, a deficiência de micronutrientes no solo causa o oposto ao vegetal, pois nutrientes como Fe, Cu, Mn e Mo são importantes na síntese de metabólitos secundários, como os fenólicos (PAL e NAYAK, 2021).

Ambas espécies apresentaram biossíntese de compostos fenólicos quando sofriam algum tipo de estresse, de acordo com as correlações observadas. Quando necessitava da biossíntese de compostos primários (via da glicólise) diminuía a produção de compostos fenólicos (via das pentoses) para que fosse mantida a homeostase do vegetal.

CONCLUSÕES

O estudo demonstrou que a leguminosa *Desmodium incanum* apresenta proteína precipitada por fenóis e uma quantidade de tocoferol mais elevada que a gramínea *Paspalum notatum*.

O tocoferol se mostrou pouco afetado pelo ambiente e pelas propriedades químicas das pastagens. Indicando não haver mudanças significativas no α -tocoferol causadas por mudanças na temperatura, precipitação, umidade do ar, radiação solar e níveis de fenóis totais (FT), taninos condensados biologicamente ativos (PPF – precipitados com proteína) e proteína bruta nas plantas.

Temperaturas médias mais elevadas favorecem maiores níveis de PPF e FT, no entanto, locais e períodos com temperaturas máximas muito altas apresentam PPF e FT mais baixos.

A análise de agrupamento, considerando os efeitos da localização e do período do ano nas características nutricionais do *Paspalum notatum*, mostrou diferença significativa entre os grupos, determinada, principalmente, pelas diferentes estações do ano. Observou-se claro contraste entre estações do ano, como outono/inverno e primavera/verão.

REFERÊNCIAS

ABID, H.; WILLIAMS, L. J. Principal component analysis. **WIREs Computational Statistics**, Hoboken, v. 2, n. 4, p. 433–459, 2010.

AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST. **Official methods of analysis**. 15th ed. Washington, DC: Association of Official Analytical Chemist, 1995.

BAUTISTA, Inmaculada *et al.* Environmentally induced changes in antioxidant phenolic compounds levels in wild plants. **Acta Physiologiae Plantarum**, Berlin, v. 38, n. 1, [art.] 9, [p. 1-15], 2016.

BOLDRINI, Ilsi Iob. A flora dos campos do Rio Grande do Sul. *In*: PILLAR, V. P. *et al.* (ed.). **Campos sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2009. cap. 4, p. 63-77.

BRYANT, John P.; CHAPIN III, F. Stuart; KLEIN, David R. Carbon/nutrient balance of boreal plants in relation to vertebrate herbivory. **Oikos**, Copenhagen, v. 40, p. 357-368, 1983.

GOERING, H. Keith; VAN SOEST, Peter J. **Forage fiber analyses: (apparatus, reagents, procedures, and some applications)**. Washington, DC: USDA. Agricultural Research Service, 1970. (Agriculture Handbook, 379).

GÓRNAŚ, Paweł *et al.* An alternative RP-HPLC method for the separation and determination of tocopherol and tocotrienol homologues as butter authenticity markers: a comparative study between two European countries. **European Journal of Lipid Science and Technology**, Weinheim, v. 116, n. 7, p. 895-903, 2014.

HAGERMAN, Ann E.; BUTLER, Larry G. Protein precipitation method for the quantitative determination of tannins. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, DC, v. 26, n. 4, p. 809-812, 1978.

HEIL, Martin *et al.* Extraction and quantification of "condensed tannins" as a measure of plant anti-herbivore defence? Revisiting an old problem. **Naturwissenschaften**, Berlin, v. 89, n. 11, p. 519-524, 2002.

HEMINGWAY, Richard W.; KARCHESY, Joseph J. **Chemistry and significance of condensed tannins**. Boston: Springer Science and Business Media, 1989.

HUANG, X. D. *et al.* Molecular weight and protein binding affinity of Leucaena condensed tannins and their effects on in vitro fermentation parameters. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 159, n. 3/4, p. 81-87, 2010.

ISAH, Tasiu. Stress and defense responses in plant secondary metabolites production. **Biological Research**, London, v. 52, [art.] 39, 2019.

JOLLIFFE, I. T. **Principal component analysis**. New York: Springer, 1986.

KASSAMBARA, A.; MUNDT, F. **factoextra**: extract and visualize the results of multivariate data analyses. R package version 1.0.7. Vienna: The R Foundation, 2020.

KHAN, Zafar Iqbal *et al.* Mineral status of soils and forages in southwestern Punjab-Pakistan: micro-minerals. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, Seoul, v. 19, n. 8, p. 1139-1147, 2006.

KHODDAMI, Ali; WILKES, Meredith A.; ROBERTS, Thomas H. Techniques for analysis of plant phenolic compounds. **Molecules**, Basel, v. 18, n. 2, p. 2328-2375, 2013.

LÊ, S.; JOSSE, J.; HUSSON, F. FactoMineR: an R package for multivariate analysis. **Journal of Statistical Software**, Los Angeles, v. 25, n. 1, p. 1–18, 2008.

LIU, Huawei *et al.* Influence of chestnut tannins on welfare, carcass characteristics, meat quality, and lipid oxidation in rabbits under high ambient temperature. **Meat Science**, Oxford, v. 90, n. 1, p. 164-169, 2012.

NAUMANN, Harley D. *et al.* The role of condensed tannins in ruminant animal production: advances, limitations and future directions. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 46, p. 929-949, 2017.

PAL, Dilipkumar; NAYAK, Amit Kumar (ed.). **Bioactive natural products for pharmaceutical applications**. Cham: Springer, 2021.

POLI, C. H. E. C. *et al.* The effect of secondary compounds of birdsfoot trefoil and red clover on dairy cow grazing preferences. **Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production**, Dunedin, v. 58, p. 110-112, 1998.

