

**VALENTINA YLLUYANKA MÉNDEZ MONCADA**

**DINÂMICA DO PERFILHAMENTO EM PASTOS ASSOCIADOS DE CAPIM-  
QUICUIU E FESTUCA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal, da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência Animal, Área de Concentração: Produção Animal. **Orientador:** Dr. André Fischer Sbrissia.

Lages, SC

2020

**Ficha catalográfica elaborada pelo programa de geração automática da  
Biblioteca Setorial do CAV/UEDESC,  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

Moncada, Valentina Ylluyanka  
Dinâmica do perfilhamento de pastos associados de  
capim-quicuiu e festuca / Valentina Ylluyanka Moncada. -- 2020.  
56 p.

Orientador: André Sbrissia  
Dissertação (mestrado) -- Universidade do Estado de Santa  
Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de  
Pós-Graduação em Ciência Animal, Lages, 2020.

1. Associação de gramíneas. 2. População de perfilhos. 3.  
Manejo primaveril. I. Sbrissia, André . II. Universidade do Estado de  
Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de  
Pós-Graduação em Ciência Animal. III. Título.

**VALENTINA YLLUYANKA MÉNDEZ MONCADA**

**DINÂMICA DO PERFILHAMENTO EM PASTOS ASSOCIADOS DE CAPIM-  
QUICUIU E FESTUCA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal, da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência Animal, Área de Concentração: Produção animal.

**Banca examinadora**

**Orientador:** \_\_\_\_\_

Professor Dr. André Fischer Sbrissia  
Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC

**Membro:** \_\_\_\_\_

Dr. Paulo Gonçalves Duchini  
(Consultor Autônomo)

**Membro:** \_\_\_\_\_

Professora Dra. Kelen Cristina Basso  
Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC

**Lages, 20 de julho de 2020**

Dedico essa dissertação a minha família, por todo o apoio e amor durante os tempos difíceis.

Aos amigos pela paciência e amizade.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente à Deus, por ter me dado a vida e manter-me no caminho certo.

A minha família, pelo amor e apoio constante, mesmo na distância ou nas épocas difíceis sempre foram fundamentais.

A meu esposo, pelo amor e companheirismo. Todas as dificuldades são vencidas estando juntos.

Um agradecimento especial ao meu orientador Prof. Dr. André Fischer Sbrissia, pelo apoio, conhecimento e os ensinamentos de vida.

Ao professor Daniel S. pela amizade, os conselhos e puxão de orelha quando precisei.

Aos professores do programa da pós-graduação, seus ensinamentos fornecerão elementos essenciais para o desenvolvimento deste trabalho.

A UDESC pela oportunidade de participar na equipe de estudo/pesquisa.

A CNPQ pela concessão da bolsa de estudos.

Aos meus colegas e amigos do NUPEP, pela acolhida, as conversas e ensinamentos.

Aos bolsistas e voluntários que auxiliaram na condução do experimento a campo.

Ao Brasil por nós oferecer refúgio e acolhimento quando mais precisávamos. Por sempre grata.

*“O sucesso é ir de fracasso em fracasso sem perder o entusiasmo.”*

Sir. Wiston Churchill

*“Concentre-se nos pontos fortes, reconheça as fraquezas, agarre as oportunidades e proteja-se contra as ameaças”*

Sun Tzu

## RESUMO

MÉNDEZ, Valentina Ylluyanka. **Dinâmica do perfilhamento em pastos associados de capim-quicuiu e festuca.** 2020. 47p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal – Área: Nutrição, Manejo animal e Forragicultura). Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. Lages, 2020.

O potencial de produção de forragem e estabilidade produtiva dos pastos formados pela associação de gramíneas pode minimizar o impacto da sazonalidade na distribuição da massa de forragem comumente observada na região sul do Brasil. A utilização de práticas de manejo deve visar à persistência de ambas espécies no sistema ao longo do tempo. A presente proposta tem por hipótese que o rebaixamento primaveril em pastos formados pela associação de capim-quicuiu e festuca aumenta o perfilhamento de capim-quicuiu no verão, sem alterar a dinâmica de perfilhamento da festuca no inverno, independente da meta de manejo em pré-pastejo utilizada. Os pastos foram submetidos a duas alturas de manejo do dossel em pré-pastejo (15 e 20 cm), 40% de severidade de desfolha da altura inicial e duas estratégias de manejo primaveris: ausência ou presença do rebaixamento dos pastos a uma altura de resíduo de seis cm. O delineamento experimental foi em blocos completos casualizados, com três repetições em arranjo fatorial 2 x 2. O fator A constituiu-se pelas duas alturas pré-pastejo e o fator B pelo manejo primaveril de rebaixamento ou não dos pastos. Para quantificar a densidade populacional de perfilhos (DPP), índice de área foliar (IAF), massa de forragem (MF), participação na massa de forragem (PMF) e perfilhos surgidos agrupados por época (PSE) utilizou-se de amostras de pasto coletadas em três pontos com tamanho unitário de 0,24m<sup>2</sup>. A demografia do perfilhamento foi obtida através da contagem do número de perfilhos sobreviventes e surgidos em cada mês durante todo o período experimental (novembro 2018/novembro 2019) em anéis com área de 0,0314m<sup>2</sup> e posteriormente foram gerados gráficos da demografia do perfilhamento dos pastos. O rebaixamento dos pastos na primavera não estimulou o surgimento de perfilhos de capim-quicuiu no verão, no entanto observou-se uma leve redução sobre a população de festuca no inverno. A variação na massa de forragem e no índice de área foliar no capim-quicuiu esteve associada ao efeito da época do ano, enquanto para festuca a variabilidade na massa de forragem deve-se a uma interação entre época do ano e altura de manejo, sendo 22% superior, em média, nos pastos com altura de 20 cm em pré-pastejo. A festuca apresenta um padrão de perfilhamento sazonal com aumento na taxa de mortalidade e diminuição do número de perfilhos surgidos durante o verão e outono, com posterior emissão de perfilhos no inverno, possivelmente ligado a mudanças na temperatura e fotoperíodo (vernalização), já o padrão de perfilhamento de capim-quicuiu esteve relacionado à disponibilidade de fatores de crescimento como água, luz, temperatura e nutrientes. A diferença entre os padrões de perfilhamento das espécies originou instabilidade populacional transitória após evento de geadas, posteriormente superado pelo aumento populacional de festuca. O rebaixamento primaveril diminuiu em 8,5% a massa de forragem da mistura, independentemente da altura de manejo em pré-pastejo. Pastos manejados a 20 cm e não submetidos ao rebaixamento primaveril favorecem a coexistência e persistência das espécies na associação.

**Palavras-chave:** Associação de gramíneas. População de perfilhos. Manejo primaveril.

## ABSTRACT

MÉNDEZ, Valentina Ylluyanka. **Tillering dynamics in kikuyu and tall fescue grass swards cultivated in association.** 2020. 47p Dissertação (Mestrado em Ciência Animal – Área: Nutrição, Manejo animal e Forragicultura). Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. Lages, 2020.

The forage production potential and productive stability of pastures formed by the association of grasses can minimize the impact of seasonality in the distribution of forage mass commonly observed in the southern region of Brazil. The use of management practices should aim at the persistence of species in the system over the time. The present proposal has the hypothesis that the spring lowering in pastures formed by the association of kikuyu grass and tall fescue increases the tillering in summer, without changing the dynamics of tillering in winter, regardless of the management goal in pre-grazing used. The pasture was subjected to two canopy management heights in pre-grazing (15 and 20 cm), 40% severity of defoliation of the initial height and two spring strategies: absence or presence of the lowering of the pastures to a residue height of 6 cm. The experimental design was in complete randomized blocks, with three replications in a 2 x 2 factorial arrangement. Factor A was constituted by the height of management (15 and 20 cm) and factor B by the spring management of lowering or not of the pastures. To quantify tiller population density (TPD), leaf area index (LAI), forage mass (FM), participation in forage mass (PFM) and emerged tillers grouped by season (ETS) were used pasture samples collected at 3 points with a unit size of 0.24m<sup>2</sup>. The tillering demographics was obtained by counting the number of tillers that survived and emerged in each month throughout the experimental period in rings with an area of 0.0314m<sup>2</sup> and later graphs of the pasture tillering were generated. The lowering of pastures in the spring did not stimulate the appearance of kikuyu grass tiller in summer, however, there was a slight reduction in the tall fescue population in winter. The variation in forage mass and leaf area index in the kikuyu grass was associated with the effect of the seasonality, while for tall fescue the variability in the forage mass is due to an interaction between season and management height, being 22% higher in height in pre-grazing 20 cm. Fescue presents a seasonal tillering pattern with an increase in the mortality rate and a decrease in the number of tillers that appeared during the summer and autumn, with subsequent emission of tillers in winter possibly linked to changes in temperature and photoperiod (vernalization), whereas the tiller-grass pattern was related to the availability of growth factors (water, light, temperature and nutrients). The difference between the tillering patterns of the participating species originated transitory population instability after frost event, later surpassed by the tall fescue population increase. The spring lowering decreased the pasture forage mass, regardless of pre-grazing management height (8.5%). Pastures managed at 20 cm and not affected by spring lowering promote the coexistence and persistence of species in the association.

