

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

Eduarda Proença de Oliveira

**CARACTERÍSTICAS MORFOGÊNICAS E ESTRUTURAIS DE CULTIVARES DE AZEVÉM**

Santa Maria, RS  
2023

**Eduarda Proença de Oliveira**

**CARACTERÍSTICAS MORFOGÊNICAS E ESTRUTURAIS DE CULTIVARES DE  
AZEVÉM**

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração em Produção Animal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do título de **Mestre em Zootecnia**.

Orientador: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Luciana Pötter

Santa Maria, RS  
2023

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

de Oliveira, Eduarda Proença  
CARACTERÍSTICAS MORFOGÊNICAS E ESTRUTURAIS DE CULTIVARES DE AZEVÉM / Eduarda  
Proença de Oliveira.- 2023.  
57 p.; 30 cm

Orientador: Luciana Pötter  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências  
Rurais, Programa de Pós Graduação em Zootecnia, RS, 2023

1. Filocrono 2. Taxa de aparecimento foliar 3. Duração de vida das folhas 4. Taxa de  
elongação foliar 5. Ploidias I. Pötter, Luciana II. Título.

Sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFSM. Dados fornecidos pelo autor(a). Sob supervisão da Direção da Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central. Bibliotecária responsável Paula Schoenfeldt Patta CRB 10/1728.

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

**Eduarda Proença de Oliveira**

**CARACTERÍSTICAS MORFOGÊNICAS E ESTRUTURAIS DE CULTIVARES DE AZEVÉM**

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração em Produção Animal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do título de **Mestre em Zootecnia**.

Aprovada em 01 de março de 2023:

---

**Luciana Pötter, Dr<sup>a</sup>.**  
**(Presidente/Orientador)**  
(Videoconferência)

---

**Julio Viegas, Dr. (UFSM)**  
(Videoconferência)

---

**Sheila Cristina Bosco Stivanin, Dr<sup>a</sup>.**  
(Videoconferência)

Santa Maria, RS  
2023

## DEDICATÓRIA

Esse trabalho de pesquisa é dedicado à minha querida avó,

Guiomar Lencina de Bairros (*in memoriam*, 1923 - 2020).

Com todo meu amor e gratidão, por tudo que fizeste por mim ao longo de minha vida, estará sempre nos meus pensamentos Vó!

## AGRADECIMENTOS

Trilhar um trabalho de mestrado é uma longa viagem, demanda inúmeros desafios, percalços no caminho, suor, mas também muita alegria, risadas e união. Essa trajetória só foi possível com o apoio, energia e força de pessoas à quem é destinado esses agradecimentos.

Assim, agradeço:

- A Deus, pela saúde e oportunidades recebidas durante este processo;
- A minha família, mãe e pai, por todos os ensinamentos passados ao longo dessa vida e por sempre darem apoio ao longo da minha jornada. Amo vocês;
  - A minha maninha Isa, pelo carinho, amor e força;
  - A minha Tia Olga, que incansavelmente me apoiou e confiou a mim um amor imenso.
  - A meus irmãos, Fábio e Iolanda, pelo exemplo e ensinamentos de irmãos mais velhos;
  - A minha orientadora Prof<sup>a</sup> Luciana Pötter, não só pelo crescimento como profissional através de seus ensinamentos, conselhos e os “xixis”, mas também pessoal;
  - Aos meus colegas, Paola, Bernardo e Luiz Eduardo, mas além do que isso...meus amigos! Agradeço ao apoio e motivação incondicional, que ajudaram tornar este trabalho uma válida e agradável experiência de aprendizagem.
- A minha amiga de sempre, Paula, pelo carinho, apoio e sossego me transmitido nesses anos.

Eu te amo amiga;

- A meu namorado, Ricardo, que me carregou no colo naqueles dias não tão bons assim, sempre me oferecendo uma paz tranquilizadora;
- Aos meus amigos, agradeço o apoio e contribuição para concretização desta dissertação;
- A cada integrante Pastos & Suplementos, pela oportunidade de poder trabalhar em equipe. A cada um que, fez uma morfo, concertou o choque, ajudou no ajuste de lotação, remendou uma cerca, digitou uma planilha....minha gratidão, sem vocês, nada disso seria possível;
- Aos colegas de pós-graduação: Amandinha, Dinah, Bruna e Furquim. Obrigada pela contribuição durante a fase do Mestrado.
  - Ao Prof<sup>o</sup> Alexandre, pelo empréstimo dos animais;
  - Às empresas Gentos Brasil e Yara Brasil, pela colaboração nos materiais experimentais;
  - À Universidade Federal de Santa Maria e ao PPGZ pela oportunidade de usufruir de um ensino de alta qualidade. Aos colaboradores do Departamento de Zootecnia, em especial ao Marcos, Gilnei, João Aquino e Seu Emir, foram inúmeras vezes que precisei recorrer a ajuda

de vocês;

- Ao Departamento de Solos e Colégio Politécnico da Universidade Federal de Santa Maria,  
pelo empréstimo dos implementos agrícolas;
- A CAPES, pela concessão da bolsa de mestrado;

- Á todos que de uma forma ou outra, auxiliaram na realização deste trabalho, meu muito  
obrigada!

## RESUMO

### CARACTERÍSTICAS MORFOGÊNICAS E ESTRUTURAIS DE CULTIVARES DE AZEVÉM

AUTOR: Eduarda Proença de Oliveira

ORIENTADOR: Luciana Pötter

A espécie *Lolium multiflorum* Lam., também conhecida como azevém, é uma gramínea forrageira que expressa perfeitamente seu potencial produtivo no sistema agropecuário da Região Sul do Brasil. Dentre as cultivares de azevém, ocorrem cultivares com diferentes cargas genéticas, como diploides (2n) e tetraploides (4n). Entretanto, muitas variáveis desses genótipos são ainda poucos conhecidos, originando a necessidade de estudos referentes às suas características morfogênicas e estruturais. Neste sentido, o entendimento do comportamento do ecossistema de forragem frente às variações dos recursos naturais torna-se uma ferramenta capaz de auxiliar na elaboração de metas de manejo sustentáveis. Este estudo foi conduzido com o objetivo de avaliar a morfogênese de diferentes cultivares de azevém consorciado com trevo vermelho (*Trifolium pratense* L.) e cornichão (*Lotus corniculatus* L.). As avaliações de morfogênese foram realizadas através da identificação dos perfilhos de azevém com anéis plásticos coloridos, em quatro pontos representativos da altura do dossel da pastagem. Nessas ocasiões, foram medidas as alturas de dossel, pseudocolmo, perfilho estendido e o comprimento das folhas expandidas, em expansão e senescentes. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com medidas repetidas no tempo, com três tratamentos e três repetições de área. Os tratamentos experimentais foram as cultivares de azevém, Bill Max, Bolt e Selva, no decorrer dos períodos de avaliação da pastagem. Não houve interação cultivares x períodos de avaliação para as variáveis altura do dossel, oferta de forragem, oferta de lâminas foliares, massa de forragem, massa de lâminas foliares, número de lâminas foliares verdes, taxa de lotação, filocrono, duração de vida das folhas, taxa de expansão foliar e taxa de senescência foliar, exceto para a variável taxa de aparecimento foliar. As características estruturais não diferiram entre cultivares, mas diferiram entre períodos de avaliação. O filocrono diferiu entre cultivares e entre os períodos de avaliação. Foram observados maiores valores médios de filocrono para as cultivares Bolt e Selva quando comparada a cultivar Bill Max. Para duração de vida das folhas não houve diferença entre cultivares e houve diferença entre os períodos de avaliação. A taxa de expansão foliar diferiu entre cultivares e entre períodos de avaliação. A taxa de senescência foliar diferiu entre cultivares e entre períodos de avaliação. A taxa de aparecimento foliar foi maior em todos cultivares, em todos os períodos de avaliação, exceto no segundo período de avaliação, no qual a cultivar Selva apresentou menor taxa de aparecimento foliar. A taxa de aparecimento foliar foi maior nos três primeiros períodos de avaliação, independente da cultivar. As cultivares avaliadas apresentam diferenças quanto às características morfogênicas, sugerindo a adoção de estratégias de manejo específicas para cada cultivar de azevém. O genótipo tetraploide Bill Max de azevém apresenta menor filocrono, ou seja, necessita de um menor acúmulo térmico para o surgimento de novas folhas no perfilho, sendo assim considerada uma cultivar com alta rotatividade de folhas que garante boa rebrota após a desfolha.

**Palavras-chave:** *Lotus corniculatus* L. *Lotus corniculatus* L. Duração de vida das folhas. Filocrono.



## ABSTRACT

### MORPHOGENIC AND STRUCTURAL CHARACTERISTICS OF RYEGRASS CULTIVARS

AUTHOR: Eduarda Proença de Oliveira

ADVISOR: Luciana Pötter

Species *Lolium multiflorum* Lam., also known as ryegrass, is a forage grass that perfectly expresses its productive potential in the agricultural system of southern Brazil. Among the ryegrass cultivars, there are cultivars with different genetic loads, such as diploid (2n) and tetraploid (4n). However, many variables of these genotypes are still little known, creating the need for studies regarding their morphogenic and structural characteristics. In this sense, understanding the behavior of the forage ecosystem in the face of variations in natural resources becomes a tool capable of assisting in the development of sustainable management goals. This study was carried out with the objective of evaluating the morphogenesis of different cultivars of ryegrass intercropped with red clover (*Trifolium pratense* L.) and gherkin (*Lotus corniculatus* L.). The morphogenesis evaluations were carried out by identifying the ryegrass tillers with colored plastic rings, at four points representing the pasture canopy height. On these occasions, the heights of the canopy, pseudostem, extended tiller and the length of the expanded, expanding and senescent leaves were measured. The experimental design was randomized blocks, with repeated measures in time, with three treatments and three area replications. The experimental treatments were the ryegrass cultivars, Bill Max, Bolt and Selva, during the pasture evaluation periods. There was no interaction between cultivars x evaluation periods for the variables canopy height, forage supply, leaf blade supply, forage mass, leaf blade mass, number of green leaf blades, stocking rate, phyllochron, leaf life span, leaf expansion rate and leaf senescence rate, except for the leaf appearance rate variable. Structural characteristics did not differ between cultivars, but did differ between evaluation periods. The phyllochron differed between cultivars and between evaluation periods. Higher mean phyllochron values were observed for the Bolt and Selva cultivars when compared to the Bill Max cultivar. For leaf life span there was no difference between cultivars and there was difference between evaluation periods. The leaf expansion rate differed between cultivars and between evaluation periods. The leaf senescence rate differed between cultivars and between evaluation periods. The leaf appearance rate was higher in all cultivars, in all evaluation periods, except in the second evaluation period, in which the Selva cultivar showed a lower leaf appearance rate. The leaf appearance rate was higher in the first three evaluation periods, regardless of the cultivar. The evaluated cultivars show differences in terms of morphogenetic characteristics, suggesting the adoption of specific management strategies for each ryegrass cultivar. The tetraploid genotype Bill Max of ryegrass has a lower phyllochron, that is, it needs less thermal accumulation for the emergence of new leaves in the tiller, thus being considered a cultivar with high leaf turnover that ensures good regrowth after defoliation.

**Keywords:** *Lotus corniculatus* L. *Lotus corniculatus* L. Lifespan of leaves. Philochron.

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 - Diagrama das relações entre as variáveis morfogênicas e estruturais do dossel. .... 18

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	13
<b>2.1 CARACTERIZAÇÃO DAS ESPÉCIES EM ESTUDO</b> .....	13
2.1.1 Consorciação de gramíneas e leguminosas .....	13
2.1.2 Azevém ( <i>Lolium multiflorum</i> L.) .....	14
2.1.3 Trevo Vermelho ( <i>Trifolium pratense</i> L.) .....	Erro! Indicador não definido.
2.1.4 Cornichão ( <i>Lotus corniculatus</i> L.) .....	Erro! Indicador não definido.
<b>2.2 GENÓTIPOS DE AZEVÉM</b> .....	16
<b>2.3 MORFOGÊNESE DE PLANTAS FORRAGEIRAS</b> .....	17
2.3.1.1 Taxa de aparecimento de folhas .....	19
2.3.1.2 Taxa de alongação foliar .....	20
2.3.1.3 Duração de vida das folhas .....	21
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	21
<b>3 ARTIGO</b> .....	28
<b>ANEXO - Normas para publicação de artigos científicos na revista Chilean Journal of Agricultural Research:</b> .....	47

## 1 INTRODUÇÃO

Com um rebanho estimado de 196,47 milhões de cabeças, a pecuária brasileira em 2021 registrou um abate total de 39,14 milhões de cabeças, sendo produzido 9,1 milhões de toneladas de carne equivalente (ABIEC, 2022). Desse total de carne produzida, 25,51% foram exportadas, enquanto 74,49 % abasteceu o mercado interno. Cerca 163,1 milhões de hectares (ha) de área são destinadas à produção de pastagens, onde 82,81 % dos abates são de animais criados, recriados e terminados à pasto (ABIEC, 2022). O Rio Grande do Sul (RS) representa um efetivo de 12,89 milhões de bovinos de corte, sendo eles criados em 7,7 milhões de hectares de pastagens.

A maioria das propriedades agropecuárias do Brasil utiliza poucos rendimentos de forragem, muitas vezes com reduzida qualidade nutricional, resultando em índices produtivos baixos, com taxas de lotação inferiores às ideais para pastagens (JANUSCKIEWICZ et al., 2010), com média de lotação de 0,9 unidades por hectares (UA/ha) (ABIEC, 2022). A alimentação deste rebanho compõe uma grande parte do custo de produção de gado de corte. De acordo com Miranda et al. (2021), o custo por animal em pastagens foi de R\$ 549,36, representando um dos itens de maior relevância dentro do sistema.

A oferta de forragem disponibilizada aos animais de modo que atenda seus requerimentos nutricionais deve ser um item de fundamental importância para a manutenção da produção. Para esse propósito, é preciso explorar os recursos forrageiros que forneçam alto valor nutritivo e sejam adaptados às condições ambientais, a fim de propiciar elevado desempenho produtivo dos animais (CARVALHO et al., 2010).

O azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) é uma forrageira de inverno bastante difundida em regiões temperadas e subtropicais do mundo. No cenário agropecuário do Brasil, a gramínea tem excelente adaptabilidade às condições edafoclimáticas do Rio Grande do Sul, por apresentar um bom potencial de produção de massa de forragem, qualidade nutricional elevada e capacidade de rebrote (PEDROSO et al., 2004). Adicionalmente, o azevém possui alta ressemeadura natural, podendo assim ser utilizado para melhoramento de pastagens naturais ou constituindo pastagens de cultivo exclusivo ou consorciado (QUADROS et al., 2005).

Considerando a importância do azevém para a intensificação da produção pecuária no RS, assim como a condição climática para potencial produção animal à pasto, o entendimento das características ecofisiológicas vinculadas no sistema pastoril possibilita o auxílio na elaboração de ferramentas de manejo eficientes e utilização dessa espécie (SILVA et al., 2015).

Dentro do sistema produtivo em pastagens, fluxos de massas e energia regulam os processos fisiológicos do dossel forrageiro, e mudanças nos fatores de crescimento levam a alterações em suas estruturas (GASTAL E LEMAIRE, 2015). Em razão disso, a descrição do processo de morfogênese tem papel importante no conhecimento do crescimento e desenvolvimento da planta forrageira.

Ainda, com o objetivo de impulsionar a pecuária do estado do RS, nos últimos anos, diversos genótipos de azevém têm sido lançados no mercado brasileiro, elevando as possibilidades de escolha da cultivar com base na sua adaptação a cada ambiente e sistema de produção. O azevém, anual ou perene, pode possuir dois níveis de ploidia, como planta diploide ( $2n = 14$  cromossomos) ou também como tetraploide ( $4n = 28$  cromossomos), originados através do melhoramento genético vegetal por duplicação cromossômica. A produção de azevém tetraploide objetiva aumentar características de produção, como por exemplo, qualidade de forragem, precocidade, ciclo vegetativo mais longo e tamanho de lâminas foliares maiores (PEREIRA et al., 2012).