PRATES, José A. Mestre *et al.* Simultaneous HPLC quantification of total cholesterol, tocopherols and β -carotene in Barrosã-PDO veal. **Food Chemistry**, London, v. 94, n. 3, p. 469-477, 2006.

R CORE TEAM. **R**: A language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2020. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 30 mar. 2022.

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e adubação**: acidez e calagem. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1991. 343 p.

RIPOLL, G. *et al.* Effects of finishing period length with vitamin E supplementation and alfalfa grazing on carcass color and the evolution of meat color and the lipid oxidation of light lambs. **Meat Science**, Oxford, v. 93, n. 4, p. 906-913, 2013.

SAMUOLIENĖ, Giedrė *et al.* Supplementary red-LED lighting and the changes in phytochemical content of two baby leaf lettuce varieties during three seasons. **Journal of Food Agriculture and Environment**, Helsinki, v. 10, n. 3/4, p. 701-706, 2012.

STRUMEYER, David H.; MALIN, Michael J. Condensed tannins in grain sorghum. Isolation, fractionation, and characterization. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, DC, v. 23, n. 5, p. 909-914, 1975.

TERRILL, T. H. *et al.* Determination of extractable and bound condensed tannin concentrations in forage plants, protein concentrate meals and cereal grains. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 58, n. 3, p. 321-329, 1992.

TONTINI, Jalise F. *et al.* Nutritional values and chemical composition of tropical pastures as potential sources of α -tocopherol and condensed tannin. **African Journal of Range and Forage Science**, Grahamstown, v. 36, n. 4, p. 181-189, 2019.

VAN SOEST, P. J. *et al.* Symposium: carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.

VERDAGUER, Dolores *et al.* UV-A radiation effects on higher plants: exploring the known unknown. **Plant Science**, Clare, v. 255, p. 72-81, 2017.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo permitiu quantificar tanino e α -tocoferol em *Desmodium incanum* e *Paspalum notatum* durante o período de dez meses. A leguminosa demonstrou ser mais eficiente na biossíntese dos compostos, assim como, obteve diferença significativa na quantidade de taninos condensados ligados à proteína. Também houve maior produção dos compostos secundários nas épocas quando ocorreu aumento da temperatura e radiação solar.

Nota-se com esses resultados que as plantas reagem ao estresse ambiental, para se proteger, através da produção de compostos secundários como tanino e α -tocoferol. Entretanto, essa variação é maior na concentração de tanino que tocoferol, fazendo com que o *Desmodium incanum* tenha uma “proteção” bioquímica maior. *Paspalum notatum* possivelmente tem outras ações de proteção como hábito prostrado com rizoma supraterrâneo. Em relação aos possíveis efeitos dos compostos antioxidantes na produção animal, o *Desmodium incanum* tem um importante potencial para influenciar na quantidade e qualidade do produto animal.

As pastagens estudadas são amplamente encontradas em biomas como o Pampa e Mata Atlântica. São forragens que se adaptam a diferentes tipos de solo, e características climáticas. Produzem substâncias muito importantes para que os animais aproveitem melhor a proteína vegetal, atuam como controle de nematoides gastrointestinais e retardam naturalmente os processos oxidativos de produtos finais.

O estudo permitiu identificar compostos químicos importantes para a produção animal em biomas onde a conservação de recursos naturais está em perigo. Existem muitas espécies forrageiras pertencentes aos campos sulinos, com qualidades e características adaptativas, que podem agregar valor ao produto final e render estudos mais voltados à composição bioquímica de espécies nativas e seu valor econômico.

Para estudos posteriores seria indicado aumentar o número, o volume das coletas e as repetições durante as estações do ano, aumentando assim o número amostral, contribuindo para incrementar os dados estatísticos. Os locais de coleta poderiam ser mantidos, pois são representativos. As amostras podem responder diferente, às análises de tocoferol e/ou tanino, caso sejam liofilizadas, moídas e

analisadas logo após a coleta. As amostras analisadas poderiam ser provenientes de coletas de pasto em simulação de pastejo, o que, por aproximação, indicaria o quanto dos compostos secundários seriam consumidos pelos ruminantes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDEL-HAMEID, Nassr-Allah H.; ABIDI, Shabi Fatma; KHAN, Mukhtar A. Dietary vitamin E requirement for maximizing the growth, conversion efficiency, biochemical composition and haematological status of fingerling *Channa punctatus*. **Aquaculture Research**, Oxford, v. 43, n. 2, p. 226-238, 2012.
- AKULA, Ramakrishna; RAVISHANKAR, Gokare Aswathanarayana. Influence of abiotic stress signals on secondary metabolites in plants. **Plant Signaling and Behavior**, Georgetown, v. 6, n. 11, p. 1720-1731, 2011.
- ALLEONI, Luís Reynaldo Ferracciú *et al.* Atributos do solo relacionados à adsorção de cádmio e cobre em solos tropicais. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 27, n. 4, p. 729-737, 2005.
- ALVARADO, Aurora Mariana *et al.* Influence of elicitors and eustressors on the production of plant secondary metabolites. *In*: AKHTAR, M. S.; SWAMY, M. K.; SINNIHAH, U. R. (ed.). **Natural bio-active compounds**. Singapore: Springer, 2019. v. 1. cap. 11, p. 333-388.
- APELEO ZUBIRI, Elizabeth Del Carmen. **Antioxidantes naturales en la dieta de cordero para preservar las características físicas, químicas y sensoriales de su carne enriquecida en ácidos grasos omega 3**. Madrid: Universidad Complutense de Madrid, 2017.
- AZEVEDO, Gabriela Maia de *et al.* Percepção dos consumidores frente à certificação de carne bovina da "Alianza del Pastizal" no Rio Grande do Sul. **Revista Científica Rural**, Bagé, v. 21, n. 1, p. 217-227, 2019.
- AZZI, Angelo. Many tocopherols, one vitamin E. **Molecular Aspects of Medicine**, Amsterdam, v. 61, p. 92-103, 2018.
- BALL, George F. M. **Bioavailability and analysis of vitamins in foods**. Boston: Springer, 1998.
- BENCKE, Glayson Ariel. Diversidade e conservação da fauna dos campos do sul do Brasil. *In*: PILLAR, V. P. *et al.* (ed.). **Campos sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2009. cap. 7, p. 101-121.
- BILENCA, David; MIÑARRO, Fernando. **Identificación de áreas valiosas de pastizal en las pampas y campos de Argentina, Uruguay y sur de Brasil**. Buenos Aires: Fundación Vida Silvestre Argentina, 2004.
- BISANDA, E. T. N.; OGOLA, W. O.; TESHAI, J. V. Characterisation of tannin resin blends for particle board applications. **Cement and Concrete Composites**, Oxford, v. 25, n. 6, p. 593-598, 2003.