**Keywords:** Association of grasses. Tiller population. Spring management.

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1- Densidade populacional de perfilhos (DPP; perfilhos.m<sup>-2</sup>), massa de forragem (MF; kg.MS.ha<sup>-1</sup>), Índice de área foliar (IAF), participação na massa de forragem (PMF; %), perfilhos surgidos por época (PSE; perfilhos.m<sup>-2</sup>) em pastos de festuca e capim-quicuiu em diferentes épocas do ano.....35
- Tabela 2- Massa de forragem (MF; kg.MS.ha<sup>-1</sup>) de festuca e da mistura em pastos de festuca e capim-quicuiu cultivados em mistura, submetidos à lotação intermitente com duas estratégias de manejo primaveril (rebaixamento ou não dos pastos).....36
- Tabela 3- Massa de forragem (MF; kg.MS.ha<sup>-1</sup>) de festuca ao longo do ano em pastos de festuca e capim-quicuiu cultivados em mistura, submetidos à lotação intermitente, com duas alturas de manejo em pré-pastejo (15 e 20 cm).....37
- Tabela 4- Densidade populacional de perfilhos (DPP; perfilhos.m<sup>-2</sup>), índice de área foliar (IAF), Participação na massa de forragem (PMF; %), Perfilhos surgidos por estação (PSE, perfilhos.m<sup>-2</sup>) em pastos de festuca e capim-quicuiu cultivados em mistura, submetidos à lotação intermitente, com duas alturas de manejo em pré-pastejo (15 e 20 cm) ao longo do ano.....37
- Tabela 5- Perfilhos surgidos (PSE; perfilhos. m<sup>-2</sup>) de capim-quicuiu ao longo do ano em pastos de festuca e capim-quicuiu cultivados em mistura, submetidos à lotação intermitente, com duas alturas de manejo em pré-pastejo (15 e 20 cm).....38

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1- Precipitação pluviométrica e temperatura média (mensais e históricas de 85 anos) da cidade de Lages, Santa Catarina, Brasil. Fonte: Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina, Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina CIRAM/EPAGRI.....29
- Figura 2- Média das alturas em pré-pastejo em pastos de festuca e capim-quicuiu cultivados em mistura, submetidos a lotação intermitente, com duas alturas de manejo em pré-pastejo (15 e 20 cm) e duas estratégias de manejo primaveril (rebaixamento ou não dos pastos).....34
- Figura 3- Demografia do perfilhamento em pastos de festuca e capim-quicuiu cultivados em mistura, submetidos a lotação intermitente, com duas alturas de manejo em pré-pastejo (15 e 20 cm) e duas estratégias de manejo primaveril (rebaixamento ou não dos pastos).....40-41

## LISTA DE ABREVIATURAS

MF	Massa de forragem
cm	Centímetros
AR	Ausência de rebaixamento primaveril
PR	Presencia de rebaixamento primaveril
ha	Hectare
IAF	Índice de área foliar
PMF	Participação na massa de forragem
PS	Perfilhos surgidos
DPP	Densidade populacional de perfilhos
MS	Matéria seca
PSE	Perfilhos surgidos por estação
m <sup>2</sup>	Metros quadrados
kg	Quilogramas

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	<b>15</b>
2.1	ECOSSISTEMAS PASTORIS.....	15
2.2	DINÂMICA DO PERFILHAMENTO.....	17
2.2.1	Fatores que afetam o perfilhamento.....	18
2.2.1.1	Luz.....	18
2.2.1.2	Temperatura.....	20
2.2.1.3	Água.....	21
2.2.1.4	Hormônios.....	21
2.2.1.5	Nutrientes.....	22
2.3	PERENIZAÇÃO.....	23
2.4	ESPÉCIES.....	23
2.4.1	Festuca ( <i>Festuca arundinacea</i> Schreb.) .....	24
2.4.2	Capim-quicuiu ( <i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst. ex. Chiov) .....	26
<b>3</b>	<b>HIPÓTESES.....</b>	<b>27</b>
<b>4</b>	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>28</b>
4.1	GERAL.....	28
<b>5</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>29</b>
5.1	LOCAL DE CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO.....	29
5.2	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS.....	30
5.3	MEDIDAS NA PASTAGEM.....	31
5.3.1	Dinâmica do perfilhamento.....	32
5.4	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	33
<b>6</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>34</b>

<b>6.1</b>	<b>CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS DO PASTO.....</b>	<b>34</b>
<b>6.2</b>	<b>DINÂMICA DO PERFILHAMENTO.....</b>	<b>38</b>
<b>7</b>	<b>DISCUSSÃO.....</b>	<b>42</b>
<b>8</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>46</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>47</b>



## 1 INTRODUÇÃO

A produção pecuária baseada em sistemas *pastoris* é a forma mais econômica de produzir proteína animal e o potencial para transformar o sistema em uma opção sustentável está na utilização racional dos recursos. Dentro desse raciocínio, o uso de pastagens biodiversas, formadas por espécies nativas ou cultivadas, podem ser uma estratégia para minimizar o impacto ambiental na criação de gado bovino.

Entre os benefícios associados à biodiversidade em pastos encontra-se o maior potencial de produção de forragem e estabilidade produtiva, além de maior resistência às colonizações de plantas invasoras e menor susceptibilidade às mudanças climáticas ou eventos estressores. Em termos ecológicos, esse aumento da produção e estabilidade deve-se ao efeito da complementariedade de nicho entre as espécies que compõem esses ecossistemas. Nesse sentido, pastos formados por associações entre gramíneas exploram recursos a partir do aumento da ocupação do espaço acima e abaixo do solo, aumentando a área de captação, e são mais eficientes no uso dos recursos.

As condições climáticas de flutuação térmica anual do sul de Brasil incidem diretamente sobre a distribuição da massa de forragem, apresentando oscilação sazonal. Assim, nessa região é comum observar períodos com diminuição na produção de biomassa conhecidos como “vazios forrageiros” durante as épocas de primavera e outono, que são consideradas períodos de transição, que afetam a produtividade das pastagens e da pecuária. Pastos formados por espécies perenes de gramíneas com picos de crescimento em épocas diferentes e complementares podem diminuir o impacto negativo dos vazios forrageiros sobre a oferta de forragem e custos de produção ao diminuir a necessidade de oferecer suplementos os animais. Nesse sentido, o cultivo associado de espécies hibernais e estivais ajudaria a estabilizar a oscilação da produção forrageira. Entre os critérios para o sucesso destes pastos encontra-se a capacidade de coexistência das espécies participantes e a implementação práticas de manejo que garantam a persistência da comunidade de plantas ao longo do tempo.

O potencial da *Festuca arundinacea*, capim-festuca, para compor pastagens misturados de plantas hibernais e estacionais é demonstrado por vários autores (FONTANELLI et al., 2009; HOVELAND et al., 1997; DUCHINI et al., 2019), assim como sua capacidade para formar pastos associados com *Pennisetum clandestinum*, capim-quicuiu (FONTANELLI et al., 2009).

Estudos recentes (MIQUELOTO et al., 2019) demonstram a tendência dominante de festuca em formar monocultivos ao longo do tempo devido a sua capacidade de manter uma alta população ao longo do ano pelo aporte dos perfilhos surgidos maiormente durante o inverno-primavera, no caso de capim-quicuiu houve redução da população de perfilhos principalmente, quando não ocorre adubação no verão, e para que ambas as espécies persistam no sistema é necessário avaliar estratégias de manejo que favoreçam o perfilhamento da espécie estival (capim-quicuiu) quando cultivada em associação com um espécie hibernal (capim-festuca), o que permitiria potencializar a implementação dessa associação no sul do Brasil e diminuir os vazios forrageiros.

Assim, é possível que a utilização pontual de uma desfolha severa durante a primavera possa favorecer a manutenção do equilíbrio na comunidade de plantas, já que nessa época do ano observa-se condições favoráveis para o desenvolvimento de capim-quicuiu sem alterar a população de festuca.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 ECOSSISTEMAS PASTORIS

A diversificação das espécies de forrageiras com potencial para a complementariedade pode ser uma alternativa para os produtores tanto com relação a produção de forragem quanto por uma ótica ecológica. Nesse sentido, autores como Duchini et al. (2019) mostraram a importância do manejo adequado a estes pastos biodiversos para não limitar o desenvolvimento das espécies componentes do sistema.

Em pastagens biodiversas existe uma competição por recursos entre as espécies que formam o pasto, chamada de competição interespecífica e entre os indivíduos da mesma espécie, considerada competição intraespecífica, sendo que a intensidade dessa competição dependerá das características da comunidade de plantas, a densidade e espécies de plantas infestantes e a sazonalidade, sendo que os fatores de crescimento e manejo tem grande influência (PITELLI, 1985).

Plantas invasoras são espécies que ocupam locais onde, por qualquer motivo, a cobertura natural foi extinta e o solo tornou-se total ou parcialmente exposto. Possuem elevada e prolongada capacidade de produção de sementes?? dotadas de altas viabilidades e longevidades, que são capazes de germinar, de maneira descontínua, em muitos ambientes (PITELLI, 1987). Ao competir pelos nutrientes, luz, água e espaço, a presença destas plantas interfere com a atividade agrícola e em muitos casos, compromete a persistência do pasto. Victoria Filho (1986) indica que as pastagens mais produtivas são aquelas que, dentro de outros fatores, apresentam baixo nível de infestação de plantas daninhas. Diversos aspectos influenciam a dinâmica de população das plantas daninhas em pastagens, sendo as principais a utilização de gramíneas pouco adaptadas as condições ambientais e alta pressão de pastejo. De modo geral afeta a produção de biomassa de forragem suficiente para ocupar o espaço e catalisa a infestação destas plantas (VICTORIA FILHO et al., 2014).