No entanto, o conhecimento de muitas características de crescimento desses genótipos ainda é pouco explorado, fazendo com que, estudos aprofundados nesse sentido sejam propostos. A partir disso, este trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar as características morfológicas e estruturais de cultivares diploide e tetraploide de azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) consorciado com trevo vermelho (*Trifolium pratense* L.) e cornichão (*Lotus corniculatus* L.), sob lotação contínua.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 CARACTERIZAÇÃO DAS ESPÉCIES EM ESTUDO**

#### **2.1.1 Azevém (*Lolium multiflorum* L.)**

O azevém anual (*Lolium multiflorum* L.), destaca-se por ser a gramínea de inverno mais disseminada nos estados da região Sul do país, por conta de sua alta produtividade, qualidade, capacidade de ressemeadura natural e a possibilidade de fornecer forragem de qualidade em época de vazio forrageiro primaveril (CARVALHO et al., 2010). Apresenta rota metabólica de ciclo C3, com folhas brilhantes, característica que o distingue da aveia-forrageira (*Avena strigosa*) (BARTH NETO et al., 2013). Suas folhas são verdes brilhantes e de pré-foliação convoluta. A lígula é membranosa e curta e as aurículas são abraçantes (RODRIGUES, 2010).

Apresenta, em sua morfologia, sistema radicular fasciculado e hábito cespitoso. A sua inflorescência é em forma de espiga dística, apresentando duas fileiras de espiguetas (FLOSS, 1988).

O crescimento do azevém ocorre de forma lenta em meses onde as temperaturas são baixas, e apesar de ser uma planta de clima frio, aumenta sua produção de matéria seca em temperaturas mais elevadas (BARTH NETO et al., 2013). Sua produção ótima é observada na temperatura entre 20 e 25 °C (HANNAWAY et al., 1999). A época de semeadura ideal para o azevém está compreendida nos meses de março a maio, momento em que a temperatura e a umidade do solo estão em condições adequadas à germinação da semente. O período de utilização da pastagem de azevém pode chegar a 120 dias (MITTELMANN et al., 2010).

A resposta animal ao uso de dietas à base de azevém não depende somente da sua resposta fisiológica, mas também do estágio fenológico da planta. A composição química aproximada da pastagem de azevém em distintos estádios fenológicos foram observadas por Amaral et al. (2011), apresentando valores de proteína bruta (PB) de 13,4 a 23,64% e fibra em detergente neutro (FDN) de 37,2 a 61,50%, nos estádios vegetativo e florescimento pleno, respectivamente. Enquanto a digestibilidade da matéria orgânica pode variar de 40 a 72% (DIFANTE et al., 2006). Na literatura são encontrados valores de produção de forragem de azevém entre 4.300 a 7.900 kg/ha de matéria seca (MS), com doses de 0 a 220 kg/ha de nitrogênio (N) (PELLEGRINI et al., 2010).

Para a obtenção de máxima produção e o mínimo de perdas de forragem, a biomassa na pastagem de azevém deve ser mantida entre 1.300 e 1.400 kg/ha de MS (ROMAN et al., 2010) e, quando bem manejada permite ganho médio diário de bezerras de corte entre 0,750 e 1,059 kg (PILAU et al., 2004; ROSA et al., 2013). Em análise de nove experimentos, Pötter et al. (2010) mostraram um ganho de peso por área em pastagens de clima temperado entre 440 e 637 kg/ha.

### **2.1.2 Consorciação de gramíneas e leguminosas**

A utilização de leguminosas em consórcio com gramíneas promove o aumento de oferta de forragem e resulta em maiores períodos de uso da pastagem, além de diminuir os custos em relação à adubação, por permitirem elevado aporte proteico e mineral, principalmente de Cálcio (Ca) e Fósforo (P), constituindo em uma tecnologia para dinamizar os processos de produção (CARVALHO; PIRES, 2008).

De acordo com Costa et al. (2010), o consórcio entre espécies vegetais que apresentam distintas arquiteturas de plantas e padrões de crescimento das raízes podem ter um melhor aproveitamento de água, luz e nutrientes, resultando em elevado acúmulo de massa por área em determinado tempo. A fixação biológica, realizada pelas bactérias do gênero *Rhizobium*, que ocorre com o uso de leguminosas no consórcio, promove a incorporação de nitrogênio da atmosfera, o qual acaba sendo depositado no solo, transferido para as plantas que se encontram consorciadas a leguminosa (ANDRADE et al., 2004).

No Rio Grande do Sul, a consorciação das espécies: azevém, trevo-branco (*Trifolium repens* L.) e cornichão (*Lotus corniculatus* L.), é bastante utilizada no melhoramento de campo nativo, apresentando excelentes resultados, ficando conhecido como “mistura convencional” (RODRIGUES, 2010). O estudo da consorciação do azevém com o trevo vermelho e cornichão visa oferecer uma alternativa ao consórcio do azevém com espécies de leguminosas que possam ocasionar timpanismo nos ruminantes, como por exemplo, o trevo branco (CRAIG, 2005).

O trevo vermelho é uma das cerca de 250 espécies de leguminosas do gênero *Trifolium*, tornando-se uma cultura muito importante para regiões temperadas, devido a sua alta produtividade e elevado valor nutritivo (CARVALHO et al., 2010). Na região sul do Brasil, está adaptado a variadas condições de solo e clima, e suas sementes por terem maior tamanho em comparação a outras leguminosas, permitem rápido estabelecimento. Adicionalmente, é recomendado para o consórcio com as seguintes gramíneas: azevém, aveia preta, centeio (*Secale cereale* L.) e festuca (*Festuca arundinacea*; FONTANELI et al., 2012). Possui capacidade de fixação simbiótica de nitrogênio, fornecendo N para o crescimento de pastagens, quando consorciado com outras espécies (SMITH et al., 1985).

A produção de massa seca de trevo vermelho, em cultivo singular, pode chegar entre 15 e 23 toneladas por hectare (ton/ha) com irrigação (CARVALHO et al., 2010). Em estudo avaliando a produção de forragem de diferentes espécies e cultivares forrageiras de clima temperado, Rocha et al. (2007) observaram que a produção de MS do trevo vermelho foi de 6627,3 kg/ha. Valor próximo a essa produção foi observado por Glienke et al. (2006), de 4510,0 kg/ha de MS em consórcio com azevém, permitindo que o ciclo de produção de forragem estendesse até dezembro. A composição química do trevo vermelho durante seu estágio vegetativo é de 28% de proteína bruta, reduzindo para 16% no florescimento pleno, enquanto o teor de FDN é de aproximadamente 39,4% (SMITH, BULA & WALGENBACH, 1986; ROCHA et al., 2007).

As espécies de *Lotus* L. são comumente utilizadas para compor pastagens mistas, cujo comportamento está bem esclarecido na região Central do Rio Grande do Sul, onde forma

consórcio com o azevém. O cornichão influencia de maneira positiva a qualidade nutricional da pastagem na qual está consorciada, devido a apresentar teores de PB e digestibilidade até 24 e 86%, respectivamente (HERLING; TECHIO, 2016). Ademais, a espécie possui taninos condensados, responsáveis pelo aumento de 18 a 25% no aproveitamento de proteínas (HEDQVIST et al., 2000), cujos teores atingem 28% quando em estágio bem jovem. A produção de biomassa varia de 10 a 17 ton/ha, quando consorciado com gramíneas e, entre 6 e 14 ton/ha, quando em cultivo singular (BULLARD, 1995). Em estudo avaliando a produção de matéria seca da cultivar São Gabriel, Flaresso (1989) observou valor de 4.400 kg/ha.

Sistemas pastoris constituídos por azevém, azevém + trevo vesiculoso (*Trifolium vesiculosum*) e azevém + trevo branco + cornichão, apresentam potencial para alta produtividade animal em sistemas de rotação com pecuária de corte e arroz irrigado, possibilitando ganho de peso acima de 500 kg/ha e ganho diário de 1,00 kg (SILVA et al., 1997). Para pastagem de azevém + trevo branco + cornichão em área de várzea, Marquezan et al. (2002) observaram um ganho médio diário de 1,015 kg com uma lotação média de 738 kg de peso corporal (PC).

## 2.2 GENÓTIPOS DE AZEVÉM

Devido à alta importância que o azevém representa nos sistemas agropecuários, diversas cultivares são lançadas anualmente, com o objetivo de aumentar as características de produção. Originalmente, o germoplasma do azevém é diploide (2n) possuindo 14 cromossomos, mas após seu melhoramento genético, novos cultivares tetraploides (4n) com 28 cromossomos foram desenvolvidas e lançados no mercado (FARINATTI et al., 2006).

O germoplasma de azevém mais utilizado pelos produtores rurais é o diploide, conhecido como o azevém Comum. Essa espécie não possui melhoramento genético e, é caracterizada por apresentar um ciclo vegetativo mais curto, sendo propícia para a utilização na integração lavoura-pecuária (FONTANELI et al., 2009).

O genótipo tetraploide, quando comparado ao diploide, destaca-se pela alta produção de massa, maior porcentagem de folhas e folhas mais largas (OLIVEIRA et al., 2012). São considerados materiais mais precoces, apresentando rápida produção inicial e ciclo vegetativo mais longo (FARINATTI et al., 2006).

Em estudos realizados por Oliveira et al. (2014), avaliando cultivares de azevém diploides (Comum-RS, Pronto e Conquest) e tetraploides (INIA Titan, Winter Star, KLM 138 e Banquet II), os autores concluíram que a cultivar Banquet II apresentou as melhores



características estruturais, todavia, as cultivares Winter Star, Conquest e KLM 138 também demonstraram estrutura adequada ao pastejo durante todo seu ciclo, enquanto Pronto e Comum-RS, ao final do ciclo, tem a acessibilidade das folhas comprometida.

Ainda, segundo tais autores, a cultivar Banquet II, possibilitou reduzido número de cortes, tendo apresentado as maiores taxas de expansão e de aparecimento de folhas. Já a cultivar KLM 138, por seu filocrono e tempo de vida da folha, apresentou menor renovação de folhas no dossel forrageiro, permitindo maiores intervalos entre desfolhas. INIA Titan e Pronto apresentaram rápido rebrote após os cortes, o que influenciou no elevado número dos mesmos. Esta característica mostrou que estas cultivares podem ser utilizadas em sistemas de lotação rotacionada, visando menores intervalos entre desfolhas.

Em estudo conduzido por Kagimura et al. (2021), avaliando quatro cultivares de azevém anual, sendo duas diploides (BRS Estações e Nibbio) e duas tetraploides (Barjumbo e KLM 138), afirmaram que em comparação as diploides, cultivares tetraploides de azevém anual apresentaram maiores ritmos de crescimento e acúmulo de forragem.

Apesar da poliploidia possibilitar o aumento de caracteres de interesse agrônômico, como qualidade e massa de forragem, o conhecimento de muitas características fisiológicas e de crescimento destas cultivares ainda é incipiente, ou mesmo inexistente, de modo que muitas vezes, sua indicação de uso seja baseada em técnicas empíricas. Nesse contexto, a morfogênese é uma ferramenta de avaliação que, pode produzir resultados técnicos e científicos muito relevantes para a caracterização de cada cultivar.

### **2.3 MORFOGÊNESE DE PLANTAS FORRAGEIRAS**

O desenvolvimento de uma planta depende primeiro de luz, fonte de energia para que ocorra o processo de fotossíntese e assim produza os assimilados necessários para a formação de tecidos (NABINGER; CARVALHO 2008). A partir da sementeira, inicia-se a formação da haste primária e das folhas, seguindo um arranjo determinado geneticamente. As características morfogênicas são avaliadas na unidade básica de crescimento, o perfilho, podendo determinar o funcionamento e a coordenação dos meristemas em termos da taxa de expansão e a produção de novas células (LEMAIRE; AGNUSDEI, 1999). Cada perfilho, por sua vez, é composto por fitômeros, que são constituídos por nó, entrenó, folha e gema axilar (BRISKE, 1991).

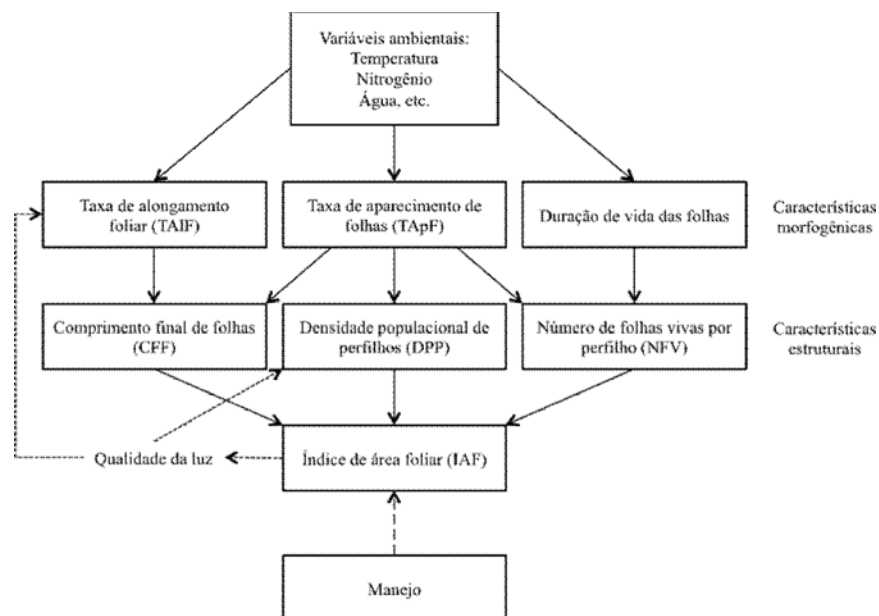
A morfogênese é definida como a dinâmica de geração e expansão dos órgãos vegetais no tempo e no espaço (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996), sobre o rendimento de matéria seca no dossel, estando esta dinâmica relacionada às constantes mudanças do ambiente (TOWNSEND,

2008). Segundo Gomide et al. (2006), o estudo da morfogênese fornece informações detalhadas do crescimento vegetal, auxiliando na compreensão dos mecanismos adotados pelas plantas, sob diferentes condições de meio e/ou manejo, constituindo o primeiro passo para a recomendação de estratégias racionais do manejo de pastagens.

Plantas individuais são sensíveis a variações em condições de ambiente e podem adaptar sua morfogênese por meio da resposta plástica (SBRISSIA & SILVA, 2001). Esse fenômeno, chamado de “plasticidade morfológica” ou “plasticidade fenotípica” (BRADSHAW, 1965), possui uma importante função na adaptação de espécies forrageiras à desfolhação. A plasticidade fenotípica pode ser definida como uma mudança progressiva e reversível nas características morfológicas de plantas individuais (LEMAIRE & AGNUSDEI, 1999).

Segundo Lemaire e Champman (1996), a morfogênese pode ser descrita por três características principais, sendo: taxa de alongamento foliar, taxa de aparecimento de folhas e duração de vida das folhas (Figura 1).

Figura 1 - Diagrama das relações entre as variáveis morfológicas e estruturais do dossel.



Fonte: Lemaire e Champman, 1996.

Essas variáveis morfológicas são determinadas geneticamente, mas podem ser influenciadas pelas variáveis ambientais como luz, temperatura, água e nutrientes. Essas variáveis determinam as características estruturais como número e tamanho das folhas e densidade populacional de perfilhos, que por sua vez determinam o índice de área foliar do dossel. No início da rebrota do dossel após o pastejo, a intensidade do crescimento vegetal

depende, principalmente, das taxas de aparecimento e de expansão de folhas e perfilhos. Desses processos resulta o acréscimo do número de folhas verdes expandidas do perfilho (GOMIDE et al., 2006) e, conseqüentemente, do aumento da área foliar fotossinteticamente ativa.

### 2.3.1 Variáveis Morfogênicas

#### 2.3.1.1 Taxa de aparecimento de folhas

A taxa de aparecimento foliar (folhas/graus-dia; TAF) (Figura 1) corresponde ao número de folhas que aparece em cada perfilho por unidade de tempo, e esta variável desempenha papel central na morfogênese, e por conseqüência no índice de área foliar (IAF), influenciando diretamente cada um dos três componentes da estrutura da pastagem (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996), os quais, conjuntamente, irão afetar a quantidade de radiação interceptada. O fator determinante na taxa de aparecimento foliar é a temperatura (DURU; DUCROCQ, 2000), sendo que o valor dessa variável, determinada em graus-dia (GD), é relativamente constante (LEMAIRE; AGNUSDEI, 1999). Trabalhos realizados em azevém Comum (*Lolium multiflorum* Lam.) indicam valores da taxa de aparecimento foliar entre 0,0058 folha/GD (PONTES et al., 2003) e 0,0093 folha/GD (CONFORTIN et al., 2010). Ongaratto et al. (2020) utilizando diferentes intervalos entre cortes em azevém, observou valores de taxa de aparecimento foliar de  $0,008 \pm 0,0003$  folha/GD. Confortin et al. (2013) avaliando diferentes massas de forragem em azevém, variando de 1.000 a 2.000 kg/ha de MS, encontraram valores para essa variável de 0,0067 folhas/GD.