BOLDRINI, Ilsi Iob. A flora dos campos do Rio Grande do Sul. *In*: PILLAR, V. P. *et al.* (ed.). **Campos sulinos**: conservação e uso sustentável da biodiversidade. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2009. cap. 4, p. 63-77.

BUCKLEY, D. J.; MORRISSEY, P. A.; GRAY, J. I. Influence of dietary vitamin E on the oxidative stability and quality of pig meat. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 73, n. 10, p. 3122-3130, 1995.

CARVALHO, P. C. F. *et al.* Produção animal no bioma campos sulinos. **Brazilian Journal of Animal Science**, João Pessoa, v. 35, p. 156-202, 2006. Suplemento.

CASTILHOS, Zélia Maria de Souza; MACHADO, Mirela Dias; PINTO Marcelo Fett. Produção animal com conservação da flora campestre do bioma Pampa. *In*: PILLAR, V. P. *et al.* (ed.). **Campos sulinos**: conservação e uso sustentável da biodiversidade. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2009. cap. 14, p. 199-205

CERQUEIRA, Fernanda Menezes; MEDEIROS, Marisa Helena Gennari de; AUGUSTO, Ohara. Antioxidantes dietéticos: controvérsias e perspectivas. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, p. 441-449, 2007.

CHEYNIER, Véronique *et al.* Plant phenolics: recent advances on their biosynthesis, genetics, and ecophysiology. **Plant Physiology and Biochemistry**, Paris, v. 72, p. 1-20, 2013.

COSTA, C. T. C. *et al.* Taninos e sua utilização em pequenos ruminantes. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 10, n. 4, p. 108-116, 2008a.

COSTA, C. T. C. *et al.* Atividade anti-helmíntica de *Cocos nucifera* L. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE PARASITOLOGIA VETERINÁRIA, 25.; SEMINÁRIO DE PARASITOLOGIA VETERINÁRIA DOS PAÍSES DO MERCOSUL, 2., 2008, Curitiba. **Programa e resumos**. Curitiba: UFPR: Universidade Estadual de Londrina, 2008b. p. 36-41.

DAS, P.; SAMANTARAY, S.; ROUT, G. R. Studies on cadmium toxicity in plants: a review. **Environmental Pollution**, Barking, v. 98, n. 1, p. 29-36, 1997.

DESSAUX, Yves; GRANDCLÉMENT, Catherine; FAURE, Denis. Engineering the rhizosphere. **Trends in Plant Science**, Kidlington, v. 21, n. 3, p. 266-278, 2016.

DEVINCENZI, Thais *et al.* Carcass characteristics and meat quality of Aberdeen Angus steers finished on different pastures. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 41, n. 4, p. 1051-1059, 2012.

DOTANIYA, M. L.; MEENA, V. D. Rhizosphere effect on nutrient availability in soil and its uptake by plants: a review. **Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences**, Washington, DC, v. 85, n. 1, p. 1-12, 2015.

DUDAREVA, Natalia *et al.* Biosynthesis, function and metabolic engineering of plant volatile organic compounds. **New Phytologist**, Oxford, v. 198, n. 1, p. 16-32, 2013.

FEDRIGO, Jean Kássio. **Diferimento e fertilização de pastagem natural em neossolo de basalto na campanha do Rio Grande do Sul**. 2011. 95 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

FREITAS, Lisiane dos Santos. **Desenvolvimento de procedimentos de extração do óleo de semente de uva e caracterização química dos compostos extraídos**. 2007. 227 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Química, Instituto de Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

HAJIBOLAND, R. Effect of micronutrient deficiencies on plants stress responses. *In*: AHMAD, P.; PRASAD, M. N. V. **Abiotic stress responses in plants**. New York: Springer, 2012. p. 283-329.

HARTLEY-WHITAKER, Jeanette *et al.* Phytochelatin are involved in differential arsenate tolerance in *Holcus lanatus*. **Plant Physiology**, Rockville, v. 126, n. 1, p. 299-306, 2001.

HASLAM, Edwin. Vegetable tannins—Lessons of a phytochemical lifetime. **Phytochemistry**, London, v. 68, n. 22/24, p. 2713-2721, 2007.

HEIL, Martin *et al.* Extraction and quantification of "condensed tannins" as a measure of plant anti-herbivore defence? Revisiting an old problem. **Naturwissenschaften**, Berlin, v. 89, n. 11, p. 519-524, 2002.

HEMINGWAY, Richard W.; KARCHESY, Joseph J. **Chemistry and significance of condensed tannins**. Boston: Springer Science and Business Media, 1989.

HOPPE, P. P.; KRENNRICH, G. Bioavailability and potency of natural-source and all-racemic- α -tocopherol in the human: a dispute. **European Journal of Nutrition**, Darmstadt, v. 39, n. 5, p. 183-193, 2000.

IBRAHIM, Mohd Hafiz; CHEE KONG, Yap; MOHD ZAIN, Nurul Amalina Mohd. Effect of cadmium and copper exposure on growth, secondary metabolites and antioxidant activity in the medicinal plant Sambung Nyawa (*Gynura procumbens* (Lour.) Merr). **Molecules**, Basel, v. 22, n. 10, [art.] 1623, 2017.