A sazonalidade consiste em mudanças periódicas, principalmente de fatores como radiação solar e temperatura que obriga as plantas a se ajustar a estas condições em função de seu potencial genético, influenciando os processos de fotossínteses e alongamento celular, os quais afetam também a produção de matéria seca (MENZEL e SPARKS, 2007; YU et al.,

2012). Estes efeitos variam para cada espécie em função do seu tipo de via para a fotossíntese sendo divididas em plantas C<sub>3</sub> ou C<sub>4</sub>.

As espécies C<sub>3</sub>, que correspondem as gramíneas temperadas e leguminosas, a temperatura ótima de crescimento varia em torno de 25°C e as espécies C<sub>4</sub>, que são as gramíneas tropicais e parte das bromélias em torno aos 35°C (LANGER, 1963; PEARCY e EHLERINGER, 1984). Nas regiões de clima subtropical do Brasil pode-se observar mudanças na composição florística das pastagens produto da variabilidade sazonal típicas dessas condições climáticas (diferencia marcado entre o inverno e verão). Por exemplo no Rio Grande do Sul, Rosito et al. (2000) descrevem como a variabilidade temporal nas pastagens nativas é influenciada pela variação climática afetando a distribuição de forragem ao longo do ano. Assim, plantas forrageiras respondem de maneira diferente ante condições de estresse: *Paspalum notatum* se mantém na área ao longo do ano (com exceção de eventos de estiagem a precipitação pluviométrica prolongada), já *Axonopus afinis* apresenta baixa tolerância a estiagem podendo reduzir a sua participação até 60% nestas condições.

Além de estimular o uso da diversidade nos pastos, nos últimos anos surgiram propostas de manejo dos ecossistemas pastoris considerando a ecofisiologia da planta (Da SILVA e NASCIMENTO JUNIOR, 2007) e a utilização racional de insumos no lugar das “receitas fixas” amplamente difundidas antigamente, as quais estabeleciam como planos de manejo o uso de dias de uso e descanso das pastagens como critério, sem considerar o estágio fenológico das plantas. Desde a ótica atual surgem variáveis que relacionam as características fisiológicas da planta com respostas produtivas mensuráveis pelo produtor como massa de forragem, altura do pasto e a infestação de invasoras (COOPER, 1983; LEMAIRE, 2001; LOPES, 2003; DA SILVA e NASCIMENTO JÚNIOR, 2007; MIQUELOTO et al., 2019), sendo que, altura do pasto é a variável mais mencionada pela sua alta relação com índice de área foliar e interceptação luminosa, praticidade, facilidade de assimilação e baixo custo de aquisição (CARNEVALLI, 2003; BARBOSA et al., 2007; PEDREIRA et al., 2007; VOLTOLINI, 2006; apud, CAVERNALLI, 2009). Nesse sentido, o estudo da morfofisiologia das plantas forrageiras e suas respostas a desfolhação é essencial.

## 2.2 DINÂMICA DO PERFILHAMENTO

As pastagens são formadas por uma comunidade de plantas onde cada indivíduo é chamado de perfilho, considerando-se a unidade de crescimento vegetativo e ou modular nas gramíneas (HODGSON, 1990). O mesmo autor sugere estudar os componentes do pasto além dos perfilhos individuais visando relacionar as estratégias de manejo das pastagens com a resposta das plantas forrageiras.

As plantas das gramíneas caracterizam-se por serem formadas por um agrupamento de perfilhos, onde estes surgem a partir da base de uma "planta mãe" (MATTHEW, 2002). Cada perfilho possui a mesma estrutura que seu predecessor, e, portanto, gemas axilares que dão origem a novos perfilhos repetem sucessivamente o processo. Este é um mecanismo eficaz para manter um determinado genótipo sob condições em que a reprodução sexual é um evento raro (LAMBERS et al., 2008).

Durante a etapa de crescimento vegetativo, as gramíneas estão submetidas a eventos de corte ou pastejo, resultando na remoção da biomassa aérea e subsequentemente rebrota uma nova folha do meristema terminal e do meristema dos perfilhos surgidos das gemas axilares. Todas essas estruturas permaneceram intactas após desfolha, garantindo a perenização (JEWISS, 1972).

Os perfilhos podem ser classificados em relação à localização da gema de crescimento em dois tipos: perfilhos basais que emergem da gema de crescimento localizada na base da coroa da planta e perfilhos laterais (também chamados de axilares) que se originam das gemas laterais (JEWISS, 1972). Jewiss (1972), considerou o estágio de desenvolvimento da planta, agrupou os perfilhos em vegetativos ou reprodutivos, onde os reprodutivos são caracterizados pela emissão da inflorescência. O perfilhamento é o processo de emissão de perfilhos, onde acontece a translocação de recursos entre esses, dando suporte aos perfilhos que crescem sob condições desfavoráveis (CHAPMAN et al., 1992).

O perfilhamento é a resposta da planta para perpetuar-se e está relacionado diretamente com a produção de forragem e refere-se à produção de perfilhos visíveis (JEWISS, 1972; CORSI, 1994; NELSON e ZARROUGH, 1981). Esse processo é influenciado pelo grau de dominância apical, que por sua vez é regulado por fatores hormonais, ambientais, genéticos e antrópicos.

A importância do perfilhamento está relacionada a duas funções: auxílio para o estabelecimento novas plantas e a regeneração do pasto após a remoção do meristema terminal decapitado ou pastejado durante o desenvolvimento da inflorescência (JEWIS, 1972; ONG et al., 1978).

Carnevalli (2009) observou inibição do perfilhamento em pastos que atingiram a altura ótima de crescimento por períodos prolongados ou que alcançaram o período reprodutivo, sendo esta resposta produto do mecanismo de compensação tamanho/densidade populacional de perfilhos descrito por Sbrissia et al. (2001), sendo que numa pastagem o aumento no tamanho individual do perfilho promove uma redução no número dos mesmos, afetando o total da população.

Da Silva e Nascimento Júnior (2007) associaram a população de perfilhos aos processos de morte e aparecimento demarcados dentro de um equilíbrio dinâmico, onde os perfilhos que morrem devem ser substituídos por novos perfilhos. Este processo é influenciado por fatores ambientais, próprios da planta (LAMBERS et al., 2008), hormonais (MCSTEEN, 2009) e de manejo (FIALHO et al., 2012).

## **2.2.1 Fatores que afetam o perfilhamento**

### **2.2.1.1 Luz**

Sheehy e Cooper (1973) e Cooper (1983) citados por Fagundes et al. (1999) mencionaram que a variável climática mais relevante para a produção é a quantidade de energia luminosa incidente, mas na maioria dos ecossistemas pastoris, eventos estressores de origem térmico, hídrico ou nutricional podem limitar o crescimento ou até mesmo a sobrevivência das plantas.

Na década 50 e 60 do século passado, Brougham em seus estudos com azevém perene (*Lolium perenne*) verificou que as taxas de acúmulo estavam relacionadas à área foliar e proporção da luz incidente que era interceptada pelo dossel (BROUGHAM, 1957; BROUGHM, 1962) e baseados nestas experiências, Parsons et al. (1988) demonstraram que em pastos submetidos a regimes de corte, o ponto ótimo para interromper o rebrote é aquele em que a taxa média de acúmulo de forragem seria máxima. O ponto ótimo de interceptação luminosa foi apresentado por Donald (1961), quando o dossel intercepta 95% da luz incidente

e as folhas inferiores passam a ser totalmente sombreadas, isto induz mudanças na atividade fotossintética, onde a folha passa de fonte de foto-assimilados para a condição de dreno.

Estudos mais recentes como o desenvolvido por Fontanelli et al. (2009) indicam que a produção de forragem está relacionada com a densidade de radiação solar e o processo de fotossíntese. Assim, nas folhas inferiores ou em condições de sombreamento, ocorre uma predominância de luz infravermelha sobre luz vermelha, catalisando o aparecimento da forma de fitocromo P660, que se refere ao pigmento proteico de ação reversível responsável pela percepção luminosa nos vegetais, provocando redução do perfilhamento.

Portanto, a redução da competição por luz é fundamental, já que em pastos que excedem as metas de altura por períodos prolongados de tempo haverá aumento no crescimento de colmos e na senescência de folhas, o que impactaria diretamente na qualidade da forragem (Da SILVA et al., 2009 e PEDREIRA, PEDREIRA e Da Silva., 2007). Outra estratégia para o manejo de pastagens é a utilização do índice de área foliar (SHEEHY e COOPER, 1973; CARNEVALLI et al., 1999; KORTE et al., 2011), embora possa apresentar limitações, como foi relatado por Fagundes et al. (1999, apud, BROWN e BLASER, 1968) principalmente por mudanças nas características fotossintéticas e na composição botânica do pasto.