Kagimura et al. (2021), avaliando diferentes ploidias de azevém, verificaram que os materiais tetraploides apresentaram maiores valores de TAF em comparação aos diploides, de 0,091 GD para tetraploides e 0,084 para diploides. Saldanha, Cechini e Bentancur (2013) avaliando diferentes cultivares de azevém no Uruguai, observaram TAF de 0,055 GD para azevém tetraploide. Já Oliveira et al. (2014), não observaram diferenças de TAF em estudo realizado com diferentes ploidias, apresentando valores médios de 0,0091 e 0,0090 folha/GD, para as cultivares diploide e tetraploide, respectivamente. Porém este estudo foi conduzido com o uso de vasos.

O filocrono está associado ao conceito de taxa de aparecimento de folhas e representa o intervalo de tempo transcorrido entre o surgimento de duas folhas consecutivas e geralmente é expresso em GD, podendo ser calculado como o inverso do coeficiente angular da regressão

linear entre o acúmulo de folhas em uma haste em relação à soma térmica (NABINGER, 1997). Apesar do filocrono ser relativamente constante para um dado genótipo em determinado ambiente, é possível que dentro de uma mesma espécie e cultivar ocorram variações, e essas variações necessitam ser conhecidas para que esse indicador possa ser usado em decisões de manejo (NABINGER, 1997). Na literatura os valores encontrados para o filocrono do azevém variam entre 120° a 200° GD (CONFORTIN et al., 2010; QUADROS; BANDINELLI, 2005). Também há valores de filocrono de azevém na literatura de 125 GD (CONFORTIN et al., 2007) e 154,8 GD (GONÇALVES; QUADROS, 2003). Silva et al. (2015) ao manejar azevém em pastejo contínuo e com duas taxas de lotação: alta (1100 kg PC/ha) e baixa (700 kg PC/ha), relatou que a TAF (0,0074 folha/GD) e o filocrono do azevém (163,8 GD) não foram modificados. Em relação ao filocrono de diferentes genótipos, Oliveira et al. (2014) observaram valores médios de 96,80 GD para materiais diploides e 106,98 GD para tetraploides.

### 2.3.1.2 Taxa de alongação foliar

A taxa de expansão foliar (cm/GD; TEF), que representa o efeito cumulativo da divisão e alongamento celular (SCHNYDER et al., 1999), representa o crescimento diário no comprimento da lâmina foliar. Isoladamente, é a variável morfogênica que mais se correlaciona com a massa seca da forragem (HORS, NELSON & ASAY, 1978), sendo influenciada por radiação, temperatura, níveis de umidade e nutrientes no solo, especialmente o nitrogênio.

Confortin et al. (2013) e Stivanin (2014) observaram valores de 0,06 cm/GD para taxa de expansão de lâmina foliar. Pontes et al. (2003) observaram efeito da intensidade de pastejo na taxa de alongação foliar, esses autores verificaram um aumento de 0,0026 cm/GD na taxa de alongação foliar de azevém anual para cada cm a mais na altura do dossel e atribuíram esse efeito aos valores superiores de massa de forragem e material senescente nos pastos com maiores alturas, o que teria proporcionado uma maior remobilização de nitrogênio.

De acordo com Difante (2003), o efeito da desfolha sobre a taxa de alongação foliar parece estar mais relacionado à interação da intensidade de desfolha com a disponibilidade de compostos orgânicos para recomposição da área foliar. A taxa de alongação foliar praticamente não sofre influência de uma desfolhação que remova apenas duas a três folhas por perfilho, mas é diminuída em torno de 15 a 20% quando todas as folhas de um perfilho são removidas (DAVIES, 1974). Também Schnyder et al. (2000) relataram que desfolhas frequentes levam a uma forte redução da taxa de alongação foliar.

Segundo dados observados por Kagimura et al. (2021), a TEF foi de 0,15 e 0,10 cm/GD para genótipos tetraploide e diploide de azevém, respectivamente. Oliveira et al. (2014) verificaram taxa de expansão de folhas de 0,13 cm/GD para cultivares diploides, e 0,15 cm/GD para cultivares tetraploides.

### 2.3.1.3 Duração de vida das folhas

Depois que a folha em alongação atinge seu tamanho final ela permanece verde por um determinado período, esse período é chamado de duração de vida das folhas (DVF). A duração de vida das folhas determina o maior número de lâminas foliares vivas que um perfilho pode suportar quando seu rendimento teto é atingido (LEMAIRE; AGNUSDEI, 2000). Segundo Ribeiro et al. (2017), a senescência tende a ser menor no início do estabelecimento da pastagem porque a primeira folha começará a entrar em senescência só após o perfilho atingir seu número máximo de folhas vivas (constante genotípica). A partir desse momento haverá equilíbrio entre a taxa de aparecimento de folhas e a senescência das folhas que atingiram o seu período de duração de vida.

Na literatura são encontrados trabalhos que citam a duração de vida do azevém entre 384,5° GD e 725,3° GD (CONFORTIN et al., 2010; CONFORTIN et al., 2013). Em pesquisas conduzidas por Freitas (2008) e Macari (2010) foi utilizado a DVF como ferramenta para determinar ciclos de pastejo em azevém, sendo utilizados os valores de 500 GD em agosto e 410 GD de setembro a novembro. Gonçalves e Quadros (2003) ao manejarem pastagem de azevém em lotação contínua, utilizando diferentes doses de nitrogênio (90 kg/ha; 180 kg/ha; 120 kg/ha + *Trifolium vesiculosum*) relataram duração de vida de folha de 464,4 GD, 462,4 GD e 502,7 GD, respectivamente. Considerando a média das temperaturas no inverno de 15°C, na Depressão Central do RS, Hampel et al. (2012) verificaram a DVF de aproximadamente 28,8 dias.

Segundo Kagimura et al. (2021), o tempo de vida das lâminas foliares variaram de 453,3 GD para genótipo de azevém tetraploide e, 517,5 GD para os genótipos diploides. Valores próximos foram obtidos por Oliveira et al. (2014), entre 418,3 para diploide e 469,1 para tetraploide.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNES. **Perfil da pecuária do Brasil:** Relatório Anual, 2021. São Paulo: 2022. Disponível em:

[https://www.abiec.com.br/wp-content/uploads/Beef-Report-2022\\_atualizado\\_jun2022.pdf](https://www.abiec.com.br/wp-content/uploads/Beef-Report-2022_atualizado_jun2022.pdf). Acesso em: 15 ago. 2022.

AMARAL, Gláucia Azevedo do *et al.* Metabolizable protein and energy supply in lambs fed annual ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) supplemented with sources of protein and energy. **Journal of Agricultural Science**, v. 149, n. 4, p. 519-527, 2011. DOI: 10.1017/S002185961000122X

ANDRADE, Carlos Mauricio Soares de *et al.* Crescimento de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais sob sombreamento. Pesquisa **Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 39, n. 3, p. 263-270, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2004000300009>

BARTH-NETO, Armindo *et al.* Perfilhamento em pastagens de azevém em sucessão a soja ou milho, sob diferentes métodos e intensidades de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, p. 329-338, 2013. DOI: 10.1590/S0100-204X2013000300012

BRADSHAW, Antony. Evolutionary significance of phenotypic plasticity in plants. **Advances in genetics**, p. 115-155, 1965. DOI: 10.1016/S0065-2660(08)60048-6

BRISKE, David. Developmental morphology and physiology of grasses. In: HEITSHMIDT, R. K., STUTH, J. W. (Ed). **Grazing management: an ecological perspective**. Portland, Oregon: timber Press, 1991. p. 85-108. Disponível em: [https://www.webpages.uidaho.edu/range456/readings/heitschmidt\\_stuth\\_book/chapter\\_4/chapter4\\_grazing\\_resistance.htm](https://www.webpages.uidaho.edu/range456/readings/heitschmidt_stuth_book/chapter_4/chapter4_grazing_resistance.htm)

BULLARD, Michael. Productivity of *Lotus corniculatus* L. (birdsfoot trefoil) in the UK when grown under low-input conditions as spaced plants, monoculture swards or mixed swards. **Grass For. Sci.**, 50(4):439-446, 1995. DOI: 10.1111/j.1365-2494.1995.tb02338.x

CARVALHO, Paulo César de Faccio *et al.* Característica produtiva e estrutural de pastos mistos de aveia e azevém manejados em quatro alturas sob lotação contínua. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 1857-1865, 2010. DOI: 10.1590/S1516-35982010000900001

CARVALHO, Gleidson Giordano Pinto de; PIRES, Aureliano José Vieira. Leguminosas tropicais herbáceas em associação com pastagens. **Archivos de Zootecnia**, v. 57, n. 1, p. 103-113, 2008. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4980430/mod\\_resource/content/1/Leguminosas\\_Carvalho.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4980430/mod_resource/content/1/Leguminosas_Carvalho.pdf)

CONFORTIN, Anna Carolina Cerato *et al.* Morfogênese e estrutura de azevém anual submetido a três intensidades de pastejo. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 32, n. 4, p. 385-391, 2010. DOI: 10.4025/actascianimsci.v32i4.8657

CONFORTIN, Anna Carolina Cerato *et al.* Diferentes massas de forragem sobre as variáveis morfogênicas e estruturais de azevém anual. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 3, p. 496-502, mar. 2013. DOI: 10.1590/S0103-84782013005000003

CONFORTIN, Anna Carolina Cerato *et al.* Características morfogênicas de azevém *Lolium multiflorum* Lam. sob diferentes intensidades de desfolha. In: CONGRESSO BRASILEIRO

DE ZOOTECCIA, 17. ed. 2007, Londrina. **Anais...** Londrina: Zootec, 2007. Disponível em: [http://www.uel.br/eventos/zootec2007/trabalhos\\_aprovados.php](http://www.uel.br/eventos/zootec2007/trabalhos_aprovados.php)

CRAIG, Davies. Kyambro - a hard-seeded Persian clover. Government of South Austrália, 2005: **Fact Sheet**, Nº 43/00. Disponível em: [www.pir.sa.gov.au/factsheets](http://www.pir.sa.gov.au/factsheets)

DAVIES, Alison. Leaf tissue remaining after cutting and regrowth in perennial ryegrass. **Journal of Agricultural Science**, London, v. 82, p. 165-172, feb.1974. DOI: 10.1017/S0021859600050334

DIFANTE, Gelson dos Santos. Importância da morfogênese no manejo de gramíneas forrageiras. Viçosa:UFV, 2003. Disponível em: <http://www.forragicultura.com.br/>

DIFANTE, Gelson dos Santos *et al.* Produção de novilhos de corte com suplementação em pastagem de azevém submetida a doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 35:1107-1113, 2006. DOI: 10.1590/S1516-35982006000400023

DURU, Michel; DUCROCQ, Helene. Growth and senescence of the successive grass leaves on a tiller. Ontogenic development and effect of temperature. **Annals of Botany**, p. 635-643, 2000. DOI: 10.1006/anbo.2000.1116

FARINATTI, Luis Henrique Ebling. *et al.* Avaliação de diferentes cultivares de azevém no desempenho de bezerros. In: REUNIÃO DO GRUPO TÉCNICO EM FORRAGEIRAS DO CONE SUL – GRUPO CAMPOS, 21., 2006, Pelotas. **Desafios e oportunidades do bioma campos frente a expansão e intensificação agrícola: anais**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2006.

FLARESSO, Jefferson Araújo. **Influência de regimes de corte e adubação no rendimento de matéria seca, reservas de glicídios não-estruturais e ressemeadura natural de *Lotus corniculatus* L.** 1989. 122 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1989.

FLOSS, Elmar Luiz. Manejo forrageiro da aveia (*Avena spp*) e azevém (*Lolium spp*). In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 1988, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1988. p. 231-268.

FONTANELI, Renato Serena; SANTOS, Henrique Pereira dos; FONTANELI, Roberto Serena. **Forrageiras para integração lavoura-pecuária-floresta na região sul-brasileira**. 2. ed. Brasília: Ed. Embrapa, 2012. 544 p. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1010247/1/LV2012forrageirasparaintegracaoFontaneli.pdf>

FREITAS, Fabiana Kellermann de. **Produção ovina em pastagem de azevém manejada sob intensidades e métodos de pastejo em integração lavoura-pecuária**. 2008, 183 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

GASTAL, Francisco; LEMAIRE, Gilles. Defoliation, shoot plasticity, sward structure and herbage utilization in pasture: review of the underlying ecophysiological processes. **Agriculture, Basileia**, v. 5, n. 4, 1146-1171, 2015. DOI: 10.3390/agriculture5041146

GLIENKE, Carine Lisete *et al.* Avaliação de leguminosas de clima temperado cultivadas em estreme e em consorciação com azevém (*Lolium multiflorum*). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: SBZ, 2006.

GOMIDE, Alexandre De Moura *et al.* Morfogênese como ferramenta para o manejo de pastagens. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43, 2006. **Anais...**: SBZ, 2006.

GONÇALVES, Edna Nunes; QUADROS, Luiz Fernando Ferreira de. Características morfogênicas de azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) sob pastejo em sistemas intensivos de utilização. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 6, p. 1129-1134, nov./dez. 2003. DOI: 10.1590/S0103-84782003000600020

HAMPEL, Viviane da Silva *et al.* Composição química e digestibilidade de azevém consumido por cordeiras em método de pastejo rotativo. In: XXII CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 2012, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá: XXII Congresso Brasileiro de Zootecnia, 2012.

HANNAWAY, David *et al.* **Annual Ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.)**. Oregon State University, PNW 501, 1999. Disponível em: <http://extension.oregonstate.edu/catalog/html/pnw/pnw501>

HEDQVIST, Helena *et al.* Characterization of tannins and in vitro protein digestibility of several *Lotus corniculatus* varieties. **Animal Feed Science and Technology**, v. 87, p. 41-56, 2000. DOI: 10.1016/S0377-8401(00)00178-4

HERLING, Valdo Rodrigues; PEREIRA, Lilian Elgalise Techio. **Leguminosas forrageiras de clima tropical e temperado**. Universidade de São Paulo (USP). Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos. Programa da disciplina, ZAZ 2313 Forragicultura I. Pirassununga. 2016. Disponível: <https://sites.usp.br/gefepfzea/wp-content/uploads/sites/134/2014/05/Leguminosas.pdf>

HORST, Garald.; NELSON, C. J.; and ASAY, K. H. Relationship of leaf elongation to forage yield of tall fescue genotypes. **Crop Science**, p. 715-719, sep. 1978. DOI: 10.2135/cropsci1978.0011183X001800050005x

KAGIMURA, Luryan Tairini *et al.* Fluxos de tecidos e acúmulo de forragem de cultivares diploides e tetraploides de azevém anual sob lotação intermitente. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 9, p. 90290-90302, 2021. DOI: 10.34117/bjdv7n9-271

JANUSCKIEWICZ, Estella Rosseto *et al.* Massa de forragem, composição morfológica e química do capim-Tanzânia sob diferentes dias de descanso e resíduos pós-pastejo. **Bioscience Journal**, v. 26, n. 2, p. 161-172, 2010. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/7046>.

LEMAIRE, Gilles; CHAPMAN, Dairynz. Tissue flows in grazed plant communities. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A.W. (Ed.) **The ecology and management of grazing systems**. Guildford: CAB International, 1996. cap.1, p. 3-36. Disponível em: <https://hal.inrae.fr/hal-02836461>



LEMAIRE, Gilles; AGNUSDEI, Mônica. Leaf tissue turnover and efficiency of herbage utilization. In: LEMAIER, G. et al. (Eds.). **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. Wallingford: CABI International, 2000. p. 265-288. Disponível em: <https://www.cabi.org/VetMedResource/ebook/20003019261>

MACARI, Stefani. **Intensidade de pastejo e métodos de pastoreio na produção de cordeiros com lavoura de verão em sucessão**. 2010, 238 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

MARCHEZAN, Enio *et al.* Produção animal em várzea sistematizada cultivada com forrageiras de estação fria submetidas a diferentes níveis de adubação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 2, p. 303-308, 2002. DOI: 10.1590/S0103-84782002000200020

MIRANDA, Maria Eduarda Rodrigues de *et al.* Custos na produção de gado de corte: pastagem versus confinamento. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 14, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i14.21923

MITTELMANN, Andréa *et al.* Caracterização agronômica de populações locais de azevém na Região Sul do Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n.12, p. 2527-2533, 2010. DOI: 10.1590/S0103-84782010005000197

NABINGER, Carlos; CARVALHO, Paulo Cesar de Faccio. A pecuária que dá certo. In: JORNADA TÉCNICA EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE BOVINOS DE CORTE E CADEIA PRODUTIVA, 3., 2008, Porto Alegre. **Anais...Porto Alegre**, 2008. P.21-70.