ISAH, Tasiu. Stress and defense responses in plant secondary metabolites production. **Biological Research**, London, v. 52, [art.] 39, 2019.

JIANG, Qing. Natural forms of vitamin E: metabolism, antioxidant, and anti-inflammatory activities and their role in disease prevention and therapy. **Free Radical Biology and Medicine**, New York, v. 72, p. 76-90, 2014.

KANNER, J. Oxidative processes in meat and meat products: quality implications. **Meat Science**, Oxford, v. 36, n. 1/2, p. 169-189, 1994.

KRANNER, Ilse *et al.* What is stress? Concepts, definitions and applications in seed science. **New Phytologist**, Oxford, v. 188, n. 3, p. 655-673, 2010.

LIMA JÚNIOR, Dorgival Morais de *et al.* Oxidação lipídica e qualidade da carne ovina. **Acta Veterinaria Brasilica**, Mossoró, v. 7, n. 1, p. 14-28, 2013.

LIU, Huawei *et al.* Influence of chestnut tannins on welfare, carcass characteristics, meat quality, and lipid oxidation in rabbits under high ambient temperature. **Meat Science**, Oxford, v. 90, n. 1, p. 164-169, 2012.

LÓPEZ-BOTE, C. J. *et al.* Dose-response effect of dietary vitamin E concentration on meat quality characteristics in light-weight lambs. **Animal Science**, Cambridge, v. 73, n. 3, p. 451-457, 2001.

MARASCHIN, G. E. Manejo do campo nativo, produtividade animal, dinâmica da vegetação e adubação de pastagens nativas do sul do Brasil. *In*: PILLAR, V. P. *et al.* (ed.). **Campos sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2009. cap. 19, p. 248-259.

MONTEIRO, Julio Marcelino *et al.* Taninos: uma abordagem da química à ecologia. **Química Nova**, São Paulo, v. 28, p. 892-896, 2005.

MÜLLER-XING, Ralf; XING, Qian; GOODRICH, Justin. Footprints of the sun: memory of UV and light stress in plants. **Frontiers in Plant Science**, Lausanne, v. 5, [art.] 474, 2014.

NABINGER, Carlos. **Guia para reconhecimento de espécies dos campos sulinos**. Brasília, DF: Ibama, 2019. 132 p.

NABINGER, Carlos *et al.* Produção animal com base no campo nativo: aplicações de resultados de pesquisa. *In*: PILLAR, V. P. *et al.* (ed.). **Campos sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2009. cap. 13, p. 175-198.

NABINGER, Carlos *et al.* Campos in southern Brazil. *In*: LEMAIRE, G. *et al.* (ed.). **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. Wallingford: CABI, 2000. p. 355-376.

NAIK, Poornananda M.; AL-KHAYRI, Jameel M. Abiotic and biotic elicitors—role in secondary metabolites production through in vitro culture of medicinal plants. *In*: SHANKER, A. K.; SHANKER, C. (ed.). **Abiotic and Biotic Stress in Plants: recent advances future perspectives**. London: IntechOpen, 2016. p. 247-277.

NASIM, Sekh Abdul; DHIR, Bhupinder. Heavy metals alter the potency of medicinal plants. *In*: WHITACRE, D. M. (ed.). **Reviews of environmental contamination and toxicology**. New York: Springer, 2010. p. 139-149.

NATH, Manoj; TUTEJA, Narendra. NPKS uptake, sensing, and signaling and miRNAs in plant nutrient stress. **Protoplasma**, Wien, v. 253, n. 3, p. 767-786, 2016.

NAUMANN, Harley D. *et al.* The role of condensed tannins in ruminant animal production: advances, limitations and future directions. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 46, p. 929-949, 2017.

OLIVEIRA, Lucas Vargas *et al.* Influência de diferentes sistemas alimentares nos atributos da carcaça e da carne de novilhos. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 26., 2016, Santa Maria. **Cinquenta anos de zootecnia no Brasil: anais**. Santa Maria: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2016. [p. 1-3].

PAIXÃO, José A. da; STAMFORD, Tânia L. M. Vitaminas lipossolúveis em alimentos: uma abordagem analítica. **Química Nova**, São Paulo, v. 27, n. 1, p. 96-105, 2004.

PATHAK, A. K. *et al.* Potential of using condensed tannins to control gastrointestinal nematodes and improve small ruminant performance. **International Journal of Molecular Veterinary Research**, Richmond, v. 3, n. 8, p. 36-50, 2013.

PAWLIK-SKOWROŃSKA, B. *et al.* Arsenic availability, toxicity and direct role of GSH and phytochelatins in as detoxification in the green alga *Stichococcus bacillaris*. **Aquatic Toxicology**, Amsterdam, v. 70, p. 201-212, 2004.

PIECHULLA, Birgit; HELDT, Hans-Walter. **Plant biochemistry**. London: Academic Press, 2010.

POLI, C. H. E. C. *et al.* The effect of secondary compounds of birdsfoot trefoil and red clover on dairy cow grazing preferences. **Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production**, Dunedin, v. 58, p. 110-112, 1998.

QUADROS, F. L. F.; TRINDADE, José Pedro P.; BORBA, Marcos. A abordagem funcional da ecologia campestre como instrumento de pesquisa e apropriação do conhecimento pelos produtores rurais. *In*: PILLAR, V. P. *et al.* (ed.). **Campos sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2009. cap. 15, p. 206-213.

RAKSHIT, Amitava *et al.* (ed.). **New frontiers in stress management for durable agriculture**. Singapore: Springer, 2020.

RANARD, Katherine M. *et al.* Synthetic α -tocopherol, compared with natural α -tocopherol, downregulates myelin genes in cerebella of adolescent Ttpa-null mice. **The Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 150, n. 5, p. 1031-1040, 2020.