Após a desfolha, o número e tamanho de perfilhos cresce até atingir o ponto onde a quantidade e qualidade de luz no interior do dossel é limitante, reduzindo o perfilhamento, por limitar a ativação das gemas axilares que, por sua vez, aumenta a taxa de mortalidade dos perfilhos menores e sombreados.

O crescimento das plantas também é afetado pela variação estacional (sazonalidade) da duração dos dias em diferentes latitudes. Muitas espécies forrageiras iniciam a fase reprodutiva pela mudança na duração do dia (WHITEMAN, 1980). Em climas temperados, a mudança na duração do dia coincide com a mudança de temperatura, sendo que muitas das espécies que florescem na primavera não são plantas de dias longos; portanto usam a temperatura como uma sugestão ambiental (LAMBERS et al., 2008).

Eagles e Wilson (1982) estudando plantas forrageiras (*Cynodon dactylon*, *Dactylis glomerata*, *Paspalum dilatatum*, *Lolium multiflorum* e *Lolium perenne*), demonstraram a relação entre a fotossíntese e a intensidade luminosa considerando os tipos de plantas e estabeleceram que as folhas das espécies C<sub>3</sub> saturam-se de luz em intensidades luminosas mais baixas do que as espécies C<sub>4</sub>, por outro lado, a temperatura ótima para fotossíntese em plantas C<sub>4</sub> é mais elevada do que em plantas C<sub>3</sub>.

### 2.2.1.2 Temperatura

Em condições ambientais ideais, ou seja, sem estresses nutricionais, de água, de radiação, o crescimento da planta é uma função do tempo térmico decorrido, uma vez que é a temperatura que regula a atividade meristemática (FONTANELLI, 2009). Outros fatores que incidem são o fotoperíodo (LEOPOLD, 1949) e a ação enzimática (LEOPOLD, 1949; LANGER, 1963; TAIZ e ZEIGER, 2004).

Devemos considerar que a influência da temperatura é distinta sobre o perfilhamento quando comparado ao surgimento de folhas novas, sendo que temperaturas elevadas não favorecem a emissão de perfilhos, provavelmente pelo aumento no consumo de carboidratos solúveis, enquanto as temperaturas baixas limitam o surgimento de folhas e gemas. Assim, a temperatura ótima para o perfilhamento em gramíneas é inferior ao correspondente ao surgimento de folhas (EHLERINGER, 1978). No caso das gramíneas das regiões de clima temperado a produção começa a ser limitada a partir de 25 °C para azevém perene e 30°C para festuca e dátilis (PUJOL, 2010).

Estudos realizados nos anos 60 e 70 do século passado observaram uma relação entre o aumento da temperatura e a taxa de aparecimento e crescimento de folhas (DAVIES e CALDER, 1969; IVORY e WHITEMAN, 1976). Existe um intervalo ótimo de temperatura para cada cultura, dentro do qual a planta pode expressar seu potencial e esta diretamente ligado ao ciclo fotossintético (RODRIGUES e RODRIGUES, 1987), podendo afetar o número de perfilhos, como foi observado por Deinum e Dirven (1976) que estudaram o efeito da temperatura diurna e noturna em *Brachiaria ruzziensis* e *Setaria sphacelata*, e observaram menores valores para as temperaturas mais elevadas (31/27°C).

Algumas espécies de regiões de clima temperado apresentam relação entre a variabilidade sazonal da temperatura e a floração. As mudanças fisiológicas desencadeadas pela exposição a baixas temperaturas são chamadas de vernalização (LAMBERS et al., 2008; HEIDE, 1994) e é uma estratégia evolutiva destas plantas para florescer durante a primavera (WOLLENBERG e AMASINO, 2012). Por exemplo, a subfamília Festucoideae apresenta requisitos de indução dupla para a floração, assim a etapa primária é devida ao efeito da baixa temperatura, podendo chegar até 20 semanas de duração, a etapa secundária requer a transição aos dias de longa duração e temperaturas moderadas (HEIDE, 1994).

### **2.2.1.3 Água**

O nível de humidade do solo interfere consideravelmente no crescimento das gramíneas, constituindo fator limitante da produção (VOLLAIRE et al., 1998; PUJOL, 2010), a necessidade de água está relacionada com características próprias da planta (Cruz et al 2002). O estresse hídrico é considerado um dos fatores que tem maior efeito sobre a fisiologia da planta já que limita a absorção e transporte de nutrientes (ARÁUJO FILHO e CARVALHO, 1997) além de inibir a fotossíntese durante períodos de estiagem, principalmente relacionada ao fechamento dos estômatos. Essa estratégia permite a redução da perda de H<sub>2</sub>O, provocando diminuição na concentração de CO<sub>2</sub> intracelular (LOPES, 2003).

A radiação solar, a temperatura, a umidade relativa do ar e velocidade do vento são fatores que afetam a perda de água pela planta. Lemaire (2001) indica que a absorção de carbono através das trocas gasosas é limitada pela deficiência hídrica. O déficit hídrico e os períodos de estiagem são cada vez mais frequentes, afetando a produção das pastagens (DIAS-FILHO e dos Santos, 2012). Mudanças na distribuição da precipitação pluviométrica afetam a produção de forragem e a taxa de lotação pela redução na taxa de expansão foliar, sendo esse efeito mais acentuado nas épocas promissórias de crescimento (CARNEVALLI, 2009). Assim, pastos nestas condições e com alturas próximas ao resíduo precisaram aumentar os dias de recuperação ou o retorno das condições de crescimento favoráveis para atingir novamente altura em pré-pastejo. Independentemente da via fotossintética (C<sub>3</sub> ou C<sub>4</sub>), as gramíneas potencializam a produção de fotoassimilados e o perfilhamento diante condições ambientais favoráveis como a precipitação pluviométrica e diminuem sob eventos de sombreamento, fogo ou estiagem (Da SILVA e KLINK, 2001). Nesse sentido, a literatura demonstra a redução do perfilhamento das gramíneas associado ao estresse hídrico (BROWN e BLASE, 1970) independentemente do grupo funcional independentemente do grupo funcional a que pertencem, observando maior redução nas espécies mais competidoras (NORRIS, 1982).

### **2.2.1.4 Hormônios**

Os mecanismos fisiológicos que controlam o perfilhamento em pastos submetidos a desfolha estão ligados ao meristema axilar e ao hormônio auxina. Assim, o movimento basípeto da auxina desde o ápice até a raiz suprime o crescimento das gemas axilares gerando a dominância apical. Outros hormônios do crescimento que promovem o desenvolvimento das gemas são a citocinina e estrigolactonas (McSTEEN, 2009; apud; GOMEZ e ROLDAN, 2008).

As citocininas são derivadas da base nitrogenada púrica adenina e induzem a divisão celular, sua biossíntese ocorre nos meristemas radiculares (MELO, 2002) e seu efeito no desenvolvimento das plantas está ligado ao da auxina (MILLER et al., 1955) considerando-se complementar. Assim, a atividade da auxina/citocinina pode explicar como a citocinina promove a proliferação de células indiferenciadas no meristema apical da parte aérea, enquanto a auxina atua na zona periférica para induzir diferenciação celular e ativação/crescimento de gemas axilares e outros órgãos (SCHALLER et al., 2015).

A auxina não atua diretamente sobre as gemas, sendo a estrigolactona responsável pela inibição do desenvolvimento das gemas. A estrigolactona é uma molécula de sinalização transmissível, que induzem espessamento secundário do caule e podem promover a formação de raízes laterais e pelos radiculares (SMITH, 2014, apud BREWER et al., 2013). Ademais, apresenta efeito negativo sobre o perfilhamento vinculado à supressão das gemas axilares como efeito antagônico a presença da citocinina (McSTEEN, 2009).

A influência das auxinas sobre o perfilhamento foi estudada por Yeh, Matches e Larsen (1976) em festuca, que observaram que a alocação deste fitohormônio variava em relação à temperatura. Assim, durante o início do verão a concentração na base do colmo inibe o perfilhamento na presença de altas temperaturas enquanto em baixas temperaturas a auxina acumula-se nas raízes favorecendo o perfilhamento.

#### **2.2.1.5 Nutrientes**

O crescimento das plantas também é controlado pelo acesso aos nutrientes, sendo que o nitrogênio é essencial para a manutenção da produtividade das gramíneas. Corsi (1994) ressalta a importância deste elemento na formação de cloroplastos e proteínas que participam na biossíntese de compostos da estrutura vegetal e, portanto, ligado ao crescimento da planta.

Werner (1986) liga-o ao tamanho das folhas, tamanho do colmo, formação e desenvolvimento dos perfilhos, estes últimos ligados à produção de massa seca e qualidade nutricional do pasto. Pedreira et. al (2001) ressalta a importância deste elemento sobre a surgimento de perfilhos. Quando esse elemento é deficiente o perfilhamento é inibido e, ao aumentar a oferta, há um acréscimo no número de perfilhos por planta. Em relação ao valor nutritivo (PB), Lupatini et al. (1998), descreveram que existe uma relação linear entre as doses de N e o teor de proteína bruta (PB), porém, é necessário que a umidade e outros nutrientes não sejam limitantes (WHITEHEAD, 1995).