NABINGER, Carlos. Princípios da exploração intensiva de pastagens. 1997. In: Simpósio sobre Manejo de Pastagem, 13, 1996, Piracicaba. **Anais...Piracicaba**: FEAL, pp. 15-95.

NABINGER, Carlos. Eficiência do uso de pastagens: disponibilidade e perdas de forragem. In: PEIXOTO, A. M. et al. (Eds.). Fundamentos do Pastejo Rotacionado. 14º SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 1997, Piracicaba. **Anais...Piracicaba**: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1997.

OLIVEIRA, Lucas Vargas *et al.* Características morfogênicas de cultivares diploides e tetraploides de azevém (*Lolium multiflorum* Lam.). **Zootecnia Tropical**, v. 32 (1):45-51, 2014. Disponível em: [http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0798-72692014000100005&script=sci\\_arttext](http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0798-72692014000100005&script=sci_arttext)

ONGARATTO, Fernando *et al.* Canopy structure and morphogenesis of Italian ryegrass intercropped with red clover under cutting intervals determined by thermal sum. **Ciência Rural**, v. 50:11, e20190989, 2020. DOI: 10.1590/0103-8478cr20190989

PEDROSO, Carlos Eduardo da Silva *et al.* Comportamento de ovinos em gestação e lactação sob pastejo em diferentes estágios fenológicos de azevém anual. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 5, p. 1340-1344, 2004. DOI: 10.1590/S1516-35982004000500028

PELLEGRINI, Luiz Giovanni de *et al.* Produção e qualidade de azevém-anual submetido a adubação nitrogenada sob pastejo por cordeiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 9, p. 1894-1904, 2010. DOI: 10.1590/S1516-35982010000900006

PEREIRA, Roselaine Cristina *et al.* Duplicação cromossômica de gramíneas forrageiras: uma alternativa para programas de melhoramento genético. *Ciência Rural*, v. 42, n. 7, p. 1278-1285, 2012. DOI: 10.1590/S0103-84782012000700023

PILAU, Alcides *et al.* Recria de novilhas de corte com diferentes níveis de suplementação energética em pastagem de aveia-preta e azevém. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 6, p. 2104-2113, 2004. DOI: 10.1590/S1516-35982004000800023

PONTES, Laíse da Silveira *et al.* Variáveis morfológicas e estruturais de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam) manejado em diferentes alturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 4, p. 814-820, 2003. DOI: 10.1590/S1516-35982003000400005

PÖTTER, Luciana. et al. Suplementação com concentrado para novilhas de corte mantidas em pastagens cultivadas de estação fria. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 5, p. 992-1001, 2010. DOI: 10.1590/S1516-35982010000500008

QUADROS, Fernando Luiz Ferreira de; BANDINELLI, Duilio Guerra. Efeitos da adubação nitrogenada e de sistemas de manejo sobre a morfogênese de *Lolium multiflorum* Lam. e *Paspalum urvillei* Steud. em ambiente de várzea. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 1, p. 44-53, 2005. DOI: 10.1590/S1516-35982005000100006

RIBEIRO, Laila Arruda *et al.* Efficiency of the use of ryegrass by heifers in response to the receipt of supplement. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 39, n. 1, p. 13-17, Jan.-Mar., 2017. DOI: 10.4025/actascianimsci.v39i1.33235

ROCHA, Marta Gomes da *et al.* Avaliação de espécies forrageiras de inverno na Depressão Central do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 6, p. 1990-1999, 2007. DOI: 10.1590/S1516-35982007000900007

RODRIGUES, Caroline Moreira. **Características morfológicas e estruturais de trevo persa (*Trifolium resupinatum* L.) em consórcio com azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) submetidos a distintas alturas e intervalos de corte.** 2010. 82 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2010.

ROMAN, Juliano *et al.* Características produtivas e perdas de forragem em pastagem de azevém com diferentes massas de forragem. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 16, n. 1-4, p. 109-115, 2010. Disponível em: <https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/CAST/article/view/2015>

ROSA, Aline Tatiane da *et al.* Consumo de forragem e desempenho de novilhas de corte recebendo suplementos em pastagem de azevém. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 1, p. 126-131, 2013. DOI: 10.1590/S0103-84782013000100021

SALDANHA, Sylvia; CECHINI, Anabel; BENTANCUR, Oscar. Variables morfológicas y estructurales de cinco cultivares de *Lolium sp.* **Agrociencia Uruguay**, v. 17(2):110-120, 2013. Disponível em: [http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2301-15482013000200012](http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2301-15482013000200012)

SBRISSIA, André Fischer; DA SILVA, Sila Carneiro. O ecossistema de pastagens e a produção animal. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001. **Anais...**:SBZ, p .731-754, 2001. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/001189965>

SCHNYDER, Hans *et al.* An integrated view of C and N uses in the leaf growth zones of defoliated grasses. In: LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; MORAES, A.; CARVALHO, P. C. F.; NABINGER, C. (Ed.) **Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology**. Wallingford: CABI publishing, 2000. p. 41-60. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/40187051\\_An\\_integrated\\_view\\_of\\_C\\_and\\_N\\_uses\\_in\\_leaf\\_growth\\_zones\\_of\\_defoliated\\_grasses](https://www.researchgate.net/publication/40187051_An_integrated_view_of_C_and_N_uses_in_leaf_growth_zones_of_defoliated_grasses)

SILVA, J. L. S da. *et al.* Produtividade animal em diferentes pastagens de inverno em planossolo no litoral norte do RS. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA,34, 1997, Juiz de Fora-MG. **Anais...** Juiz de Fora, 1997. p. 279-181.

SILVA, Sila Carneiro da; SBRISSIA, André Fischer; PEREIRA, Lilian Elgalise Techio. Ecophysiology of C4 forage grasses—understanding plant growth for optimizing their use and management. **Agriculture**, 5(3), 598-625, 2015. DOI: 10.3390/agriculture5030598

SILVA, Mônica Foggiato da *et al.* Leaf tissue flows in ryegrass managed under different stocking rates. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 37, n. 2, p. 115-121, 2015. DOI: 10.4025/actascianimsci.v37i2.24898

SMITH, Richard.; TAYLOR, Norman.; and BOWLEI, Stephen. Red clover. In: TAYLOR, N. L (Ed). **Clover science and technology**. Madison: ASA, 1985. p. 457-470. DOI: 10.2134/agronmonogr25.c19

SMITH, Dale; BULA R. J.; WALGENBACH, R. P. **Forage Management**, 5th Ed.; Kendall/Hunt Publishing Company: Dubuque, IA, USA, p. 119-121, 1986.

STIVANIN, Sheila Cristina Bosco *et al.* Tiller dynamics of ryegrass managed under two stocking rates. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v. 36, n. 3, p. 279-283, 2014. DOI: 10.4025/actascianimsci.v36i3.22912

TOWNSEND, Claudio Ramalho. **Características produtivas de gramíneas nativas do gênero *Paspalum*, em resposta à disponibilidade de nitrogênio**. 2008. 267 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

### 3 ARTIGO

#### Características morfogênicas e estruturais de cultivares de azevém pastejado por bezerras de corte

Eduarda Proença de Oliveira<sup>1\*</sup>, Luciana Pötter<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Zootecnia, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil.

\*Corresponding author (dudapoliveira@hotmail.com.br).

#### RESUMO

Objetivou-se avaliar as características morfogênicas e estruturais de cultivares de azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) consorciado com trevo vermelho (*Trifolium pratense* L.) e cornichão (*Lotus corniculatus* L.), em pastejo contínuo por bezerras de corte. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com medidas repetidas no tempo (períodos de avaliação, n=5), com três tratamentos (cultivares Bill Max, Bolt e Selva) e três repetições de área (piquetes). Os tratamentos experimentais avaliados foram as cultivares de azevém, uma diploide (Bolt) e duas tetraploides (Bill Max e Selva), em cinco períodos de avaliação da pastagem. Não houve interação cultivares x períodos de avaliação para a maioria das variáveis estruturais e morfogênicas, exceto para a variável taxa de aparecimento foliar. As características estruturais não diferiram entre cultivares, mas diferiram entre períodos de avaliação. Foram observados maiores valores médios de filocrono para as cultivares Bolt e Selva quando comparada a cultivar Bill Max. Para duração de vida das folhas não houve diferença entre cultivares e houve diferença entre os períodos de avaliação. A taxa de aparecimento foliar foi maior em todas cultivares, em todos os períodos de avaliação, exceto no segundo período de avaliação, no qual a cultivar Selva apresentou menor taxa de aparecimento foliar. A taxa de aparecimento foliar foi maior nos três primeiros períodos de avaliação, independente da cultivar. As cultivares avaliadas apresentam diferenças quanto às características morfogênicas, sugerindo a adoção de estratégias de manejo específicas para cada cultivar de azevém. O genótipo tetraploide Bill Max de azevém apresenta menor filocrono, ou seja, necessita de um menor acúmulo térmico para o surgimento de novas folhas no perfilho, sendo assim considerada uma cultivar com alta rotatividade de folhas que garante boa rebrota após a desfolha.

**Palavras-chave:** *Lolium multiflorum*, duração de vida da folha, filocrono, taxa de aparecimento, ploidias.

## INTRODUÇÃO

O cenário agrícola no Brasil se destaca por seu grande potencial para a produção pecuária a pasto, devido à sua distribuição continental e condições climáticas que condicionam o crescimento de várias espécies em todo o país. Nesse contexto, compreender as características ecofisiológicas envolvidas no sistema a pasto, pode subsidiar o desenvolvimento de estratégias de manejo do pasto (Silva et al., 2015). Dentro do ecossistema forrageiro, existem fluxos de massa e energia que controlam os processos fisiológicos do dossel das plantas, e mudanças nos fatores de crescimento levam a mudanças em suas estruturas (Gastal e Lemaire, 2015). A descrição dos processos morfogenéticos das gramíneas, obtidas por meio de estudos de morfogênese desempenham um papel importante para um manejo mais adequado do pasto, como: período entre pastejos (através da duração de vida da folha e o número total de folhas/perfilho), densidade de semeadura (dependendo da taxa de perfilhamento) ou método de pastejo a ser adotado (contínuo ou rotativo).

O gênero *Lolium* sp. (azevém) possui, devido à sua aptidão para produção de forragem na região sul do Brasil, diversas espécies cultivadas e naturalizadas (Casler e Kallenbach, 2007). Em nosso país são lançados, anualmente, muitos genótipos desta espécie, com o propósito de melhorar suas características produtivas. Uma das maneiras para a obtenção destes materiais, está na duplicação de seu conteúdo genético, por meio da indução à poliploidia. O azevém apresenta, naturalmente, material genético  $2n = 12$  cromossomos, caracterizado por ser um azevém diploide. A indução à poliploidia torna-os materiais tetraploides, ou seja,  $4n = 24$  cromossomos.

Conforme Pereira et al. (2012), a duplicação de cromossomos das plantas objetiva aumentar caracteres de interesse agrônomo, como por exemplo, qualidade da forragem, comprimento de lâminas foliares, perfilhos e sementes, uniformidade e estabilidade de produção, resistência a pragas e doenças. Apesar da possibilidade do aumento de características desejáveis, a maioria dos estudos com cultivares de azevém concentram-se em obter informações sobre produção e composição bromatológica, adaptabilidade e resistência às pragas e doenças (Tonetto et al., 2004; Oliveira et al., 2014), aplicando cortes simultâneos em todos materiais, o que limita a manifestação de diferenças morfofisiológicas nas cultivares avaliadas. Desta forma, o conhecimento das características morfofisiológicas e de crescimento destas cultivares permitem mensurar de que maneira as plantas comportam-se frente ao pastejo, e assim, auxiliar no manejo das pastagens.

Este trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar as características morfogenéticas e estruturais de cultivares de azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) consorciado com trevo vermelho (*Trifolium pratense* L.) e cornichão (*Lotus corniculatus* L.), sob lotação contínua.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em área do Departamento de Zootecnia, pertencente à Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), no grupo de pesquisa Pastos & Suplementos, localizado na região fisiográfica da Depressão Central do Rio Grande do Sul, no período compreendido entre abril e dezembro de 2021. A Comissão de Ética no Uso de Animais da UFSM aprovou todos os procedimentos que envolveram animais neste estudo, sob o protocolo nº 8448030821.

O solo da área experimental é classificado como Argissolo vermelho distrófico arênico (Embrapa, 2018). As amostras de solo foram coletadas de 0-10 cm de profundidade e sua análise química apresentou os seguintes resultados: pH-H2O: 5,1; pH-SMP: 5,6; Argila: 26,0 %; P: 17,5 mg dm<sup>3</sup>; K: 97,3 mg dm<sup>3</sup>; MO: 2,2 %; Al: 0,2 cmol<sub>c</sub> dm<sup>3</sup>; Ca: 4,1 cmol<sub>c</sub> dm<sup>3</sup>; Mg: 1,9 cmol<sub>c</sub> dm<sup>3</sup>; CTC efetiva: 6,5; saturação de bases: 49,3 % e saturação de Al: 4,0 %. A região possui um clima subtropical úmido (Cfa), conforme classificação de Köppen e os dados climatológicos referentes ao período experimental foram obtidos na estação meteorológica da UFSM.

A área experimental utilizada foi constituída de 7,2 hectares (ha), dividida em nove unidades experimentais de aproximadamente 0,8 ha cada. Os estudos foram realizados através de avaliações de desenvolvimento e crescimento das plantas, com a cultivar (cv.) diploide Bolt e as cultivares tetraploide Bill Max e Selva. A cultivar Selva caracteriza-se por ser um azevém itálico de ciclo longo, enquanto, as cultivares Bill Max e Bolt são azevém anuais. O preparo do solo foi realizado a partir da gradagem (grade aradora) seguido pela gradagem leve (grade niveladora). A adubação constituiu-se de diferentes sistemas de adubação, sendo: Testemunha: sem adubação de base e 300 kg ha<sup>-1</sup> de ureia (46-00-00) em cobertura; Adubo 01: 100 kg ha<sup>-1</sup> de NPK (11-52-00) + 39 kg ha<sup>-1</sup> de ureia (46-00-00) na base e 300 kg ha<sup>-1</sup> de ureia (46-00-00) em cobertura e Adubo 02: 217,50 kg ha<sup>-1</sup> de NPK (13-24-12) na base e 525 kg ha<sup>-1</sup> (27-00-00) em cobertura. As adubações de cobertura foram três aplicações de igual quantidade, sendo a primeira realizada no dia 15 de junho de 2021, a segunda no dia 12 de agosto de 2021 e a terceira no dia 02 de novembro de 2021.

A semeadura das cultivares de azevém Bolt, Bill Max e Selva ocorreram no dia 23 de abril de 2021, utilizando a semeadora mecânica a lanço, com densidades de semeadura de 25 kg ha<sup>-1</sup>, 30 kg ha<sup>-1</sup> e 30 kg ha<sup>-1</sup> cada, respectivamente. Em consórcio com cada cultivar de azevém, foi realizado a semeadura do trevo vermelho (*Trifolium pratense* L.) cv. Cratos e cornichão (*Lotus Corniculatos*) cv. Nilo HT. Foram utilizados 6 kg ha<sup>-1</sup> de sementes de ambas as leguminosas. As sementes das leguminosas foram inoculadas com *Rhizobium* específico, revestidas com pó adesivo e em seguida com carbonato de cálcio.