RIPOLL, G. *et al.* Effects of finishing period length with vitamin E supplementation and alfalfa grazing on carcass color and the evolution of meat color and the lipid oxidation of light lambs. **Meat Science**, Oxford, v. 93, n. 4, p. 906-913, 2013.

ROPKE, Cristina Dislich *et al.* Validação de metodologias analíticas para determinação quantitativa de \pm -tocoferol e 4-nerolidilcatecol. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, São Paulo, v. 39, p. 209-217, 2003.

ROYO PALLARÉS, O.; BERRETA, E. J.; MARASCHIN, G. E. The south american campos ecosystem. *In*: SUTTIE, J. M.; REYNOLDS, S. G.; BATELLO, C. **Grasslands of the world**. Rome: FAO, 2005. cap. 5, p. 171-219.

SADO, Ricardo Y.; BICUDO, Alvaro J. A.; CYRINO, Jose E. P. Growth and hematology of juvenile pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg 1887) fed with increasing levels of vitamin E (DL- α -tocopheryl acetate). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 85, n. 1, p. 385-393, 2013.

SANTOS, Samuel; SILVA, Lucas Gonçalves da. Mapeamento por imagens de sensoriamento remoto evidencia o bioma Pampa brasileiro sob ameaça. **Boletim de Geografia**, Maringá, v. 29, n. 2, p. 49-57, 2011.

SWAIN, Tony. Secondary compounds as protective agents. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v. 28, n. 1, p. 479-501, 1977.

TONTINI, Jalise F. *et al.* Nutritional values and chemical composition of tropical pastures as potential sources of α -tocopherol and condensed tannin. **African Journal of Range and Forage Science**, Grahamstown, v. 36, n. 4, p. 181-189, 2019.

VÁZQUEZ-HERNÁNDEZ, M. C. *et al.* Eustressors: chemical and physical stress factors used to enhance vegetables production. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 250, p. 223-229, 2019.

VIVALDO, Gianna *et al.* The network of plants volatile organic compounds. **Scientific Reports**, London, v. 7, [art.] 11050, [p. 1-18], 2017.

WALLAU, Marcelo *et al.* Bahiagrass (*Paspalum notatum* Flueggé): overview and pasture management. **EDIS**, [s. l.], v. 2019, n. 4, [p. 1-10], 2019.

APÊNDICE

Tabela A-1. Valores de Carbono, Nitrogênio, Proteína Bruta, Fibra em Detergente Neutro (FDN) e Fibra em Detergente Ácido (FDA) obtidos na análise de tanino em *Desmodium incanum*.

<i>Desmodium incanum</i>						
Sítio de coleta	Período	%C	%N	%PB	%FDN	%FDA
Alegrete	mai/jun	45,30	1,55	9,69	47,93	33,48
	jul/ago	44,20	1,73	10,81	64,70	50,85
	set/out	44,30	2,40	15,00	58,25	41,88
	nov/dez	45,40	1,89	11,81	57,85	43,36
	jan/fev	46,00	1,60	10,00	45,18	30,56
Eldorado do Sul	mai/jun	45,20	2,23	13,94	54,29	39,03
	jul/ago	44,10	2,06	12,88	69,72	55,73
	set/out	45,40	2,75	17,19	53,63	38,35
	nov/dez	45,40	2,02	12,63	57,35	41,64
	jan/fev	46,50	2,11	13,19	49,90	35,37
Encruzilhada do Sul	mai/jun	46,40	1,76	11,00	52,49	39,39
	jul/ago	44,80	2,21	13,81	60,04	43,44
	set/out	45,50	3,02	18,88	52,86	38,14
	nov/dez	46,20	1,75	10,94	58,10	42,37
	jan/fev	46,30	2,06	12,88	54,31	39,61
Jaquirana	mai/jun	44,70	1,83	11,44	54,84	43,55
	set/out	45,90	2,33	14,56	60,20	48,35
	nov/dez	46,40	1,22	7,63	62,50	48,93
	jan/fev	45,10	1,53	9,56	56,16	43,86
Lavras do Sul	mai/jun	45,40	1,80	11,25	49,28	37,0
	jul/ago	44,80	1,88	11,75	75,94	64,69
	set/out	45,60	3,62	22,63	55,78	41,54
	nov/dez	45,80	2,83	17,69	55,03	39,07
	jan/fev	45,50	1,77	11,06	46,22	32,30
Tavares	jul/ago	44,70	1,16	7,25	63,94	53,02
	set/out	45,80	1,49	9,31	61,89	49,44
	jan/fev	46,60	1,20	7,50	58,29	49,68
	nov/dez	45,50	1,28	8,00	59,20	47,74
	mai/jun	45,20	1,38	8,63	57,68	46,11

Tabela A-2. Valores de Carbono, Nitrogênio, Proteína Bruta, Fibra em Detergente Neutro (FDN) e Fibra em Detergente Ácido (FDA) obtidos na análise de tanino em *Paspalum notatum*.