### 2.3 PERENIZAÇÃO

A resistência ao pastejo refere-se à capacidade relativa das plantas a sobreviverem e crescerem em comunidades pastejadas (BRISKE, 1996) as quais são constantemente submetidas a eventos estressores e distúrbios. As gramíneas forrageiras utilizadas como pastagens conformam comunidades de plantas que devem garantir a produção de biomassa e a manutenção da composição florística ao longo do tempo (persistência). Em pastagens bem estabelecidas, Parsons e Chapman (2000) consideram que para manter o pasto estável e persistente, cada perfilho necessitaria formar somente outro durante seu tempo de vida, portanto, o perfilhamento torna-se um processo fundamental na manutenção da estabilidade da composição florística e perenização do pasto. O processo de perenização está ligado ao ciclo de crescimento de cada espécie (anuais ou perenes) com o fim de garantir a manutenção ao longo do tempo ((EHRLÉN e LEHTILA, 2002). Sob condições desfavoráveis a persistência pode verse prejudicada (GRIME, 1977) comprometendo a colonização dos espaços e permitindo a infestação de plantas invasoras. A intensidade destes eventos permitirá o desenvolvimento ou inibição das plantas, sendo que em ambientes com condições favoráveis (baixo eventos estressores ou distúrbios) espécies competidoras serão favorecidas e em ambientes pouco favoráveis (alto estresse e baixo distúrbio) espécies estresse-tolerantes conseguem se desenvolver. Assim, as espécies que conformam a comunidade de plantas devem estar adaptadas as condições da região e aos eventos estressores (luz, água, temperatura e nutrientes) quanto aos distúrbios (fogo, geada, estiagem, doenças e desfolha).

Nesse sentido, a temperatura tem o maior impacto sobre o crescimento. Nagelmüller et al. (2016) estudando a amplitude térmica sobre o alongamento de folha em gramíneas de clima temperado encontraram taxas baixas em temperaturas inferiores a 0°C e aumentos significativos acima de 5°C. Gramíneas estivais tais como capim-quicuiu reduzem ao mínimo seu crescimento em temperaturas inferiores a 8°C (MEARS, 1970). Resposta similar foi achado em gramíneas hibernais por Peacock (1970) que observou diminuição na taxa de alongamento foliar em temperaturas em torno a 0 e 4°C (PEACOCK, 1976).

Entre as estratégias de resistência adotada pelas plantas encontra-se a dormência, entendendo-se como a resposta adaptativa das plantas desenvolvida para sobreviver nas épocas quando as condições ambientais são mais estressantes (VEGIS, 1964). Esse autor observou esta resposta em plantas hibernais e estivais, esses últimos incluem espécies das famílias *Alliaceae*, *Orchidaceae*, *Poaceae* e *Liliaceae*. Espécies da família *Poaceae* como *Festuca rubra* utilizam a dormência para resistir a severos períodos de déficit hídrico (VOLLAIRE et al., 2009). Nesses

cenários a produção de forragem é condicionada pelo ambiente, assim, a flutuação na distribuição ao longo do ano é afetada principalmente pela precipitação pluviométrica nas regiões tropicais e subtropicais (COOPER, 1970).

O efeito da sazonalidade sobre o crescimento e produção de forragem nas gramíneas está ligado as características diversas de cada grupo funcional. Esse sistema de classificação pode estar relacionado a sua fisiologia (C<sub>3</sub> ou C<sub>4</sub>) ou à estratégia de captação de recursos. Desta forma, considerando a habilidade de uma planta em adquirir recursos em um sistema pastoril, Cruz et al. (2002) propõe uma classificação que permite diferenciar as espécies como competidoras ou conservadoras. Autores como Ewell e Mazzarino (2008) consideram a compatibilidade de espécies para a implementação de pastos, levando a consideração a arquitetura, fenologia e uso de recursos das plantas que compunham a mistura.

A ação antrópica também influencia a manutenção da comunidade de plantas, assim, a implementação de práticas que garantam desfolhas frequentes e lenientes favorecem a persistência de diversas espécies que compõem a pastagem (TALLOWIN et al., 2007; DUCHINI et al., 2019), visando maximizar a captura de recursos e recuperação da área foliar após o consumo animal.

Em sistemas que utilizam o método de lotação intermitente com períodos variáveis de utilização, o período de ocupação e descanso dos piquetes é definido com base em metas de alturas em pré e pós-pastejo, portanto, a frequência de desfolha será definida pela disponibilidade de fatores de crescimento. Sbrissia et al. (2010) estudando o efeito de quatro intensidades de desfolha em pastos de *Brachiaria brizantha* encontrou que a baixa população de perfilhos nem sempre é indicativo de instabilidade do pasto e baixa produção de forragem, mas as desfolhas severas (10 cm) podem sim prejudicar a persistência desta espécie.

## 2.4 ESPÉCIES

### 2.4.1 Festuca (*Festuca arundinacea* Schreb.)

A *Festuca arundinacea* é uma espécie nativa da Europa e norte da África, vegeta em regiões com precipitação pluviométrica em uma amplitude de 500–2000 mm (GIBSON e NEWMAN, 2001) e considera-se composta pelos morfotipos Mediterraneo, Continental e Rizomatoso (HAND et al., 2010). É um gramínea de ciclo de vida perene, de ciclo fotossintético

C<sub>3</sub>, com hábito de crescimento ereto, possui raízes fibrosas e profundas podendo atingir até 1m, com rizomas curtos e sem estolões, cujo colmo pode atingir de 0,60 a 1,20 m (FONTANELLI et al., 2009).

Apresenta crescimento durante todo o ano, o qual é mais limitado pelo deficit hídrico do que temperatura (FONTANELLI et al., 2009), apresentando crescimento ótimo em temperaturas próximas a 25°C (ROBSON, 1972). Quando as folhas atingem a maturidade, tornam-se rígidas e agudas, o que diminui sua aceitação pelo gado (LÓPEZ, 1996).

A produção de forragem ocorre em dois picos, sendo o principal na primavera e o menor no outono (FONTANELLI et al., 2009), podendo se equiparar ou até superar a espécie com maior potencial de captação de recursos (*Dactylis glomerata* e *Arrhenatherum elatius*) como foi observado por Duchini et al. (2019).

O valor nutritivo da festuca é alterado pelo estado fenológico e pela frequência/severidade na desfolha e de forma secundária por fatores de crescimento tais como temperatura, disponibilidade de água e nutrientes (COLLINS e FRITZ, 2003). Assim, estudos realizados nesta planta demonstram variação no teor de proteína bruta (PB) quando cultivadas em clima CFa apresenta menores teores de que quando cultivada em clima CFb (HANISCH e GISLON, 2010).

O potencial de festuca para compor pastagens misturados de plantas hibernais e estacionais é demonstrado por vários autores (FONTANELLI et al., 2009; HOVELAND et al., 1997; MIQUELOTO et al., 2019; DUCHINI et al., 2019), os quais, de modo geral, encontraram que em ambientes férteis a competição por luz e severidade de desfolhação promovem mudanças na composição botânica e crescimento da mistura. Devido à sua simbiósis com o fungo endófitico, a festuca pode modificar a preferencia dos animais em pastos misturados submetidos a lotação intermitente como foi observado por Hoveland et al. (1997). Este fato pode ser devido a produção de metabólitos secundários por parte do fungo chamado de ergovalinas, alterando os indicadores zootecnicos como ganho de peso no animal (MORGAN, BENDING e WHITE, 2005).

#### 2.4.2 Capim-quicuiu (*Pennisetum clandestinum* Hochst. ex. Chiov)

O capim-quicuiu é uma gramínea perene de verão ou estival, possui hábito de crescimento estolonífero e rizomatoso, originária de regiões com solos férteis de origem vulcânica no centro e leste da África, de 1.000 a 3.000 m de altitude em latitudes de 0 a 35° S e naturalizado entre as latitudes de 25 e 30°S ao nível do mar (FONTANELLI et al., 2009).

SEMMELMANN (2007) relata que na região sul e região central do Brasil encontra-se de forma espontânea em proximidades dos currais e piquetes de pouso; devido a sua forma de crescimento, estolões na superfície e rizomas abaixo do solo, suportando os danos causados pelo pisoteio dos animais (GARCIA et al., 2014). MITIDIERI (1983) observou adaptabilidade a qualquer tipo de solo, sendo que em ambientes férteis e clima seco pode atingir até 1,20 m de altura e em solos pobres não ultrapassa de 40 a 60 cm; responde bem a utilização de adubos (MILES, 1997), principalmente nitrogênio (MARAIS, 1990; MILES, 1997) apresentando variabilidade na absorção em função da temperatura (COLMAN e O'NEILL, 2009).

Em pastos bem estabelecidos de capim-quicuiu o potencial de produção de matéria seca pode atingir até 28 t.ha<sup>-1</sup>.ano (GHEBIN et al., 2007), valores mais moderados (em média 13,6 t.ha<sup>-1</sup>.ano) foram observados por Pearson et al. (1985) apresentando distribuição sazonal e de forma mais ativa durante o verão e outono (COOK e MULDER 1984).