Foram avaliadas as características morfogênicas e estruturais de plantas de azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) de três cultivares, duas tetraploides e uma diploide, em consórcio com trevo vermelho e cornichão, sendo os tratamentos constituídos por: pastagem de azevém cv. Bolt consorciado com trevo vermelho e cornichão (Bolt); pastagem de azevém cv. Bill Max consorciado com trevo vermelho e cornichão (Bill Max) e pastagem de azevém cv. Selva consorciado com trevo vermelho e cornichão (Selva). Os tratamentos foram avaliados em cinco períodos de avaliação, sendo:

Período 1: 01 de julho a 28 de julho de 2021; Período 2: 29 de julho a 25 de agosto de 2021; Período 3: 26 de agosto a 23 de setembro de 2021; Período 4: 24 de setembro a 21 de outubro de 2021 e Período 5: 22 de outubro a 14 de novembro de 2021, totalizando 137 dias de pastejo.

Os animais experimentais foram bezerras da raça Braford, com idade e peso corporal (PC) de nove meses e  $195,04 \pm 8,80$  kg, respectivamente. O método de pastejo adotado foi de lotação contínua, com o uso variável de animais reguladores para a manutenção da massa de forragem.

A massa de forragem (MF;  $\text{kg ha}^{-1}$  de MS) foi determinada por meio da técnica de dupla amostragem (Wilm et al., 1944), com 20 estimativas visuais e dentre estas, cinco cortes rente ao solo. Nos mesmos locais utilizados para a estimativa da massa de forragem, foi realizada a altura do dossel com o auxílio de uma régua graduada em centímetros (cm). A partir da forragem proveniente dos cortes foram determinados o teor de MS do pasto, determinado por secagem em estufa a  $55^{\circ}\text{C}$  por 72 horas e sua composição botânica (azevém, trevo vermelho e cornichão) e estrutural, por meio da separação manual dos componentes ( $\text{kg ha}^{-1}$  de MS): folha (lâmina foliar), colmo (bainha foliar + colmo), trevo vermelho (folhas + caule), cornichão (folhas + caule), inflorescência de azevém, material morto e outras espécies. A partir da separação botânica e morfológica foi possível determinar a massa de lâminas foliares ( $\text{kg ha}^{-1}$  de MS).

A taxa de lotação (TL;  $\text{kg ha}^{-1}$  PC) foi calculada pela equação:  $\{[\text{peso corporal médio das bezerras-teste} + (\text{peso corporal animais reguladores} \times \text{dias de permanência no piquete})^{-1} \times \text{dias do período}]\}$ . A oferta de forragem (OF;  $\text{kg ha}^{-1}$  MS  $\text{kg ha}^{-1}$  PC) foi calculada conforme a metodologia de Sollenberger et al. (2005). A oferta de lâminas foliares (OFL;  $\text{kg ha}^{-1}$  MS  $\text{kg ha}^{-1}$  PC) foi calculada por meio da multiplicação da oferta de forragem pela percentagem de lâminas foliares na massa de forragem dividida por cem.

A identificação dos perfilhos de azevém, em cada unidade experimental (piquete), foi feita com anéis plásticos coloridos, utilizando a técnica de perfilhos marcados (Carrère et al., 1997) em quatro pontos representativos da altura do dossel da pastagem, demarcados por uma estaca de madeira. Os perfilhos foram monitorados com intervalos de três ou quatro dias. Nessas ocasiões, foram medidas as alturas de dossel (cm), pseudocolmo (cm), perfilho estendido (cm) e o comprimento (cm) das folhas expandidas, em expansão e senescentes. As folhas expandidas eram medidas a partir da sua lígula, enquanto as em expansão a partir da lígula da última folha expandida. Nas folhas em senescência foi medida apenas a porção verde da lâmina foliar (foram consideradas folhas mortas aquelas que possuíam a partir de 50% da lâmina foliar senescida). A altura do pseudocolmo foi considerada como a medida da base do solo até a altura da lígula da última folha expandida). A profundidade de lâminas foliares (cm) foi calculada pela diferença entre a altura do dossel e a altura do pseudo-colmo.

O número total de folhas e número de folhas vivas por perfilho do azevém foram obtidos a partir da contagem do número de folhas em expansão, expandidas e senescentes. A taxa de aparecimento foliar (TAF;  $\text{folha}^{-1}$  GD (graus-dia)) foi determinada pela razão entre o número de folhas produzidas e a soma térmica do intervalo de avaliação e o filocrono (GD) foi considerado o seu valor

inverso. A duração de vida das folhas (DVF; GD) foi calculada pelo produto do número médio de folhas verdes por perfilho e o valor médio do filocrono. A taxa de expansão foliar (TEF;  $\text{cm}^{-1}$  GD) foi obtida, para cada intervalo de dias de observação, pela diferença entre os comprimentos das lâminas verdes em expansão, tanto em lâminas intactas como nas desfolhadas. A taxa de senescência foliar (TSF;  $\text{cm}^{-1}$  GD) foi obtida para cada observação, pela diferença entre o comprimento das lâminas expandidas em processo de senescência e a soma térmica entre avaliações para lâminas intactas e desfolhadas. A soma térmica (ST) do período foi calculada pela equação:  $ST = S (T_{md} - 5^{\circ}\text{C})$ , em que  $T_{md}$  são as temperaturas médias diárias do período e  $5^{\circ}\text{C}$  é o valor considerado como temperatura base de crescimento para as espécies de estação fria.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com medidas repetidas no tempo, com três tratamentos e três repetições de área. Utilizou-se um modelo misto com o efeito fixo de cultivares de azevém, períodos de avaliação do experimento e suas interações e os efeitos aleatórios do bloco, do resíduo e de poteiros aninhados nos tratamentos, mediante o uso do procedimento MIXED do SAS, versão 9.2 (SAS, 2009). O critério de bloqueamento foi utilizado foi o nível de adubação. Foi realizado um teste de seleção das estruturas de covariância, utilizando-se o critério de informação bayesiano (BIC), para determinar o modelo que melhor representasse os dados. Quando observadas diferenças entre os sistemas alimentares e os períodos, as médias foram comparadas pelo emprego do recurso Least Square Means (*Lsmeans*). A interação entre cultivares de azevém e períodos de avaliação foi desdobrada quando significativa a 5% de probabilidade.

## RESULTADOS

Os valores médios de temperatura e precipitação acumulada durante o período experimental (julho a novembro de 2021) foram de  $17,3^{\circ}\text{C}$  com 104,0 milímetros (mm) (Figura 2). A temperatura e precipitação acumulada foram de 29,8 e 33,7 %, respectivamente, inferiores às médias históricas durante todo o período de utilização do pasto. No entanto, essas condições climáticas não interferiram no desenvolvimento das cultivares forrageiras utilizadas.

Não houve interação cultivares x períodos de avaliação para as variáveis altura do dossel ( $P=0,7903$ ; Tabela 1), oferta de forragem ( $P=0,7332$ ; Tabela 1), oferta de lâminas foliares ( $P=0,5811$ ; Tabela 1), massa de forragem ( $P=0,8695$ ; Tabela 1), massa de lâminas foliares ( $P=0,4106$ ; Tabela 1), número de lâminas foliares verdes ( $P=0,3056$ ; Tabela 1), taxa de lotação ( $P=0,7604$ ; Tabela 1), filocrono ( $P=0,3861$ ; Tabela 2), duração de vida das folhas ( $P=0,0756$ ; Tabela 2), taxa de expansão foliar ( $P=0,4895$ ; Tabela 2) e taxa de senescência foliar ( $P=0,5631$ ; Tabela 2). Houve interação cultivares x períodos de avaliação para a variável taxa de aparecimento foliar ( $P=0,0378$ ; Tabela 3).

Para altura do dossel não houve diferença em relação às cultivares ( $P=0,5730$ ; Tabela 1) e houve diferença entre períodos de avaliação ( $P=0,0247$ ; Tabela 1). O maior valor de altura do dossel foi observado no primeiro período de avaliação. Já os menores valores de altura do dossel foram



observados no segundo, terceiro e quarto períodos de avaliação. A altura do dossel no quinto período de avaliação não diferiu dos maiores e menores valores.

As variáveis oferta de forragem e massa de forragem não diferiram entre cultivares ( $P=0,4705$ ;  $P=0,4116$ ; Tabela 1) nem em função dos períodos de avaliação ( $P=0,0793$ ;  $P=0,9029$ ; Tabela 1). As cultivares apresentaram um valor médio de oferta de forragem e massa de forragem de  $1,16 \pm 0,10$  e  $1427,20 \pm 89,01$ , respectivamente.

A oferta de lâminas foliares não diferiu entre cultivares ( $P=0,2145$ ; Tabela 1) mas diferiu entre períodos de avaliação ( $P=0,0001$ ; Tabela 1). O maior e menor valor de oferta de lâminas foliares foram observados no primeiro e quinto períodos de avaliação, respectivamente. A oferta de lâminas foliares no segundo, terceiro e quarto períodos de avaliação não diferiu do maior e menor valor.

Para a variável massa de lâminas foliares não houve diferença entre cultivares ( $P=0,2102$ ; Tabela 1) e houve diferença entre os períodos de avaliação ( $P=0,0001$ ; Tabela 1). O maior valor de massa de lâminas foliares foi observado no primeiro período de avaliação. Já os menores valores de massa de lâminas foliares foram observados no quarto e quinto períodos de avaliação. A massa de lâminas foliares no segundo e terceiro períodos de avaliação não diferiu dos maiores e menores valores.

O número de lâminas foliares verdes não diferiu entre cultivares ( $P=0,2345$ ; Tabela 1) mas diferiu entre períodos de avaliação ( $P=0,0001$ ; Tabela 1). O maior valor de número de lâminas foliares verdes foi observado no primeiro período de avaliação. Já os menores valores foram observados no segundo e quinto períodos de avaliação. O número de lâminas foliares verdes no segundo período de avaliação apresentou valor intermediário. O número de lâminas foliares verdes no quarto período de avaliação não diferiu do valor intermediário e menores valores.

Para a taxa de lotação não houve diferença entre cultivares ( $P=0,3079$ ; Tabela 1) e houve diferença entre os períodos de avaliação ( $P=0,0001$ ; Tabela 1). Os maiores valores de taxa de lotação foram observados no primeiro e terceiro períodos de avaliação. Já os menores valores de taxa de lotação foram observados no segundo, quarto e quinto períodos de avaliação.

O filocrono diferiu entre cultivares ( $P=0,0395$ ; Tabela 2) e entre os períodos de avaliação ( $P=0,0001$ ; Tabela 2). Foram observados maiores valores médios de filocrono para as cultivares Bolt e Selva quando comparada a cultivar Bill Max. O maior valor de filocrono foi observado no quinto período de avaliação. Já os menores valores foram observados no primeiro e segundo períodos de avaliação. Valores intermediários foram observados no terceiro e quarto períodos de avaliação.

Para duração de vida das folhas não houve diferença entre cultivares ( $P=0,1476$ ; Tabela 2) e houve diferença entre os períodos de avaliação ( $P=0,0077$ ; Tabela 2). O maior e menor valor de duração de vida das folhas foram observados no primeiro e segundo períodos de avaliação, respectivamente. A duração de vida das folhas no terceiro, quarto e quinto períodos de avaliação não diferiu do maior e menor valor.

A taxa de expansão foliar diferiu entre cultivares ( $P=0,0385$ ; Tabela 2) e entre períodos de avaliação ( $P=0,0002$ ; Tabela 2). Foi observado maior valor de taxa de expansão foliar para a cultivar

Bill Max e menores valores foram observados para as cultivares Bolt e Selva, respectivamente. O maior valor de taxa de expansão foliar foi observado no segundo período de avaliação, enquanto os menores valores foram observados no quarto e quinto períodos de avaliação. Valor intermediário para esta variável foi encontrado no primeiro período de avaliação. Já no terceiro período de avaliação não diferiu do valor intermediário e menores valores.

A taxa de senescência foliar diferiu entre cultivares (0,0285; Tabela 2) e entre períodos de avaliação ( $P=0,0025$ ; Tabela 2). Foi observado maior valor de taxa de senescência foliar para a cultivar Bill Max e menores valores foram observados para as cultivares Bolt e Selva, respectivamente. Os maiores valores de taxa de senescência foliar foram observados nos dois primeiros períodos de avaliação. Os menores valores de taxa de senescência foliar foram observados a partir do terceiro período de avaliação.

Entre cultivares, a variável taxa de aparecimento foliar foi semelhante no primeiro, terceiro, quarto e quinto períodos de avaliação. No segundo período de avaliação essa variável foi menor apenas na cultivar Selva. Entre os períodos de avaliação, os maiores valores observados para a taxa de aparecimento foliar foram nos três primeiros períodos, independente da cultivar. Os menores valores de taxa de aparecimento foliar foram encontrados no quarto e quinto períodos de avaliação, para ambas as cultivares, exceto no quarto período de avaliação para a cultivar Selva, que não diferiu dos maiores e menores valores.

## DISCUSSÃO

As bezerras pastejaram em piquetes semelhantes, com valor médio de massa de forragem de 1427,20 kg MS ha<sup>-1</sup>. Independente da cultivar, os valores de massa de forragem estiveram dentro da faixa recomendada por Roman et al. (2007) e Vaz et al. (2013), de 1.100 a 1.800 kg MS ha<sup>-1</sup>, na qual existe similar eficiência de transformação da forragem em produto animal. Os valores observados de oferta de corroboram com obtidos por Vendramini e Arthington (2007), quando trabalharam com massa de forragem em azevém variando de 480 a 1.600 kg MS ha<sup>-1</sup> e oferta de forragem de 0,58 a 1,02 kg MS kg PC<sup>-1</sup>.

A altura do dossel, apesar de apresentar oscilações durante os períodos de avaliação, foi mantida com valor médio de 13,62 cm, assegurando que não existisse restrição no consumo de forragem pelos animais, o que ocorre, de acordo com Carvalho et al. (2001), quando o dossel do azevém é mantido abaixo de 10 cm. A maior altura do dossel encontrada no início de utilização da pastagem de azevém aliada a maior massa de lâminas foliares no primeiro período de avaliação podem ser resultado de uma maximização do processo de fotossíntese, em decorrência da maior interceptação de radiação solar no dossel (Graminho et al., 2019). Ao observarmos menor altura do dossel no segundo, terceiro e quarto períodos de avaliação, encontramos comportamento similar ao obtido pela autora, em azevém, avaliando a altura do dossel ao decorrer dos estádios fenológicos da pastagem.

A oferta de lâminas foliares foi 171,42% maior no primeiro período de avaliação em relação ao quinto período de avaliação. Esse comportamento, provavelmente, está relacionado à maior massa de lâminas foliares das cultivares observada nesse período de avaliação. Em trabalho realizado por Da Silva et al. (2015), foi observado o mesmo cenário sobre a pastagem de azevém com o avanço do ciclo fenológico da pastagem. Bremm et al. (2008) em pastagem de azevém e aveia também observaram decréscimo nos valores de oferta de lâminas foliares a partir do segundo período de utilização da pastagem. Esse comportamento já era esperado, em decorrência do avanço do ciclo fenológico da espécie forrageira.

Em decorrência do manejo visando manter a massa de forragem entre 1.200 e 2.000 kg MS ha<sup>-1</sup>, a massa de lâminas foliares não foi constante ao decorrer dos períodos de avaliação. No entanto, os resultados observados neste estudo foram acima de 300 kg MS ha<sup>-1</sup>, valor este que não limita o consumo de forragem das bezerras, relatado por Silva et al. (2005). É esperado que, com o avanço do estágio fenológico da pastagem, ocorra diminuição da participação desse componente no dossel (Drescher et al., 2006), corroborando com os valores encontrados no presente trabalho. Em pastagem consorciada de azevém, aveia e trevo vermelho, Sichonany et al. (2016) encontraram maior massa de lâminas foliares na fase inicial de desenvolvimento da pastagem em detrimento à fase final (florescimento).

Embora o número de lâminas foliares verdes de um perfilho seja uma característica genotípica estável para uma determinada gramínea (Martuscello et al., 2015), essa variável pode ser influenciada por variações no clima e solo. O número de lâminas foliares verdes do azevém foi reduzindo com o avanço dos períodos de avaliação, provavelmente, devido a translocação de nutrientes para a formação da estrutura reprodutiva em detrimento da produção de folhas (Dotto et al., 2022). Entretanto, apesar da pastagem de azevém apresentar decréscimo no número de lâminas foliares verdes, o valor médio encontrado neste estudo está de acordo com o descrito na literatura, entre três e quatro folhas vivas por perfilho (Confortin et al., 2010).