<i>Paspalum notatum</i>						
Sítio de coleta	Período	%C	%N	%PB	%FDN	%FDA
Aceguá	mai/jun	42,30	1,62	10,13	72,52433	28,9747
	jul/ago	41,40	1,08	6,75	70,04833	30,84096
	set/out	42,00	1,86	11,63	71,96823	30,11964
	nov/dez	41,90	1,18	7,38	75,54539	33,4609
	jan/fev	41,50	0,57	3,54	79,64201	33,08265
Alegrete	mai/jun	42,10	1,44	9,00	63,21149	25,26102
	jul/ago	41,10	1,07	6,69	73,20769	30,15412
	set/out	42,60	1,64	10,25	72,08007	27,27947
	nov/dez	42,20	0,88	5,48	62,49892	27,00474
	jan/fev	42,10	1,01	6,31	60,28092	26,69294
Eldorado do Sul	mai/jun	41,70	1,39	8,69	71,20482	29,03201
	jul/ago	41,40	1,32	8,25	61,09048	24,89781
	set/out	42,20	1,71	10,69	59,59671	25,03307
	nov/dez	42,20	1,51	9,44	62,86931	28,54735
	jan/fev	42,10	0,69	4,30	75,81043	33,65658
Encruzilhada do Sul	mai/jun	42,20	1,32	8,25	70,73853	30,35208
	jul/ago	42,30	1,69	10,56	63,6714	23,86057
	set/out	42,20	1,60	10,00	58,74004	24,44363
	nov/dez	42,80	1,14	7,13	64,85155	30,24886
	jan/fev	42,90	1,14	7,13	66,47852	31,01139
Jaquirana	mai/jun	42,30	1,68	10,50	57,35945	25,01127
	jul/ago	41,70	1,53	9,56	68,79081	29,08035
	set/out	42,20	1,96	12,25	57,53409	22,68892
	nov/dez	42,50	1,93	12,06	61,67105	29,53416
	jan/fev	42,90	0,89	5,56	62,52916	28,31187
Lavras do Sul	mai/jun	41,80	1,61	10,06	60,60631	26,35837
	jul/ago	40,90	1,22	7,63	65,52497	27,80786
	set/out	42,10	1,70	10,63	58,35278	23,83332
	nov/dez	42,40	1,32	8,25	61,8514	27,99071
	jan/fev	42,20	0,77	4,83	62,58393	27,98685
Vacaria	mai/jun	41,80	1,47	9,19	59,08902	24,44964
	jul/ago	41,30	1,26	7,88	62,69971	25,72719
	set/out	42,70	2,23	13,94	59,72131	23,55641
	nov/dez	42,50	1,12	7,00	63,54314	28,10904
	jan/fev	42,60	0,59	3,67	70,36056	31,58088

Tabela A-3. Valores de Fenóis Totais (FT), Proteína Precipitada por Fenóis (PPF) e Tocoferol obtidos do *Desmodium incanum* e *Paspalum notatum*.

<i>Desmodium incanum</i>				
Sítio de coleta	Período	mg FT/g Planta	mg PPF/g Planta	Tocoferol g/kg
Alegrete	mai/jun	208,92	127,12	688,9787
	jul/ago	42,76	23,99	128,0919
	set/out	150,93	93,12	146,4151
	nov/dez	235,28	146,14	2052,0710
	jan/fev	196,32	141,14	979,6376
Eldorado do Sul	mai/jun	124,89	90,90	281,8688
	jul/ago	68,61	40,85	571,6872
	set/out	140,55	86,36	237,0188
	nov/dez	187,47	129,17	625,5457
	jan/fev	214,27	135,46	87,2287
Encruzilhada do Sul	mai/jun	205,74	128,62	1295,5333
	jul/ago	49,64	33,33	331,8994
	set/out	152,33	105,62	143,7822
	nov/dez	225,35	155,22	640,1846
	jan/fev	168,82	124,66	360,6722
Jaquirana	mai/jun	196,06	140,23	124,1748
	jul/ago	-	-	-
	set/out	187,21	106,93	330,8927
	nov/dez	313,78	167,18	131,0774
	jan/fev	263,67	172,13	648,5007
Lavras do Sul	mai/jun	229,55	146,49	1595,8811
	jul/ago	3,55	-	10,1921
	set/out	81,34	62,19	125,4117
	nov/dez	132,27	82,49	306,7762
	jan/fev	184,48	129,63	165,2021
Tavares	mai/jun	248,20	196,88	1444,2941
	jul/ago	155,00	133,60	2066,1190
	set/out	302,25	175,20	1626,8396
	nov/dez	362,10	235,99	275,9055
	jan/fev	347,90	224,82	964,4298

Tabela A-4. Valores de Fenóis Totais (FT), Proteína Precipitada por Fenóis (PPF) e Tocoferol obtidos do *Paspalum notatum*.

<i>Paspalum notatum</i>				
Sítio de coleta	Período	mg FT/g Planta	mg PPF/g Planta	Tocoferol g/kg
Aceguá	mai/jun	61,97	-	19,2260
	jul/ago	46,15	-	0,1604
	set/out	56,20	-	0,1597
	nov/dez	54,14	-	0,2600
	jan/fev	51,02	-	2,8323
Alegrete	mai/jun	57,22	-	39,4187
	jul/ago	35,26	-	19,5915
	set/out	43,91	-	1,0885
	nov/dez	47,73	-	0,6791
	jan/fev	27,04	-	16,8312
Eldorado do Sul	mai/jun	68,67	-	14,0634
	jul/ago	62,75	-	2,8014
	set/out	49,77	-	3,0994
	nov/dez	98,85	-	-0,1307*
	jan/fev	77,84	-	30,7697
Encruzilhada do Sul	mai/jun	74,47	-	2,4410
	jul/ago	31,94	-	66,1219
	set/out	63,07	-	0,0020
	nov/dez	31,75	-	6,5034
	jan/fev	21,82	-	0,3182
Jaquirana	mai/jun	59,25	-	3,1774
	jul/ago	39,26	-	-0,0292*
	set/out	49,13	-	6,9038
	nov/dez	42,83	-	12,6625
	jan/fev	45,63	-	154,8286
Lavras do Sul	mai/jun	49,89	-	2,3136
	jul/ago	20,67	-	-0,1301*
	set/out	57,41	-	8,8457
	nov/dez	57,92	-	49,9293
	jan/fev	46,77	-	322,4254
Vacaria	mai/jun	45,25	-	0,0140
	jul/ago	28,89	-	-0,1010*
	set/out	32,32	-	56,0981
	nov/dez	59,76	-	67,7857
	jan/fev	58,49	-	140,9183

*Os valores negativos se devem ao fato de algumas amostras da gramínea terem apresentado valores de tocoferol abaixo da curva padrão, porém apresentavam.

Tabela A-5. Correlações entre os compostos de *Desmodium incanum*, dados de clima e solo.