Esta espécie é conhecida por seu alto potencial de rendimento e resistência, porém apresenta dormência durante o inverno (LOWE et al. 2011) e menor valor nutritivo comparado com outras gramíneas perenes (MARAIS, 2001; FULKERSON e LOWE, 2003), motivo pelo qual seu uso em pastos misturados com leguminosas ou gramíneas permite melhorar a qualidade nutritiva (SINCLAIR e BEALE, 2010). Entre essas espécies promissórias para estabelecer consórcios temos a festuca, assim, Fontanelli et al. (2009) relata que o crescimento do capim-quicuiu entre 5 e 25 °C é semelhante ao da festuca, o que facilitaria a implantação de pastos associados, mas é preciso tomar em consideração o crescimento dominante desta planta (GARCIA et al., 2014).

### **3 HIPÓTESES**

O rebaixamento primaveril em pastos formados pela associação de capim-quicuiu e festuca aumenta o perfilhamento de capim-quicuiu no verão, sem alterar a dinâmica de perfilhamento da festuca no inverno, independente da meta de manejo em pré-pastejo utilizada (15 ou 20 cm).

## **4 OBJETIVO**

### 4.1 Geral

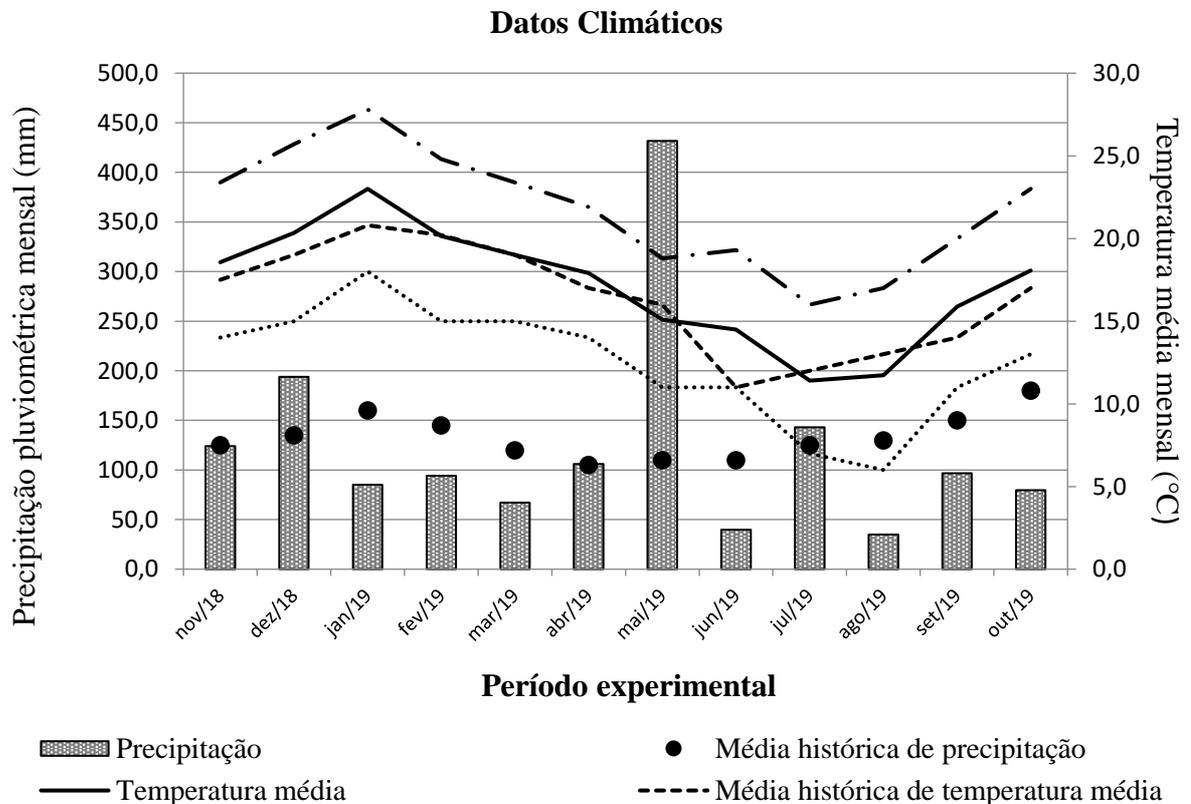
Determinar uma estratégia de manejo para pastos formados pela mistura de capim-quicuiu e festuca que permita a melhor coexistência, persistência e diminuição dos vazios forrageiros. entre ambas espécies.

## 5 MATERIAL E MÉTODOS

### 5.1 LOCAL DO EXPERIMENTO

O experimento foi conduzido no Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV) da Universidade do Estado de Santa Catarina em Lages, Santa Catarina, Brasil, localizado nas coordenadas geográficas 27° 48' 58" latitude sul e 50° 19' 34" longitude oeste e situado a 930 metros acima do nível do mar, com clima do Cfb (clima subtropical, sem estação seca definida e com verões amenos) (ALVARES et al., 2013) durante o período de novembro de 2018 a novembro de 2019. Os dados climáticos referentes ao período experimental e as médias históricas estão apresentados na Figura 1. Durante o período experimental foram contabilizadas um total de sete geadas, ocorridas entre quatro de julho e quatro de agosto de 2019.

Figura 1: Precipitação pluviométrica e temperatura média (mensais e históricas de 85 anos) da cidade de Lages, Santa Catarina, Brasil.



Fonte: Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina, Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina CIRAM/EPAGRI.

O experimento foi implantado em solo classificado como Cambissolo Húmico Alumínico Típico (EMBRAPA, 2006), que apresentava na camada 0 a 20 cm de profundidade as seguintes características: pH: 5,8; M.O: 3%; Ca: 7,6 cmolc.dm<sup>-3</sup> ; Mg: 4,54 cmolc.dm<sup>-3</sup> ; H+Al: 6,90 cmolc.dm<sup>-3</sup> ; P: 6,7 mg.dm<sup>-3</sup> ; K: 64 mg.dm<sup>-3</sup> ; Argila: 42%; CTC em pH 7,0: 19,23 cmolc.dm<sup>-3</sup> e Saturação por bases: 64,14%.

A área a ser utilizada já dispõe da mistura desde o ano de 2015, sendo realizadas avaliações experimentais periódicas. No ano 2014, o capim-festuca (*Festuca arundinacea* Schreb.) foi sobressemeada (na densidade de 15 kg. ha<sup>-1</sup> de sementes puras e espaçamento entre linhas de 15 cm.) em uma pastagem de capim-quicuiu (*Pennisetum clandestinum* Hochst. ex Chiov) já implantada e estabelecida na área desde a década de 90. Durante os seguintes três anos, os pastos foram manejados em diferentes alturas e em novembro de 2017 foram estabelecidos os tratamentos e manejados durante um ano, até o início das avaliações.

Para a implementação dos tratamentos, não foram efetuadas adubações de correção de acidez e fertilidade do solo, sendo feito apenas adubações nitrogenadas que totalizaram 360 kg de N ha<sup>-1</sup> por ano. A adubação nitrogenada foi aplicada a cada 60 dias durante o período experimental, em doses de 60 kg N ha<sup>-1</sup>. O início do plano de adubação foi em 20 de novembro de 2017, em condição de estrutura do dossel em pós-pastejo.

## 5.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

O experimento foi conduzido em blocos completos casualizados, em arranjo fatorial 2 x 2 com três repetições, totalizando uma área de 1680 m<sup>2</sup> dividida em 12 unidades experimentais (piquetes) com área individual de 140 m<sup>2</sup>. Os pastos foram manejados sob lotação intermitente, utilizando novilhas leiteiras pertencentes ao plantel do CAV/UEDESC da raça holandesa com peso vivo médio de 430 kg. Os animais foram alocados em cada piquete e retirados quando as alturas de resíduo foram alcançadas (uso animal aprovado pela comissão de ética 41 no uso de animais sob protocolo de n° 6241030918). Foram adotadas duas alturas de manejo em pré-pastejo submetidos a uma severidade de desfolha de 40% (fator A): 15 e 20 cm de altura média do dossel e, portanto, 9 e 12 cm de altura em pós-pastejo ou resíduo, respectivamente. O fator B refere-se a rebaixamentos pontuais, com maior severidade de desfolha, realizados em meados da primavera, no mês de novembro, resultando em um resíduo

de seis cm. Para isto, os animais foram alocados nos piquetes até atingir a altura meta (2 dias) e posteriormente foi utilizada roçadeira costal para homogeneização da altura residual. Após o rebaixamento, os pastos retornaram ao manejo com 40% de severidade de desfolha, ou seja, com resíduos de 9 e 12 cm de altura; de modo que o arranjo fatorial consistiu em duas alturas em pré-pastejo (15 e 20 cm) associadas ou não com um manejo de primavera (resíduo de 6 cm).

A altura das unidades experimentais foi monitorada regularmente com o auxílio de uma régua graduada, registrando-se a altura de 30 pontos dentro de cada piquete. O controle de alturas foi realizado periodicamente a fim de assegurar as metas de manejo. Não foi permitido exceder a altura média dos pastos a margem de 10% dos respectivos valores dos tratamentos em pré-pastejo, exceto para as situações particulares de rebaixamentos primaveris.