A taxa de lotação variou durante os períodos de avaliação. Os maiores valores de taxa de lotação foram observados no primeiro e terceiro períodos de avaliação e os menores valores de taxa de lotação foram observados no segundo, quarto e quinto períodos de avaliação. Em média, os resultados obtidos corroboram com a taxa de lotação encontrada por Cauduro et al. (2006) em pastagem de azevém (1127.70 kg ha<sup>-1</sup> de PC). Dotto et al (2022), avaliando dois métodos de lotação em pastagem de azevém, encontraram em pastejo contínuo, taxa de lotação média de 1.529 kg ha<sup>-1</sup>.

A taxa de aparecimento foliar foi semelhante entre as cultivares na maioria dos períodos de avaliação, exceto no segundo período de avaliação, no qual a cultivar Selva apresentou menor taxa de aparecimento foliar. A taxa de aparecimento de folhas é considerada a característica central da morfogênese (Difante, 2003), uma vez que influencia diretamente cada um dos três componentes da estrutura da pastagem: área foliar, densidade de perfilhos e número de folhas por perfilho. De acordo com Oliveira et al. (2014), espécies de lenta taxa de aparecimento foliar não podem ser pastejadas

frequentemente, tendo em vista que a velocidade com que as folhas são consumidas deve ser inferior à sua velocidade de surgimento. Tais autores observaram esse comportamento ao avaliarem cultivares anuais de azevém com diferentes ploidias, porém ressalta-se que os mesmos foram conduzidos em casa de vegetação (vasos).

As maiores taxa de aparecimento foliar ocorreu durante a fase vegetativa (primeiros três períodos de avaliação) caracterizada como favorável ao desenvolvimento da planta (Lemaire e Chapman, 1996), enquanto os menores valores foram observados no quarto e quinto períodos de avaliação, para ambas as cultivares, exceto no quarto período de avaliação para a cultivar Selva, que não diferiu dos maiores e menores valores. O comprimento do pseudocolmo está associado ao maior comprimento que a lâmina foliar precisa percorrer antes de ser emitida no dossel (Duru e Ducrocq, 2000) e é apontado por Skinner e Nelson (1995) como responsável por variações na taxa de aparecimento foliar. Neste estudo, no entanto, a altura do pseudocolmo não explica a diferença nas taxas de aparecimento no quarto e quinto períodos de avaliação, porque seus valores também foram menores ou não diferiram dos maiores e menores valores. Segundo Grant et al. (1981), a taxa de expansão foliar também exerce influência sobre a taxa de aparecimento foliar, pois um menor valor de taxa expansão da lâmina foliar implica em um maior tempo para o aparecimento da lâmina acima da bainha.

Outra maneira de expressar a taxa de aparecimento foliar é através do filocrono (Gonçalves, et al., 2003), que determina o tempo necessário, em graus dia para o surgimento de uma nova folha no perfilho. A utilização do conceito de graus dia permite integrar ao calendário humano uma unidade de tempo às quais as plantas são sensíveis. O filocrono diferiu entre os materiais avaliados, o menor valor encontrado foi para a cultivar Bill Max, indicando, então, um menor acúmulo térmico para o surgimento de novas folhas na planta. É possível afirmar que o Bill Max é uma cultivar com alta rotatividade de folhas, maior densidade de perfilhos, que garantem boa rebrota após a desfolha.

As demais cultivares apresentaram filocrono maiores, com valores de 112,47 e 112,04 graus dia folha<sup>-1</sup>, para Bolt e Selva, respectivamente. Ademais, obtiveram menor taxa de expansão foliar, que resulta em um crescimento mais lento, e como a taxa de senescência foliar também foi menor, determinaram uma rotatividade foliar mais lenta para essas cultivares, corroborando com Saldanha et al. (2013). Ainda de acordo com tais autores, a capacidade de rebrote após a desfolha pode ser menor por uma menor eficiência fotossintética da área foliar remanescente e para um menor número de meristemas, pois a densidade de perfilhos é menor. Como a taxa de aparecimento foliar tende a ser menor, a taxa de senescência foliar também é inferior, o que está de acordo com os dados obtidos, onde o acúmulo líquido máximo de tecido foliar ocorreu mais tarde no tempo. Esses genótipos seriam adaptados a um manejo de desfolha menos frequente.

Os maiores valores de filocrono foram observados no quarto e quintos períodos de avaliação, indicando a necessidade de um maior acúmulo de temperatura para o surgimento de duas folhas consecutivas no perfilho. O aumento do filocrono com a aproximação do estágio reprodutivo da planta

ocorre em razão do aumento do tempo necessário para a folha percorrer a distância entre o meristema apical e a extremidade do pseudocolmo (Nabinger & Pontes, 2001). Lattanzi et al. (1996) também observaram valores de filocrono de 120 graus dia folha<sup>-1</sup>, porém com azevém cultivar Grasslands Tama, corroborando com os resultados obtidos nesses períodos de avaliação. O filocrono foi menor nas fases iniciais de desenvolvimento do azevém (primeiro e segundo períodos de avaliação) e de acordo com Lemaire et al. (2008), esta condição está associada à maior eficiência com que a planta intercepta e converte a energia luminosa no tecido foliar. Esta variável seguiu o mesmo comportamento da taxa de aparecimento foliar, o que já era esperado, pois o filocrono, segundo Skinner & Nelson (1995), é o inverso da taxa de aparecimento foliar.

Para duração de vida da folha foi observado valor semelhante entre as cultivares de azevém, com média de 377,87 GD folha<sup>-1</sup>. A duração de vida das folhas representa o período durante o qual, após a desfolhação, tecidos foliares verdes se acumulam em perfilhos adultos sem qualquer perda por senescência (Lemaire and Agnusdei, 2000), caracterizando o teto de rendimento potencial por perfilho. A maior duração de vida da folha foi observada no primeiro período de avaliação, permanecendo por mais tempo com folhas vivas. A duração de vida das folhas tende a ser maior no início da utilização da pastagem porque a primeira folha começará a entrar em senescência só após o perfilho atingir seu número máximo de folhas vivas (constante genotípica). Nabinger (1997) afirma que quando a folha emerge, ela cresce a uma taxa diária (taxa de expansão foliar) determinada pela temperatura. Após um certo período, correspondente ao tempo de duração da expansão foliar, o qual é proporcional ao intervalo de aparecimento da folha, a folha alcança o seu tamanho final e permanece verde durante o seu tempo de vida.

O menor valor de duração de vida da folha foi observado no segundo período de avaliação. A baixa duração de vida da folha encontrada neste período de avaliação pode estar relacionada ao, também baixo, valor de filocrono do mesmo período, tendo em vista que estas características estão diretamente relacionadas. De acordo com Oliveira et al. (2014), a baixa duração de vida da folha induz a um manejo de desfolha frequentes que leve a máxima colheita de folhas vivas, evitando perdas por senescência. O entendimento da duração de vida das folhas é fundamental para o manejo de pastagens, pois, de um lado indica o teto potencial de rendimento da espécie (máxima quantidade de material vivo por área) e, por outro lado, é um indicador para a determinação da intensidade de pastejo com lotação contínua ou da frequência do pastejo em lotação rotacionada, que permita manter índices de área foliar próximos da maior eficiência de interceptação e máximas taxas de crescimento (Difante, 2003).

A taxa de expansão foliar diferiu entre as cultivares de azevém. Foi observado maior valor de taxa de expansão foliar para a cultivar Bill Max e menores valores foram observados para as cultivares Bolt e Selva, respectivamente. A maior taxa de expansão foliar da cultivar Bill Max determinou maior tamanho da folha já expandida e maior comprimento total de folhas verdes por perfilho. Uma rápida expansão da área foliar é uma característica desejável, pois leva ao fechamento rápido do dossel, reduzindo a evaporação da superfície do solo e aumentando o uso eficiente da água (Bultynck et al.,

2004), além de torná-lo mais competitivo com as ervas daninhas devido à interceptação luminosa (Lemaire, 2001). A maior taxa de expansão foliar foi observada no segundo período de avaliação, valores intermediários no primeiro e terceiro período de avaliação, enquanto os menores valores foram observados nos dois últimos períodos de avaliação. A menor taxa de expansão foliar no quarto e quinto período de avaliação pode estar relacionada ao estágio fenológico adiantado da pastagem de azevém nesta época, alocando fotoassimilados principalmente para estruturas reprodutivas e reduzindo a taxa de expansão (Duru e Ducrocq, 2000).

A senescência foliar é um processo natural que caracteriza o último estágio do desenvolvimento foliar, que se inicia após sua completa expansão (Dotto et al., 2022). A senescência de uma folha em um perfilho começa logo após atingir o equilíbrio entre a taxa de aparecimento e senescência para manter constante o número de folhas vivas por perfilho (Confortin et al., 2010). A taxa de senescência foliar diferiu entre as cultivares de azevém. Foi observado maior valor de taxa de senescência foliar para a cultivar Bill Max e menores valores foram observados para as cultivares Bolt e Selva, respectivamente. Saldanha et al. (2013) afirmam que a taxa de aparecimento foliar exerce influência na taxa de senescência, estando associado, provavelmente, aos dados obtidos da cultivar Bill Max e Selva. Possivelmente, a menor taxa de senescência foliar em Selva se deva à menor taxa de aparecimento foliar nessa mesma cultivar. Enquanto, a maior taxa de senescência foliar em Bill Max se deva à maior taxa de aparecimento foliar da mesma. Ainda segundo esses autores, genótipos que apresentam tal comportamento seriam adequados para sistemas de utilização que envolvem desfolhamentos menos frequentes, devido à sua menor resistência ao pastejo. Os maiores valores de taxa de senescência foliar concentraram-se na fase inicial de desenvolvimento do azevém (primeiro e segundo períodos de avaliação) e pode estar associado a uma taxa mais alta de aparecimento foliar (Dotto et al., 2022).

## CONCLUSÕES

As cultivares avaliadas apresentam diferenças quanto às características morfogênicas, sugerindo a adoção de estratégias de manejo específicas para cada cultivar de azevém. O período de crescimento influencia a morfogênese e estrutura do azevém, quando manejado sob lotação contínua.

O genótipo tetraploide Bill Max de azevém apresenta menor filocrono, ou seja, necessita de um menor acúmulo térmico para o surgimento de novas folhas no perfilho, sendo assim considerada uma cultivar com alta rotatividade de folhas que garante boa rebrota após a desfolha.

Essas características devem ser consideradas na elaboração de estratégias eficientes e sustentáveis de utilização da forragem e também na avaliação desses materiais.

## REFERÊNCIAS

- Bremm, C., Rocha, M.G., Freitas, F.K., Macari, S., Elejalde, D.A.G., e Roso, D. 2008. Comportamento ingestivo de novilhas de corte submetidas a estratégias de suplementação em pastagens de aveia e azevém. *Revista Brasileira de Zootecnia* 37:1161-1167. doi: 10.1590/S1516-35982008000700004.
- Bultynck, L., Ter Streege, M.W., Schortemeyer, M., Poot, P., and Lambers, H. 2004. From individual leaf elongation to whole shoot leaf area expansion: a comparison of three aegilops and two *Triticum* species. *Annals of Botany*, 94:99-108.
- Carrère, P., Louault, F., and Soussana, J.F. 1997. Tissue turnover within grass-clover mixed swards grazed by sheep. Methodology for calculating growth senescence and intake fluxes. *Journal of Applied Ecology* 34:333-348. doi:10.2307/2404880.
- Carvalho, P.C.F., Pontes, L.S., Silveira, E.O., Poli, C.H.E.C., and Nabinger, C. 2001. Sheep performance in Italian ryegrass swards at contrasting sward heights. In: International Grassland Congress, Proceedings...Piracicaba: FEALQ, 19:845-846. Disponível em: <https://uknowledge.uky.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=4578&context=igc>.
- Casler, M.D., and Kallenbach, R.L. 2007. Cool season grasses for humid areas. En: Barnes R, Nelson J, Moore K, Collins M. [Eds.]. Forages The Science of grassland agriculture. Vol.II. Iowa: Blackwell Publishing. p.211-213. doi: 10.1002/9781119436669.ch16.
- Cauduro, G.F., Carvalho, P.C.F., Barbosa, C.M.P., Lunardi, R., Nabinger, C., Gonçalves, E.N., e Devincenzi, T. 2006. Variáveis morfogênicas e estruturais de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) manejados sob diferentes intensidades e métodos de pastejo. *Revista Brasileira de Zootecnia* 35:1298-1307. doi: 10.1590/S1516-35982006000500007.
- Confortin, A.C.C., Quadros, F.L.F.de., Rocha, M.G.da., Camargo, D.G.de., Glienke, C.L., e Kuinchtner, B.C. 2010. Morfogênese e estrutura de azevém anual submetido a três intensidades de pastejo. *Acta Scientiarum. Animal Sciences* 35: 385-391. doi: 10.4025/actascianimsci.v32i4.8657.
- Da Silva, M.F., Rocha, M.G., Pötter, L., Sichonany, M.J.O., Ribeiro, L.A., and Hundertmarck, A.P. 2015. Leaf tissue flows in ryegrass managed under different stocking rates. *Acta Scientiarum. Animal Sciences* 37:115-121. doi: 10.4025/actascianimsci.v37i2.24898.
- Difante, G.S. 2003. Importância da morfogênese no manejo de gramíneas forrageiras. Viçosa: UFV, p.30.
- Dotto, L.R., Rocha, M.G., Vicente, J.M., Bergoli, T.L., Severo, P.O., Machado, J.M., Rosa, V.B., Oliveira, E.P., and Pötter, L. 2022. Morphogenic, structural characteristics and population stability index of ryegrass tillers submitted to stocking methods. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* 74:1134-1142.
- Drescher, M., Heitkönig, I.M.A., Raats, J.G., and Prins, H.T. 2006. The role of grass stems as structural foraging deterrents and their effects on the foraging behavior of cattle. *Applied Animal Behaviour Science* 101:10-26. doi: 10.1016/j.applanim.2006.01.011.

- Duru, M., and Ducrocq, H. 2000. Growth and senescence of the successive grass leaves on a tiller. Ontogenic development and effect of temperature. *Annals of Botany* 85:635-643. doi: 10.1006/anbo.2000.1116.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). 2018. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 5. Embrapa. Brasília, Distrito Federal, Brasil.
- Gastal, F., and Lemaire, G. 2015. Defoliation, shoot plasticity, sward structure and herbage utilization in pasture: Review of the underlying ecophysiological processes. *Agriculture*, 5(4), 1146-1171. doi: <https://doi.org/10.3390/agriculture5041146>.
- Gonçalves, E., e Quadros, F.L.F. 2003. Características morfológicas de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) sob pastejo em sistemas intensivos de utilização. *Ciência Rural* 33:1129-1134. doi: 10.1590/S0103-84782003000600020.
- Graminho, L.A., Rocha, M.G., Potter, L., Rosa, A.T.N., Salvador, P., Amaral, L.G., Bergoli, T.L., e Cadó, L.M. 2019. Effect of herbage allowances on biomass flows in Italian ryegrass. *Ciência Rural* 49:7. doi: 10.1590/0103-8478cr20180791.
- Grant, S.A., Bertharm, G.T., Torvell, L. 1981. Components of regrowth in grazed and cut *Lolium perenne* swards. *Grass and Forage Science* 36:155-168. doi: 10.1111/j.1365-2494.1981.tb01552.x
- Lattanzi, J., Marino, M.A., Mazzanti, A. 1996. Efecto de la fertilizacion nitrogenada sobre la morfogenesis de raigrás anual cv. Grassland Tama. *Revista Argentina de Producción Animal* 16:240-241.
- Lemaire, G. 2001. Ecophysiology of grasslands: Dynamic aspects of forage plant population in grazed swards. In Proceedings of the XIX International Grassland Congress, São Pedro, Brazil, 11–21 February 2001; Gomide, J.A., Mattos, W.R.S., da Silva, S.C., Eds.; FEALQ: São Pedro, Brazil, pp. 29–38.
- Lemaire, G., and Agnusdei, M. 2000. Leaf Tissue Turnover and Efficiency of Herbage Utilization. p. 265-287. In Lemaire, G., Hodgson, J., Moraes, A.de., Nabinger, C., and Carvalho, P.C.de.F. Grassland ecophysiology and grazing ecology. CAB Internacional, Wallingford, Oxfordshire, Inglaterra.
- Lemaire, G., and Chapman, D.F. 1996. Tissue flows in grazed plants communities. p. 3-36. In Hodson, J., and Illius, A.W. The Ecology and Management of Grazing Systems. CAB International, Wallingford, Oxfordshire, Inglaterra.
- Lemaire, G., Oosterom, E.V., Jeuffroy, M.H., Gastal, F., Massignam, A. 2008. Crop species present different qualitative types of response to N deficiency during their vegetative growth. *Field Crops Research* 105:253-265. doi: 10.1016/j.fcr.2007.10.009.
- Martuscello, J.A., Silva, L.P., Cunha, D.N.F., Batista, A.C.S., Braz, T.G.S., e Ferreira, P.S. 2015. Adubação nitrogenada de capim massai: morfogênese e produção. *Ciência Animal Brasileira* 16:1-13. doi: 10.1590/1089-68916i118730.