<i>Desmodium incanum</i>			
Período	Parâmetro	Correlação	Valor - p
Mai/Jun	Fenóis x PPF	0.88486	0.0191
	Fenóis x N	-0.89502	0.0160
	Fenóis x PB	-0.89528	0.0159
	Fenóis x T méd	-0.79660	0.0579
	PPF x N	-0.83758	0.0374
	PPF x PB	-0.83743	0.0375
	Tocof x SMP	0.85469	0.0301
	Tocof x HAI	-0.84678	0.0334
Jul/Ago	Fenóis x PPF	0.99556	0.0044
	FT x Tocof	0.97448	0.0049
	PPF x Tocof	0.99727	0.0027
	PPF x Umid	0.95077	0.0492
	PPF x Argila	-0.94273	0.0573
	PPF x Saturação K	0.99078	0.0092
	Tocof x Umidade	0.89049	0.0428
Set/Out	FT x PPF	0.98821	0.0002
	FT x N	-0.94280	0.0048
	FT x PB	-0.94274	0.0048
	FT x Tocof	0.91993	0.0094
	PPF x N	-0.89304	0.0165
	PPF x PB	-0.89295	0.0166
	PPF x Tocof	0.92417	0.0084
	Tocof x N	-0.80529	0.0532
	Tocof x PB	-0.80521	0.0532
	Tocof x MgK	0.80528	0.0532
Nov/Dez	FT x PPF	0.95213	0.0034
	FT x N	-0.93439	0.0063
	FT x PB	-0.93453	0.0063
	FT x FDN	0.80377	0.0540
	FT x FDA	0.95512	0.0030
	PPF x N	-0.87957	0.0209

	PPF x PB	-0.87978	0.0208
	PPF x FDA	0.82639	0.0426
	Tocof x Ca	0.88993	0.0175
	Tocof x Mg	0.87143	0.0237
	Tocof x CaK	0.94679	0.0042
Jan/Fev	FT x PPF	0.98816	0.0002
	FT x N	-0.81088	0.0503
	FT x PB	-0.81065	0.0504
	FT x FDA	0.83446	0.0388
	FT x T mín	0.81488	0.0482
	FT x Radiação	0.81334	0.0490
	FT x P (solo)	0.83812	0.0372
	PPF x N	-0.86954	0.0244
	PPF x PB	-0.86926	0.0245
	PPF x FDA	0.83708	0.0377
	PPF x Radiação	0.84739	0.0332
	PPF x P (solo)	0.83008	0.0409
	Tocof x N	-0.82043	0.0455
	Tocof x PB	-0.82008	0.0456

Tabela A-6. Correlações entre os compostos de *Paspalum notatum*, dados de clima e solo.

<i>Paspalum notatum</i>			
Período	Parâmetro	Correlação	Valor - p
Mai/Jun	FT x FDN	0.75883	0.0479
	FT x FDA	0.84511	0.0167
	Tocof x T máx	0.79940	0.0310
	Tocof x Ca	0.88564	0.0080
	Tocof x Mg	0.89944	0.0058
	Tocof x CTC efetiva	0.82223	0.0232
	Tocof x CTC pH7	0.80962	0.0273
	Tocof x CaK	0.91291	0.0041
	Tocof x MgK	0.91717	0.0036
Jul/Ago	FT x T máx	0.81595	0.0252
	FT x Radiação	-0.85817	0.0135
	Tocof x P	-0.76548	0.0449
	N x Ca	-0.75266	0.0509
	N x Mg	-0.82556	0.0222
	N x Saturação Bases	-0.80509	0.0289
	N x MgK	-0.82658	0.0219
	PB x Ca	-0.75304	0.0507
	PB x Mg	-0.82597	0.0220
	PB x Saturação Bases	-0.80534	0.0288
	PB x MgK	-0.82698	0.0217
Set/Out	FT x C	-0.84667	0.0163
	FT x Tocof	-0.78053	0.0384
	Tocof x N	0.84571	0.0165
	Tocof x PB	0.84569	0.0165
	Tocof x Argila (solo)	0.85452	0.0143
Nov/Dez	FT x T mín	0.75427	0.0501
	Tocof x Saturação K	0.79724	0.0318
Jan/Fev	FT x N	-0.80564	0,0287
	FT x PB	-0.80549	0,0288
	Tocof x Saturação K	0.91611	0.0037

Tabela A-7. Dados de clima dos sítios de coleta. Médias bimensais.