### **5.3 MEDIDAS NA PASTAGEM**

As avaliações eram realizadas sempre que os pastos alcançavam a meta de altura em pré-pastejo, sendo coletadas três amostras aleatórias no nível do solo por unidade experimental que possuíam a altura média do piquete, com área individual de 0,24 m<sup>2</sup> (80 x 30 cm). Toda a massa de forragem contida dentro de cada quadro foi cortada e colocada individualmente em sacos plásticos identificados e levados ao laboratório, onde realizou-se a separação botânica das espécies (festuca, capim-quicuiu e plantas invasoras) e, posteriormente, a contagem da densidade populacional de perfilhos (DPP) de cada espécie que compunha a mistura (festuca e capim-quicuiu). A DPP total do pasto foi determinada a partir da soma das DPPs das duas espécies, e ambas foram estimadas para hectare.

O índice de área foliar (IAF) do pasto foi calculado a partir das lâminas foliares dos perfilhos contidos em cada uma das três amostras aleatórias. Para isso, após a contagem dos perfilhos, todas as folhas eram separadas e passadas em um integrador de área foliar (modelo LI-3100C, Li-Cor, Lincoln, Nebraska, EUA) para determinação da área total de folhas de cada espécie. Logo a área total de folhas de cada espécie era dividida pela área do quadro (2400 cm<sup>2</sup>), assim obtinha-se o IAF, somando-se os valores de IAF de cada espécie obteve-se o IAF do pasto. Posteriormente, as folhas e os colmos desses perfilhos eram secos em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C durante 72 horas (ou até atingir peso constante) para determinação do peso seco de cada componente.

A massa de forragem de cada espécie foi estimada a partir da soma dos componentes folha e colmo de cada espécie presentes em cada uma das três amostras e calculadas em kg MS ha<sup>-1</sup>. A massa de forragem do pasto foi estimada a partir da soma das massas de forragem de capim-festuca e capim-quicuiu.

### **5.3.1 Dinâmica do perfilhamento**

A dinâmica populacional de perfilhos foi avaliada com o uso de dois anéis de 20 cm de diâmetro (área de 0,0314 m<sup>2</sup>) alocados em cada unidade experimental, para estabelecer a ubiquação dos anéis foi realizada a demografia inicial presente na mistura e foram selecionadas duas áreas representativas. Mensalmente procedia-se a contagem e marcação dos perfilhos de cada espécie presente dentro dos anéis, independentemente do manejo em pré ou pós-pastejo. Na primeira avaliação (novembro de 2018) foram marcados todos os perfilhos presentes no interior de cada anel, chamada “geração zero”. Após 30 dias, retornamos ao campo para contar os perfilhos que ainda estavam vivos (denominados de perfilhos sobreviventes) e posteriormente, marcou-se os novos perfilhos que surgiram durante este período, chamados de “primeira geração”. No mês seguinte, realizou-se o mesmo procedimento de contagem dos perfilhos sobreviventes de cada geração e marcação dos novos perfilhos surgidos durante esse novo período. Assim, a avaliação persistiu durante todo o período experimental (novembro de 2018 a novembro de 2019). Para diferenciar as gerações, utilizou-se marcações de cores e/ou formatos diferentes.

A partir das informações coletadas pelo perfilhamento pode-se calcular a taxa de sobrevivência (TSP) de perfilhos de festuca, capim-quicuiu e da mistura (festuca + capim-quicuiu) e calcular ainda o número de perfilhos surgidos por época para cada espécie (PSE). A TSP foi obtida a partir da divisão do número total de perfilhos em um determinado momento (excluídos os perfilhos surgidos nesse período) pelo número total de perfilhos vivos contabilizados na avaliação anterior, utilizando a técnica de Bircham e Hodgson (1983). Já a variável PSE representa a proporção de perfilhos emitidos em cada época para cada espécie e da mistura, durante o período experimental e foi obtida através da média dos perfilhos surgidos em cada unidade experimental (dois anéis de perfilhamento) para cada tratamento.

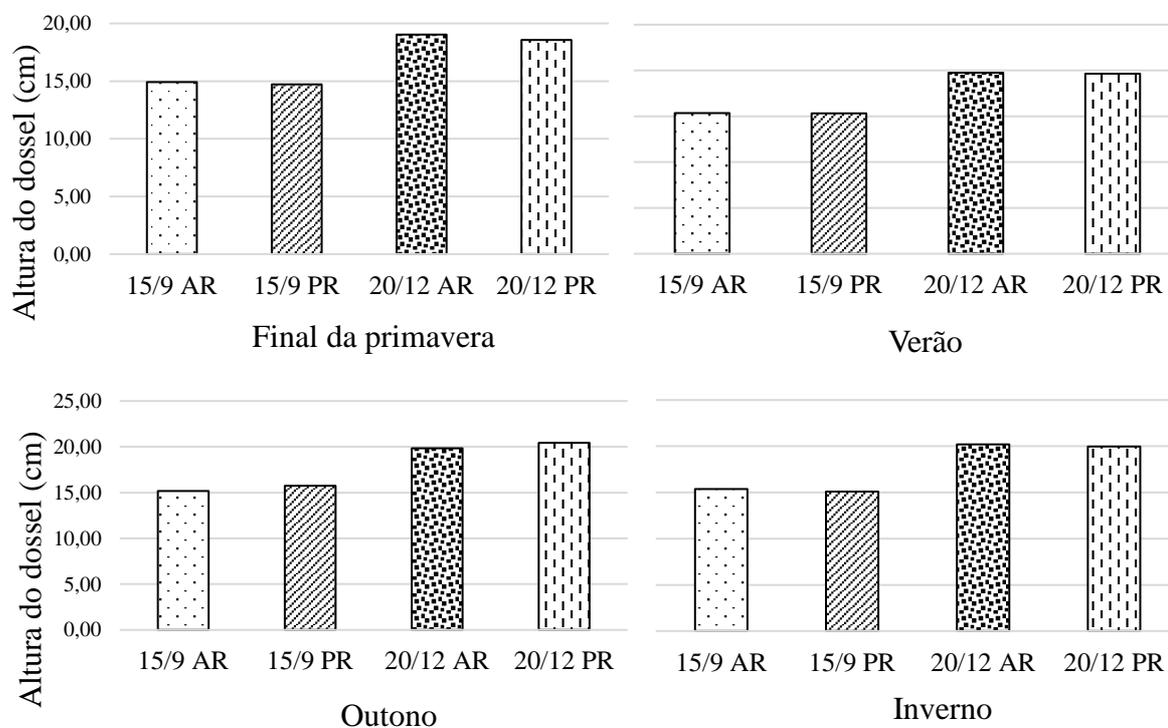
## 5.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A fim de permitir comparações entre os tratamentos em um mesmo momento, os dados foram agrupados em quatro épocas de crescimento, já que as avaliações da MF, não ocorreram com a mesma frequência para todos os tratamentos. A época final da primavera foi composta pelos meses de novembro e dezembro do ano de 2018; verão por janeiro, fevereiro e março; outono por abril, maio e junho e o inverno/primavera foi composta por julho, agosto, setembro, outubro e novembro do ano 2019. Os meses de julho até novembro foram agrupados na época inverno/primavera porque foram observadas respostas similares no pasto durante todo o período. Assim agrupados, os dados foram submetidos à análise de variância pelo procedimento MIXED (modelos mistos) do pacote estatístico SAS® (Statistical Analysis system), versão 10.0 (SAS Institute, Cary, NC, USA). Para a escolha da matriz de covariância que melhor se ajustasse aos conjuntos de dados foi utilizado o Critério de Informação de Akaike (AIC) (WOLFINGER, 1993). Foram utilizados nos modelos os efeitos de altura em pré-pastejo, manejo primaveril, bloco, corte, estação do ano e as interações altura\*manejo primaveril, épocas do ano\*manejo primaveril e altura\*estação do ano, considerando os cortes e contagem de perfilhos?? como medidas repetidas no tempo. As médias foram estimadas pelo LSMEANS e comparadas pelo teste de Tukey com probabilidade de 5%.

## 6 RESULTADOS

As alturas de 15 ou 20 cm em pré-pastejo ficaram dentro das metas estabelecidas ao longo do período experimental (Figura 2).

Figura 2: Média das alturas em pré-pastejo em pastos de festuca e capim-quicuiu cultivados em mistura, submetidos a lotação intermitente, com duas alturas de manejo em pré-pastejo (15 e 20 cm) e duas estratégias de manejo primaveril (rebaixamento ou não dos pastos).



AR: ausência de rebaixamento primaveril, PR: presença de rebaixamento primaveril, PR: Rebaixamento primaveril.

Fonte: Elaborado pela autora, 2020.

### 6.1 CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS DO PASTO

Para a DPP de festuca observou-se os menores valores no verão e outono (em média, 380 perfilhos.m<sup>2</sup>) e representam uma diminuição de 178% da população de perfilhos quando comparado com a época final da primavera. Para a DPP de capim-quicuiu, houve efeito de

época do ano, sendo os maiores valores observados no outono. Houve um incremento de 87% no número de perfilhos nesta época quando comparado com as estações final da primavera e verão ( $P < 0,0001$ , Tabela 1). Neste sentido, os maiores valores observados sobre a DPP da mistura coincidem com os picos das espécies participantes: festuca no inverno e capim-quicuiu no outono, onde o maior valor observado ao longo do ano sobre a DPP da mistura foi observado no outono e inverno/início da primavera ( $P = 0,0013$ , Tabela 1). Não houve interação entre altura de pré-pastejo, época do ano e rebaixamento primaveril ( $P > 0,05$ ).