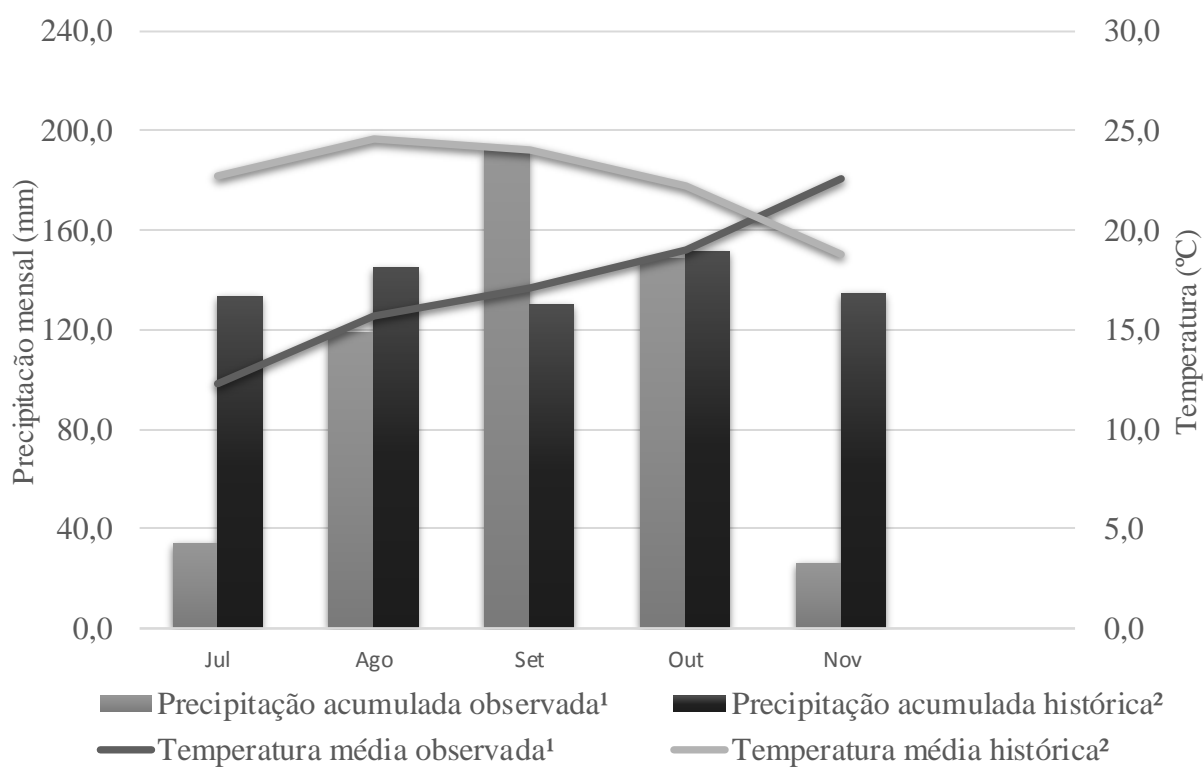


- Nabinger, C. Princípios da exploração intensiva de pastagens. 1997. In: Simpósio sobre Manejo de Pastagem, 13, 1996, Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEAL, p. 15-95.
- Nabinger, C. Eficiência do uso de pastagens: disponibilidade e perdas de forragem. 1997. In: PEIXOTO, A. M. et al (Eds.). Fundamentos do Pastejo Rotacionado. Anais do 14º Simpósio sobre Manejo da Pastagem 213-251.
- Nabinger, C., Pontes, L.S. 2001. Morfogênese de plantas forrageiras e estrutura do pasto. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Piracicaba, Anais, 38:755-771.
- Oliveira, L.V., Ferreira, O.G.L., Pedroso, C.E.S., Costa, A.O.D., Sell, C.M., Silveira, F.A. 2014. Características morfogênicas de cultivares diploides e tetraploides de azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) Zootecnia Tropical 32:45-51. Disponível em: <http://www.scielo.org/ve/pdf/zt/v32n1/art05.pdf>.
- Pereira, R.C., Davide, L.C., Techio., V.G e Timbó., A.L. 2012. Duplicação cromossômica de gramíneas forrageiras: uma alternativa para programas de melhoramento genético. Ciência Rural 42:1278-1285. doi:10.1590/S0103-84782012000700023.
- Roman, J., Rocha, M.G. da., Pires, C.C., Elejalde, D.A.G., Kloss, M.G., e Neto, R.A.de.O. 2007. Comportamento ingestivo e desempenho de ovinos em pastagem de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) com diferentes massas de forragem. Revista Brasileira de Zootecnia 36:780-788. doi: 10.1590/S1516-35982007000400005.
- Saldanha, S., Anabel, C., y Bentancur, O. 2013. Variables morfogênicas y estructurales de cinco cultivares de *Lolium* sp. Agrociencia Uruguay 17:110-120.
- Santos, P.M., Balsalobre, A.A.M., and Corsi, M. 2004. Características morfogênicas e taxa de acúmulo de forragem do capim-mombaça submetido a três intervalos de pastejo. Revista Brasileira de Zootecnia 33:843-851. doi: 10.1590/S1516-35982004000400004.
- Sichonany, M.J.O., Rocha, M.G., Pötter, L., Salvador, P.R., Bergoli, T.L., and Morteale, P.H. 2016. Patterns of use of time by heifers with or without supplementation at different phenological stages of winter grasses. Acta Scientiarum 38:197-203. doi: 10.4025/actascianimsci.v38i2.30218.
- Silva, S.C., Sbrissia, A.F., and Pereira, L.E.T. 2015. Ecophysiology of C4 forage grasses- understanding plant growth for optimizing their use and management. Agriculture 5:598-625. doi: <https://doi.org/10.3390/agriculture5030598>.
- Silva, A.C.F., Quadros, F.L.F., Trevisan, N.B., Martins, C.E.N., e Bandinelli, D.G. 2005. Alternativa de Manejo de Pastagem Hiberna: Níveis de Biomassa de Lâmina Foliar Verde. Revista Brasileira de Zootecnia 34:472-478. doi: 10.1590/S1516-35982005000200014.
- Skinner, R.H., and Nelson, C.J. 1995. Elongation of the grass leaf and its relationship to the phyllochron. Crop Science 35:4-10.
- Sollenberger, L.E., Moore, J.E., Allen, V.G., and Pedreira, C.G.S. 2005. Reporting forage allowance in grazing experiments. Crop Science 45:896-900. doi:10.2135/cropsci2004.0216.

- Tonetto, C.J., Pires, C.C., Muller, L., Rocha, M.G.da., Silva, H.S., Cardoso, A.R., e Peres Neto, D. 2004. Ganho de peso e características de carcaça de cordeiros terminados em pastagem natural suplementada, pastagem cultivada de azevém (*Lolium multiformum* Lam.) e confinamento. Revista Brasileira de Zootecnia 33:225-233. doi:10.1590/S1516-35982004000100026.
- Vaz, R.Z., Lobato, J.F.P and Pacheco, P.S. 2013. Performance of Braford steers grazing on cultivated pastures and fero or not fed na energy supllement. Revista Brasileira de Zootecnia 42:130-136. doi: 10.1590/S1516-35982013000200008.
- Vendramini, J.M.B., and Arthington, J.D. 2007. Effects of supplemental yeast fermentation product on performance of earlyweaned calves on pastures and measures of stress and performance during a feedlot receiving period. Professional Animal Scientist 23:709-714. doi: 10.15232/S1080-7446(15)31044-5.
- Wilm, H.G., Costello, DF., and Klipple, G.E. 1944. Estimating forage yield by the double-sampling methods. Journal of American Society of Agronomy 36:194-203. doi: 10.2134/agronj1944.00021962003600030003x.

## Tabelas e Figuras

**Figura 1. Temperatura média e precipitação pluviométrica acumulada durante o período de 01 de julho a 14 de novembro de 2021 e médias históricas de 1961 a 1990, Santa Maria/RS.**



<sup>1</sup>01/07/2021 - 14/11/2021; <sup>2</sup>1961 - 1990

**Tabela 1. Características estruturais e taxa de lotação de azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) no decorrer dos períodos de avaliação**

Variáveis	Períodos					Média	EPM*	P**
	Período 1 <sup>1</sup>	Período 2 <sup>2</sup>	Período 3 <sup>3</sup>	Período 4 <sup>4</sup>	Período 5 <sup>5</sup>			
Altura do dossel <sup>6</sup>	15,01 a	12,97 b	12,88 b	13,14 b	14,10 ab	13,62	0,59	0,0247
Oferta de forragem <sup>7</sup>	1,01	1,29	1,03	1,23	1,24	1,16	0,10	0,0793
Oferta de lâminas foliares <sup>7</sup>	0,76 a	0,68 ab	0,56 bc	0,42 cd	0,28 d	0,54	0,02	0,0001
Massa de forragem <sup>8</sup>	1453,96	1476,65	1365,47	1382,26	1457,66	1427,20	89,01	0,9029
Massa de lâminas foliares <sup>8</sup>	1084,37 a	793,10 b	749,19 b	465,64 c	323,86 c	683,23	61,52	0,0001
Número de lâminas foliares verdes	4,14 a	3,50 b	3,22 c	3,35 bc	3,19 c	3,48	0,07	0,0001
Taxa de lotação <sup>9</sup>	1453,19 a	1205,17 b	1391,47 a	1144,91 b	1175,02 b	1273,95	70,22	0,0002

<sup>1</sup>01 de julho a 28 de julho; <sup>2</sup>29 de julho a 25 de agosto; <sup>3</sup>26 de agosto a 23 de setembro; <sup>4</sup>24 de setembro a 21 de outubro; <sup>5</sup>22 de outubro a 14 de novembro;

\*Erro padrão da média; \*\*Probabilidade entre períodos de avaliação; Valores seguidos de letras minúsculas na linha indicam diferença pelo teste *lsmeans* em nível de 5%; <sup>6</sup>centímetros; <sup>7</sup>kg MS kg PC<sup>-1</sup>; <sup>8</sup>kg de MS ha<sup>-1</sup>; <sup>9</sup>kg ha<sup>-1</sup> PC.

**Tabela 2. Características morfológicas de cultivares diploide e tetraploides de azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) ao decorrer dos períodos de avaliação**

Cultivares	Variáveis			
	Filocrono <sup>1</sup>	Duração de vida da folha <sup>1</sup>	Taxa de expansão foliar <sup>2</sup>	Taxa de senescência foliar <sup>2</sup>
Bill Max	106,84 B	362,89	0,0403 A	0,0152 A
Bolt	112,47 A	375,94	0,0250 B	0,0115 B
Selva	112,03 A	394,76	0,0252 B	0,0107 B
EPM*	1,64	11,19	0,0051	0,0021
Períodos				
Período 1 <sup>3</sup>	100,37 d	415,28 a	0,0386 b	0,0193 a
Período 2 <sup>4</sup>	101,38 d	342,24 c	0,0598 a	0,0192 a
Período 3 <sup>5</sup>	108,34 c	352,67 bc	0,0199 bc	0,0094 b
Período 4 <sup>6</sup>	115,52 b	386,67 ab	0,0168 c	0,0059 b
Período 5 <sup>7</sup>	126,62 a	392,38 ab	0,0156 c	0,0086 b
EPM*	2,12	14,44	0,0066	0,0027
Probabilidade <sup>8</sup>				
Cultivares	0,0395	0,1476	0,0421	0,0365
Períodos	0,0001	0,0077	0,0002	0,0025
Interação	0,3861	0,0756	0,4895	0,5631

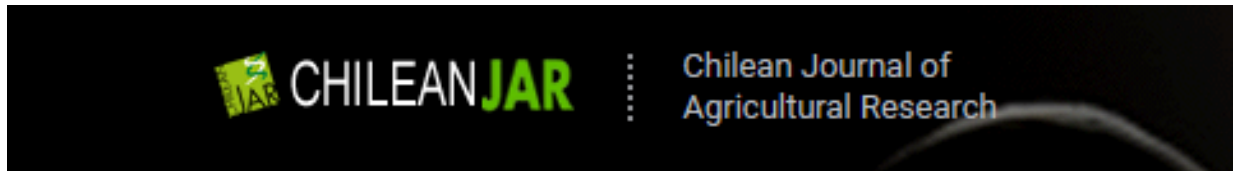
<sup>1</sup>Folha<sup>-1</sup> GD; <sup>2</sup>cm GD; \*Erro padrão da média; <sup>3</sup>01 de julho a 28 de julho; <sup>4</sup>29 de julho a 25 de agosto; <sup>5</sup>26 de agosto a 23 de setembro; <sup>6</sup>24 de setembro a 21 de outubro; <sup>7</sup>22 de outubro a 14 de novembro; <sup>8</sup>Probabilidade; Valores seguidos de letras maiúsculas na coluna indicam diferença entre cultivares pelo teste *lsmeans* em nível de 5%; Valores seguidos de letras minúsculas na coluna indicam diferença entre cultivares pelo teste *lsmeans* em nível de 5%.

**Tabela 3. Taxa de aparecimento foliar de cultivares diploide e tetraploides de azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) ao decorrer dos períodos de avaliação**

Cultivares	Taxa de aparecimento foliar <sup>1</sup>									
	Períodos de avaliação					Média	EPM*	P <sup>7</sup>	P <sup>8</sup>	P <sup>9</sup>
	Período 1 <sup>2</sup>	Período 2 <sup>3</sup>	Período 3 <sup>4</sup>	Período 4 <sup>5</sup>	Período 5 <sup>6</sup>					
Bill Max	0,0113 Aa	0,0125 Aa	0,0097 Aa	0,0089 Ab	0,0084 Ab	0,0102	0,0005	0,0100	0,0001	0,0378
Bolt	0,0111 Aa	0,0112 Aa	0,0104 Aa	0,0082 Ab	0,0079 Ab	0,0098				
Selva	0,0101 Aa	0,0093 Ba	0,0094 Aa	0,0090 Aab	0,0080 Ab	0,0092				
Média	0,0108	0,0110	0,0098	0,0087	0,0081	-				

<sup>1</sup>Folha<sup>-1</sup> GD; <sup>2</sup>01 de julho a 28 de julho; <sup>3</sup>29 de julho a 25 de agosto; <sup>4</sup>26 de agosto a 23 de setembro; <sup>5</sup>24 de setembro a 21 de outubro; <sup>6</sup>22 de outubro a 14 de novembro; \*Erro padrão da média; <sup>7</sup>Probabilidade entre cultivares; Valores seguidos de letras maiúsculas na coluna indicam diferença entre cultivares pelo teste *lsmeans* em nível de 5%; <sup>8</sup>Probabilidade entre períodos de avaliação; Valores seguidos de letras minúsculas na linha indicam diferença entre períodos pelo teste *lsmeans* em nível de 5%; <sup>9</sup>Probabilidade da interação cultivares x períodos de avaliação

**ANEXO - Normas para publicação de artigos científicos na revista Chilean Journal of Agricultural Research:**



Chilean Journal of Agricultural Research (ChileanJAR) is the scientific journal of the Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Ministerio de Agricultura, Chile, published quarterly in English (March, June, September, and December). It is indexed in Science Citation Index Expanded of Clarivate Analytics (ex ISI), SCOPUS, SciELO, and others.

Chilean Journal of Agricultural Research is an open access journal (since 2000 as Agricultura Técnica and 2008 as ChileanJAR) that allows readers to read, download, copy, distribute, print, search, and link to the full texts of its articles, or use them for any other lawful purpose, according to DOAJ. The journal is available at [www.chileanjar.cl](http://www.chileanjar.cl), [www.scielo.cl/chiljar](http://www.scielo.cl/chiljar). It is an electronic journal (Online ISSN: 0718-5839) and printed until December 2015 (Print ISSN: 0718-5820). Formerly it was Agricultura Técnica.