Dados de clima							
Sítio de coleta	Período	Tmín (°C)	Tmáx (°C)	Tmédia (°C)	Precipitação (mm)	Umidade (%)	Radiação (kJ/m²)
Aceguá	mai/jun	4,8	28,2	15,7	34,4	82,5	494,7
	jul/ago	1,1	28,9	13,4	180,4	78,7	618,83
	set/out	5,0	31,85	17,9	237	74,2	927,3
	nov/dez	8,0	35,0	21,7	187,7	65,5	1158,5
	jan/fev	8,9	36,0	22,9	65,3	70,3	1067,8
Alegrete	mai/jun	0,7	29,3	15,3	34,3	77	487,25
	jul/ago	2,5	30,7	15,1	122,25	74,92	673,45
	set/out	6,4	35,7	20,2	173,7	71,15	858,55
	nov/dez	10,7	37,5	23,7	157,3	62,95	1172,69
	jan/fev	10,5	37,3	24,3	80,85	68,23	1024,87
Eldorado do Sul	mai/jun	6,1	30,0	16,6	124,1	81,7	457,55
	jul/ago	5,6	33,1	15,9	124,1	77,59	539,31
	set/out	9,7	35,3	19,7	195,4	78,4	758,45
	nov/dez	17,7	37,0	24,1	75,25	68,72	1040,85
	jan/fev	15,8	37,4	25,0	88,35	73,05	979,64
Encruzilhada do Sul	mai/jun	3,5	25,7	14,5	74,4	78,45	464,2
	jul/ago	1,3	27,6	13,4	222,8	78,51	633,53
	set/out	7,1	32,2	17,6	207,8	75,05	833,95
	nov/dez	10,2	35,0	21,7	159,0	62,52	1177,32
	jan/fev	11,9	35,5	22,8	50,35	68,3	951,18
Jaquirana	mai/jun	1,3	24,8	13,3	108,8	82,15	460,8
	jul/ago	0,4	28,3	12,6	80,5	80,37	584,69
	set/out	3,9	32,1	15,7	290,8	84,1	712,1
	nov/dez	8,6	30,6	18,8	126,6	75,3	1036,05
	jan/fev	14,9	27,3	19,8	162,985	80,76	941,07
Lavras do Sul	mai/jun	4,1	25,3	13,8	74,3	79,85	420,5
	jul/ago	1,5	27,8	13,2	220,7	78,39	671,41
	set/out	6,0	30,7	17,5	269,2	72,25	866,0
	nov/dez	10,5	34,3	21,5	132,475	65,85	1193,87
	jan/fev	11,2	33,8	22,2	85,5	73,13	1014,83
Vacaria	mai/jun	-0,4	24,3	12,3	150,2	86,1	442,25
	jul/ago	-1,05	27,9	12,5	66,1	81,43	640,77
	set/out	3,5	31,7	16,2	221,3	82,8	821,25
	nov/dez	7,25	32,0	18,7	125,9	75,3	1060,15
	jan/fev	9,4	31,2	20,4	124,5	76,68	1211,51
Tavares	mai/jun	2,9	26,6	13,6	61,2	78	429,7
	jul/ago	5,5	27,5	14,4	151,3	84,07	552,66
	set/out	11,1	31,1	18,0	153,5	82,9	829,55
	nov/dez	13,0	32,2	21,8	33,7	75,75	1137,42
	jan/fev	17,1	35,9	25,0	54,7	72,28	1390,18

Tabela A-8. Dados da análise de solo dos sítios de coleta.

Análise do Solo																		
Sítio de coleta	Argila (%)	pH H ₂ O	Índice SMP	P (mg /dm ³)	K (mg /dm ³)	MO (%)	Al (cmolc /dm ³)	Ca (cmolc /dm ³)	Mg (cmolc /dm ³)	H+Al (cmolc /dm ³)	CTC Efetiva (cmolc/dm ³)	CTC pH 7,0 (cmolc /dm ³)	Satur Al (%)	Satur Bases (%)	Satur K (%)	Rel Ca/Mg	Rel Ca/K	Rel Mg/K
Aceguá	22	5,5	5,7	2,3	128	4,3	1	6,1	2,9	6	11	17,4	11,7	62,9	1,9	2,2	19,7	7,9
Alegrete	28	5,4	5,6	2,4	150	6,7	0,4	10,8	4,5	6,7	16,5	22,7	2,7	68,1	1,4	2,4	33,6	11,6
Eldorado do Sul	20	4,5	5,5	2,3	55	2,8	1,8	1,3	0,9	7,5	3,8	10,2	35	37,8	1,4	1,5	8,5	5,7
Encruzilhada do Sul	22	4,7	6,2	1,8	25	1,8	1,1	1	0,2	3,5	2,4	4,6	45,9	29,2	1,4	4,6	9,8	2,1
Jaquirana	39	4,8	5	3,1	117	7,1	5,8	1,1	0,1	13,1	7,8	15,1	78,2	13,3	2	7,7	4,6	0,5
Lavras do Sul	19	4,9	5,8	2,8	136	3,6	0,7	4,2	1,7	5,2	7,3	11,7	10,7	55,1	2,9	2,5	13,2	4,9
Tavares	10	4,8	6,2	3,4	28	1,7	0,8	0,2	1,3	3,4	2,6	5,1	33	34	1,5	0,2	3,4	19,9
Vacaria	54	5	5,6	2,8	77	5,2	4,3	1,4	0,7	6,9	5,9	9,4	64	26,6	2,3	2,2	7,3	3,3

VITA

Aline Pericolo Sgiers, filha de José Carlos da Costa Bruza Sgiers e Maria Rosa Pericolo Sgiers, nascida em 06 de dezembro de 1989 em Porto Alegre - RS. Estudou na Escola Estadual de Ensino Fundamental Professor Leopoldo Tietböhl e no Colégio Estadual Florinda Tubino Sampaio, durante o ensino médio. Em 2008 ingressou no curso de Química Industrial da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Em 2012 ingressou no curso Técnico de Biotecnologia do Instituto Federal do Rio Grande do Sul – Campus Porto Alegre. Monitora da disciplina de Química Aplicada à Produção Animal. Em 2013 trocou para o curso de Zootecnia (UFRGS). Durante a graduação realizou estágio no Centro de Pesquisa em Ovinos (CEPOV) de 2013 a 2015. Estagiou no Conselho Regional de Medicina Veterinária e Zootecnia (CRMV) de 2015 a 2016. Formou-se Técnica em Biotecnologia em 2016 com TCC baseado em Projeto de Extensão em Bubalinocultura Leiteira no Laboratório de Inspeção e Tecnologia de Leite e Derivados, Ovos e Mel (LEITECIA - UFRGS). Atuou como monitora à distância da disciplina de Inocuidade Alimentar de 2017 a 2018. Realizou primeiro estágio curricular com ovinocultura leiteira na Cabanha Chapecó em Chapecó - SC e segundo estágio com caprinocultura leiteira na Queijaria e Loja Nova Alemanha no município de Ivoti – RS, onde realizou o trabalho de conclusão intitulado: Etologia de Cabras Leiteiras em Relação a Diferentes Manejadores no ano de 2018, sob orientação da Professora Verônica Schmidt. Formou-se Zootecnista em agosto de 2018. Em 2020 iniciou o mestrado no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, na Faculdade de Agronomia da UFRGS, sob orientação do Professor Cesar Henrique Espirito Candal Poli com coorientação do Professor James Pierre Muir, com bolsa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).