ChileanJAR publishes original Research Articles, Scientific Notes and Reviews of agriculture, multidisciplinary and agronomy: plant production, plant protection, genetic resources and biotechnology, water management, soil sciences, environment, agricultural economics, and animal production (focused in ruminant feeding). The editorial process is a double-blind peer reviewing, Editorial Office checks format, composition, and completeness, which is a requirement to continue the editorial process. Editorial Committee and Reviewers evaluate relevance and scientific merit of manuscript. Manuscripts should be electronically submitted through the Online Electronic System of ChileanJAR once the authors are registered. Papers should meet format requirements (MS-Word Manuscript Template) and items stipulated in the Instructions to Authors.

Abbreviated citation should be: Chil. J. Agr. Res.

**GENERAL**

The manuscript should be original research that represents a real contribution to scientific knowledge. It should not have been concurrently submitted to other journals or previously published elsewhere. The manuscript should be in English and writing clear and concise, according to grammatical rules of the language. If the quality of the English is not adequate, the manuscript will be rejected before being peer-reviewed. It is suggested that non-English native authors have their manuscript professionally edited by an English native translator before submission. The manuscript should be submitted through the Online System available on our Website.

In order to fulfill requirements of indexation databases (Science Citation Index, SciELO, SCOPUS, etc.), the manuscript must comply with this instructions of format and section structure or Editorial Office will reject it and it will not be peer-reviewed. ChileanJAR suggest using the following Manuscript template. Editorial Committee and reviewers will accept or reject the manuscript according to its scientific merit. The acceptance will be perform when the author satisfactorily responds to the reviewers' comments. Submitted manuscripts will be screened to detect plagiarism previously the edition process. Plagiarized manuscripts will be rejected. Rejections are unappealable.

After acceptance, ChileanJAR can make changes to the manuscript, delete double affiliation, and modify figures and tables to meet our specifications for publication.

## **MANUSCRIPT FORMAT**

Use letter size paper, Times New Roman 11, 1.5 spacing, 2.5 cm margins, page number in the bottom right hand corner, and continuous line numbering. Use of the manuscript template is suggested.

The manuscript should be divided into sections with main headings centered on the page, bold, and capitalized (e.g., ABSTRACT, INTRODUCTION...). Subtitles within each section should be flush left, bold, and the first word capitalized. Do not fragment the manuscript with excessive subtitles.

Tables and Figures should be placed at the end of the text; it is allowed to include more than one for page maintaining its legibility and quality. Do not suggest their place in the manuscript, ChileanJAR will determine design layout. Text length should not exceed 18 pages for SCIENTIFIC ARTICLES and REVIEWS and 10 pages for SCIENTIFIC NOTES.



## MANUSCRIPT SECTIONS

**Title.** It should clearly identify the topic. It should be centered, bold, and the first word capitalized. The recommended length is 18 words or less.

**Author(s).** Author names should be centered, bold, and separated by commas. In order to avoid confusion in the indexation databases (Science Citation Index, SciELO, SCOPUS, etc.) and prevent the loss of citations, use full first name (no initial allowed), and one surname for each author (when an author has two surnames use only the first or hyphenated them), e.g. Peter Johnson, George S. Stevens, Mary Smith-Moore. Brazilian names, e.g., Igor Borges-Neto, Paulo Andrade-Junior. **Do not change author and/or affiliations once the manuscript is registered in the Online System. Changes will entail an immediate rejection by ChileanJAR.**

**Affiliation.** One affiliation is suggested, it is included immediately after authors. In order it consists of the institution (no abbreviation), faculty or experimental center (do not include laboratories), postal address, city, state (if applicable), and country. We do not accept virtual or temporary institutions. Just one corresponding author must be identified with an asterisk (\*) and email address. Do not change author and/or affiliations once the manuscript is registered in the Online System. Changes will entail an immediate rejection.

**Abstract.** The abstract is a single paragraph of no more than 250 words that includes the five parts of the manuscript: (1) an introductory sentence to state the importance of the topic or issue, (2) the main objective, (3) general description of methods, treatments, or evaluations, (4) main results expressed with values and statistical significance (P value), and (5) the conclusion of the evaluation or analysis of the experimental results. It should not cite figures, tables, or references; equations should be avoided.

**Key Words:** Authors must include no more than six words listed in alphabetical order, which reflect the central topics of the manuscript.

**Introduction.** This section should include specific background information and justification of the topic in a clear and organized manner supported by appropriate and recent (10 years or less) bibliographical references. The objective and hypothesis are included at the end of this section.

**Materials and Methods.** This section should provide sufficient information to allow the work to be replicated. The experimental design is clearly defined by a specific description or reference of the biological, analytical, and statistical procedures. Field experiments that are sensitive to interactions and where the crop environment cannot be rigorously controlled, such as crop production and yield component assays, must be repeated for time and/or space, in order to ensure representative results.

**Results and Discussion.** This section can be combined or separated. Results should be clear and concise, supported by tables, figures (at the end of the manuscript), and statistical analyses. Results should be analyzed in the text without repeating table or figure values. Data should be presented, including some variation indexes or significance, allowing the reader to interpret experimental results. The Discussion should clearly and precisely interpret results supported by pertinent and recent scientific literature (less than 10 years).

**Conclusions.** In accordance with research objectives, this section begins with a clear statement based on the results and states whether testing supports or disproves the hypothesis of the article. If the results have no implications, this fact should be mentioned. Conclusions must be based on objective data rather than author speculation, limit comments to the results and do not suggest further research. Do not use abbreviations, acronyms, or references.

**Acknowledgements.** This section must include funding institutions or organizations and corresponding grant and/or project that support the research. Do not mention individuals or institutions that have not contributed funding. Do not change financial organizations (which include grants and projects) once the manuscript is registered, changes will entail an immediate rejection by ChileanJAR.

**References.** Recently published articles (10 years or less) in mainstream scientific journals should be included. Research Articles should not include more than 35 references, and only published papers can be cited. ChileanJAR does not allow references In Press or just submitted. List references alphabetically. Authors are listed by surname and initial(s); separated by commas if there are more than two authors. Please note the use of commas and periods. If reference management software is used, for example, EndNote or ProCite, use the Agronomy Journal bibliographical reference style.

**Tables.** Tables should be self-explanatory without reference to the text. Titles should be brief and descriptive. Tables are numbered in the order in which they appear in the text and are placed at the end of the manuscript after References. Abbreviations are explained in a footnote below the table body. The same style is used for tables and figures, especially for units, dates, and abbreviations. Footnotes are identified with superscripts, preferably in the following order: 1) title, 2) column heading, 3) row heading, and 4) table body.

**Figures.** Figures are placed at the end of the manuscript after References. Graphics, photographs, diagrams, drawings, and maps should illustrate the important data not found in the text or tables. Figures are numbered in the order in which they appear in the text. Titles should be clear and self-explanatory.

**Note:** ChileanJAR has no extra charges for color tables and figures.

## **MANUSCRIPT CLASSIFICATION**

### **RESEARCH ARTICLES**

Research Articles must not exceed 18 pages and be a significant contribution to the advancement of scientific knowledge. They should adhere to standard experimental design and statistical analysis and discuss results through the review of current literature (less than 10 years published). They include the following sections: Abstract, Introduction, Materials and Methods, Results and Discussion (combined or separate), Conclusions, Acknowledgements, References, Tables and/or Figures. They must be in accordance with the format specified in Manuscript Sections or based on the Manuscript template.

### **REVIEW**

The Review must not exceed 18 pages. It should provide a synthesis of existing knowledge and present new concepts not previously demonstrated in the literature. It must include: Abstract, Introduction ending with objectives, development of the topic organized with titles and subtitles, Conclusions, References, Tables and/or Figures (if applicable). It must be in accordance with the format specified in Manuscript Sections.

### **SCIENTIFIC NOTE**

The Scientific Note must not exceed 10 pages. It is a short description of different topics such as ongoing research studies, determination of species, description of methods, etc. ChileanJAR does not publish first reports. It should include the following sections: Abstract, Introduction, Materials and Methods, Results and Discussion (combined or separate), Conclusions, Acknowledgements, References, Tables and/or Figures. It must be in accordance with the format specified in Manuscript Sections or based on the Manuscript template.

## REFERENCES

Recently published articles (10 years or less) in mainstream scientific journals should be included. Research Articles should not include more than 35 references, and only published papers can be cited. ChileanJAR does not allow references In Press or just submitted.

**References in the text** should be cited as author-year when there is only one author; use “and” when there are two authors. With three or more authors, use “et al.” after the first author. Two or more references included as a group in the text are listed in chronological order. Several references in the same year are listed alphabetically. For two or more articles using the same within-text citation, add a distinguishing letter to the year (a, b, c, d, etc.) in both the text and the References section.

**References list** must be alphabetically ordered. Authors are listed by surname and initial(s); separated by commas if there are more than two authors. Please note the use of commas and periods. If reference management software is used, for example, EndNote or ProCite, use the Agronomy Journal bibliographical reference style.

The references to books, postgraduate thesis, and congress or scientific event proceedings available in the bibliographical search system should be limited. Restricted circulation publications and informative magazine articles cannot be cited. “Unpublished data” or “personal communication” will not be accepted as references.

**Scientific journal article:** author(s), year, complete article title, complete journal title, volume, and pages. The authors are listed by surname and initial(s) (Wu, J-H.). According to ISI Web of Science do not abbreviate journal names. Do not use a comma after the complete journal name. All abbreviated words are followed by a period (full stop). Only the first word and proper names in the article title are capitalized. Manuscripts accepted for publication but not yet published (In press) can be just included as reference adding Digital Object Identifier (DOI)

number. Example: Wu, J-H., Ferguson, A.R., and Murray, B.G. 2012. Manipulation of ploidy for kiwifruit breeding: In vitro chromosome doubling in diploid *Actinidia chinensis* Planch. *Plant Cell Tissue and Organ Culture* 106:503-511. doi:10.1007/s11240-011-9949-z

Online-only journals are cited in the same way as the printed version with Digital Object Identifier (DOI) and volume and pages if applicable. author(s), year, article title, complete journal title, volume, and pages. The authors are listed by surname and initial(s) (Wu, J.H.) According to ISI Web of Science do not abbreviate journal names. Do not use a comma after the complete journal name. All abbreviated words are followed by a period (full stop). Only the first word and proper names in the article title are capitalized. Manuscripts accepted for publication but not yet published (In press) can be just included as reference adding Digital Object Identifier (DOI) number. Example: Wu, J.H., Ferguson, A.R., and Murray, B.G. 2012. Manipulation of ploidy for kiwifruit breeding: In vitro chromosome doubling in diploid *Actinidia chinensis* Planch. *Plant Cell Tissue and Organ Culture* 106:503-511. doi:10.1007/s11240-011-9949-z. Example: Wilkerson, G.G., Buol, G.S., Yang, Z., Peacock, C., McCready, M.S., Steinke, K., et al. 2015. Modeling response of warm-season turfgrass to drought and irrigation. *Agronomy Journal* 107:515-523. doi:10.2134/agronj14.0311

**Books:** author(s) or editor(s), year, title, edition number (except the first), editorial institution or organization, city, state, and country. Example: Blum, A. 2011. *Plant breeding for water-limited environments*. Springer, New York, USA.

**Book chapter:** author(s), year, chapter title, pages, indicate book editor(s) after “In”, complete book title, edition number (except the first), editorial, city, state, and country. Example: Sanders, G.J., and Arndt, S.K. 2012. Osmotic adjustment under drought conditions. p. 199-229. In Aroca, R. (ed.) *Plant responses to drought stress. From morphological to molecular features*. Springer, Berlin, Germany.

**Proceedings:** author(s), year, article or chapter title, pages, the editor(s) after “In”, event or name of publication, city, state, and country, date of event, editorial, city, state, and country. Example: Smith, S.R., and Keene, T. 2012. Switchgrass biomass yield and quality with multiple fertilizer applications and harvest dates. Abstract 257-35. In *Visions for a sustainable planet*, ASA, CSSA and SSSA Annual Meetings, Cincinnati, Ohio, USA. 21-24 October. ASA, CSSA and SSSA, Madison, Wisconsin, USA.

**Thesis:** Only postgraduate theses are accepted and are cited as: author, title, number of pages, degree, university, faculty, city, state, and country. Example: Smets, T. 2009. Effectiveness of biological geotextiles in controlling runoff and soil erosion at a range of spatial scales. 270 p. PhD thesis. Katholieke Universiteit Leuven, Department of Earth and Environmental Sciences, Leuven, Belgium.

**Electronic sources:** Web documents should include the same elements as printed publications plus the URL (uniform resource locator) preceded by “Available at” and with parenthesis “accessed” including month and year. Be sure URL works directing to the cited document. Example: FAO. 2012. FAO statistical yearbook. Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations, Rome, Italy. Available at <http://www.fao.org/docrep/015/i2490e/i2490e00.htm> (accessed February 2013).

## **PUBLISHING CHARGES**

Publication charge of papers accepted for publication is USD650 (CLP500 000) until 18 typewritten pages including figures and tables. Extra pages USD40 (CLP30 000) each. Payment is mandatory prior to the publication of the manuscript. The author is responsible for transfer charges.

The text format is letter size paper, Times New Roman 11, 1.5 spacing, 2.5 cm margins. Submission of manuscripts is free. There is no refund once the payment has been made.

## **OTHER IMPORTANT GUIDELINES**

**Scientific names.** Identify plants, insects, and pathogens at first mention in the Abstract and text and include both a common and scientific (in italics) name, complete with authority. Confirm the nomenclature in a reliable source, such: Plants (<https://npgsweb.ars-grin.gov/gringlobal/taxon/taxonomysearch.aspx>).

**Soils.** Identify soil of the study at Order level according to USDA and/or FAO classification system. Available at:

USDA(<http://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/main/soils/survey/class/taxonomy/>);

FAO(<http://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/soil-classification/world-reference-base/en/>).

**Chemical products.** Identify herbicides, insecticides, and fertilizers at first mention with their technical or generic name and the used rates; include the manufacturer between parentheses with the city, state, and country. Only use the technical name afterwards. Simple compounds formula (NaCl) is accepted. Use IUPAC name. (<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>).

**Equipment and instruments.** Equipment and instruments used in experimental work should be mentioned by their common name and between parentheses model, brand, city, state, and country of the manufacturer.

**Numbers.** In the text numbers from one to nine are written in full, except when they include units of measurement or several numbers are mentioned, for example, “six irrigation events”, “6, 9, and 12 irrigation events”, or “8 kg”. Use a zero before the decimal point. To separate the numbers in intervals of one or more years, use “to” and a hyphen for growing seasons (e.g., period from 2002 to 2005; 1999-2000 and 2000-2001 growing seasons).

**Units of measurement.** Results should be expressed in the International System of Units (SI) (<https://www.nist.gov/pml/weights-and-measures/metric-si/si-units>); if other units are used, put them between parentheses after the SI unit. Exponential notation should be used, for example, kg ha<sup>-1</sup>.

**Abbreviations and symbols.** These save space and time, but their excessive use can make the text more difficult to understand. Some abbreviations do not need to be defined because they are widely used and well known, such as SI units or chemical elements. All abbreviations should be written out in full at first mention in the Abstract, text, tables, and figures; the abbreviation is then used consistently. Avoid redefining well-known variables, such as DM for dry matter, and only define specific abbreviations used in the article. Do not include abbreviations in Conclusions section.

### **Other norms**

- Use subscripts for modifications and reserve superscripts for powers in table and figure footnotes.
- Use the 24-h time system with two digits for both hours and minutes (e.g., 14:30 h instead of 2:30 pm).
- Avoid redundancy in stating significant statistical differences (do not use “significance” as well as probability), e.g. “stearic acid concentration was greater than ... (P < 0.05)”

- Do not begin sentences with a number, write it out in full and include the SI unit. Abbreviate all SI units preceded by numbers (e.g., 7 kg, 32 d), except at the beginning of a sentence.
- Ordinal numbers from first to ninth are written out in full in the text, but can be abbreviated in tables. Abbreviate larger ordinals (e.g., 12th, 32nd).
- Leave a space before and after each mathematical operator (the main exception is the division sign “/”).
- The (+) and (-) signs do not need a space between the sign and the number when they indicate positive or negative.
- Formulae for simple compounds (NaCl) are acceptable.
- The first letter of brands should be capitalized without the <sup>TM</sup> symbol.