Tabela 1: Densidade populacional de perfilhos (DPP; perfilhos.m<sup>-2</sup>), massa de forragem (MF; kg de MS ha<sup>-1</sup>), Índice de área foliar (IAF), participação na massa de forragem (PMF; %), perfilhos surgidos por época (PSE; perfilhos.m<sup>2</sup>) em pastos de festuca e capim-quicuiu em diferentes épocas do ano.

Variável	Época do ano				EPM*
	Final prim.	Verão	Outono	Inverno/ prim.	
DPP Festuca	1058 <sup>B</sup>	359 <sup>C</sup>	401 <sup>C</sup>	1418 <sup>A</sup>	67,9
DPP Quicuiu	853 <sup>C</sup>	1621 <sup>B</sup>	2317 <sup>A</sup>	900 <sup>C</sup>	144,6
DPP Mistura	1913 <sup>C</sup>	2080 <sup>BC</sup>	2738 <sup>A</sup>	2387 <sup>AB</sup>	149,5
MF Quicuiu	675 <sup>B</sup>	1695 <sup>A</sup>	1648 <sup>A</sup>	680 <sup>B</sup>	86,4
MF Mistura	2287 <sup>AB</sup>	2495 <sup>A</sup>	2156 <sup>B</sup>	2129 <sup>B</sup>	82
IAF Quicuiu	0,61 <sup>B</sup>	1,42 <sup>A</sup>	1,60 <sup>A</sup>	0,86 <sup>B</sup>	0,061
IAF Mistura	2,67 <sup>AB</sup>	2,28 <sup>B</sup>	2,26 <sup>B</sup>	2,76 <sup>A</sup>	0,143
PMF Festuca	70,2 <sup>A</sup>	35,4 <sup>C</sup>	23,9 <sup>D</sup>	61,5 <sup>B</sup>	0,02
PMF Quicuiu	19,1 <sup>C</sup>	48,3 <sup>B</sup>	56,2 <sup>A</sup>	22,9 <sup>C</sup>	0,02
PMF Invasoras	0,87 <sup>B</sup>	2,30 <sup>A</sup>	2,01 <sup>A</sup>	1,56 <sup>A</sup>	0,002
PSE Festuca	190 <sup>B</sup>	110 <sup>C</sup>	97 <sup>D</sup>	471 <sup>A</sup>	105,2
PSE Quicuiu	977 <sup>A</sup>	1027 <sup>A</sup>	1030 <sup>A</sup>	633 <sup>B</sup>	115,7

Valores seguidos pela mesma letra maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si ( $P > 0,05$ ). \* Erro padrão da média. Prim.: primavera.

Fonte: elaborado pelo autor, 2020.

Com relação à massa de forragem, o capim-quicuiu apresentou distribuição sazonal sendo observado os maiores valores durante o verão e o outono (em média, 1672 kg de MS ha<sup>-1</sup>, Tabela 1). Houve variação na massa de forragem da festuca em função de uma interação entre a altura em pré-pastejo e a época do ano ( $P = 0,0001$ , Tabela 3). Assim, a massa de forragem da festuca foi 22% superior na altura de manejo 20 cm ao longo do período experimental, sendo que o outono foi a época com menor valor de massa tanto na altura 20 cm quanto 15 cm. Para a massa de forragem total da mistura houve efeito da época ( $P < 0,0001$ , Tabela 1) com maior valor observado no verão, e do manejo primaveril ( $P = 0,0301$ , Tabela 2)

onde pastos que não foram submetidos ao rebaixamento apresentaram 8,5% maior valor de massa de forragem de festuca.

A época do ano teve efeito sobre a participação na massa de forragem para capim-quicuiu e festuca ( $P < 0,0001$ , Tabela 1). O capim-quicuiu no outono apresentou um incremento de 16% de participação na massa de forragem quando comparada com o verão e um incremento de 168% quando comparada com a média das estações final da primavera e inverno. A participação na massa de forragem de festuca esteve influenciada pela época do ano ( $P < 0,0001$ , Tabela 1), assim, durante o verão e o outono observou-se diminuição de 59% da participação de festuca quando comparado com o início do experimento (final da primavera), posteriormente, no inverno, essa participação aumentou chegando a ser apenas 14% inferior quando comparado com a participação no final da primavera.

Tabela 2: Massa de forragem (MF; kg de MS ha<sup>-1</sup>) de festuca e da mistura de festuca e capim-quicuiu, submetidos à lotação intermitente com duas estratégias de manejo primaveril (rebaixamento ou não dos pastos).

Variável	Rebaixamento primaveril		
	PR*	AR**	EPM***
MF Festuca	1010 <sup>B</sup>	1186 <sup>A</sup>	66,8
MF Mistura	2174 <sup>B</sup>	2359 <sup>A</sup>	59,3

Valores seguidos pela mesma letra maiúscula na coluna e na linha não diferem estatisticamente entre si ( $P > 0,05$ ).

\* Presença do rebaixamento primaveril. \*\* Ausência do rebaixamento primaveril. \*\*\* Erro padrão da média.

Fonte: elaborado pelo autor, 2020.

Outro fator que alterou a participação de festuca na massa de forragem foi a altura em pré-pastejou ( $P < 0,0001$ , Tabela 4) sendo que pastos manejados a 20 cm apresentaram maior participação ao comparar com aqueles manejados a 15 cm. Houve efeito de época do ano sobre o IAF de capim-quicuiu e mistura ( $P < 0,0001$ , Tabela 1). No caso de capim-quicuiu, os maiores valores observados para IAF foram durante o verão e outono (em média 1,51, sendo similares e equivalentes entre si).

Tabela 3: Massa de forragem (MF; kg de MS ha<sup>-1</sup>) de festuca ao longo do ano em pastos de festuca e capim-quicuiu cultivados em mistura, submetidos à lotação intermitente, com duas alturas de manejo em pré-pastejo (15 e 20 cm).

Época do ano	Altura (cm)		EPM*	Média
	15	20		
Final da primavera	1556 <sup>Aa</sup>	1668 <sup>Aa</sup>	155,6	1612
Verão	607 <sup>Cb</sup>	1000 <sup>Ba</sup>	118,9	803,5
Outono	388 <sup>Db</sup>	630 <sup>Ca</sup>	125,4	509
Inverno/ primavera	1403 <sup>Bb</sup>	1533 <sup>Aa</sup>	120,9	1468
Média	989	1208		
EPM*	130,6	129,8		

Valores seguidos pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si (P>0,05). \*Erro padrão da média.

Fonte: elaborado pelo autor, 2020.

497,5 815

O IAF da mistura apresentou uma resposta contrária ao capim-quicuiu no verão e outono, sendo observado o maior valor durante o inverno, embora também fosse detectado efeito de altura de manejo sobre essa variável (P <0,0001, Tabela 4), onde pastos manejados a 20 cm em pré-pastejo apresentaram maior valor do IAF na mistura quando comparados com aqueles manejados a 15 cm.

Tabela 4: Densidade populacional de perfilhos (DPP; perfilhos.m<sup>-2</sup>), índice de área foliar (IAF), Participação na massa de forragem (PMF; %), perfilhos surgidos por estação (PSE, perfilhos.m<sup>-2</sup>) em pastos de festuca e capim-quicuiu cultivados em mistura, submetidos à lotação intermitente, com duas alturas de manejo em pré-pastejo (15 e 20 cm) ao longo do ano.

Variável	Altura		EPM*
	15 cm	20 cm	
DPP Quicuiu	1573 <sup>A</sup>	1274 <sup>B</sup>	104,6
IAF Festuca	1,24 <sup>B</sup>	1,47 <sup>A</sup>	0,081
IAF Mistura	2,35 <sup>B</sup>	2,66 <sup>A</sup>	0,103
PMF Festuca	42,3 <sup>B</sup>	53,2 <sup>A</sup>	0,02
PSE Festuca	251 <sup>A</sup>	182 <sup>B</sup>	55,67
PSE Mistura	1316 <sup>B</sup>	1534 <sup>A</sup>	119,2

Valores seguidos pela mesma letra maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si (P>0,05). \* Erro padrão da média.

Fonte: elaborado pelo autor, 2020.

O rebaixamento primaveril não apresentou efeito sobre o aparecimento de perfilhos para nenhuma das espécies, porém houve efeito de época do ano para essa variável para o capim-quicuiu e festuca ( $P < 0,0001$ , Tabela 1). No caso de capim-quicuiu, observou-se diminuição de 37% no número de perfilhos durante o inverno quando comparado com a média do número de perfilhos surgidos nas outras estações do ano. Também se detectou variabilidade em função de uma interação entre a altura em pré-pastejo e o manejo primaveril ( $P = 0,0184$ , Tabela 5). Assim, durante todo período experimental, os pastos manejados a 15 cm de altura e que não foram submetidos ao rebaixamento primaveril apresentaram um aumento de 63% no número de perfilhos de capim-quicuiu surgidos quando comparado aos outros tratamentos. Já para festuca independentemente da altura de manejo em pré-pastejo ou do rebaixamento primaveril observou-se uma resposta contrária, assim, durante o inverno o número de perfilhos surgidos aumentou em 257% quando comparado com a média das épocas anteriores.

Tabela 5: Perfilhos surgidos (PSE; perfilhos.  $m^{-2}$ ) de capim-quicuiu ao longo do ano em pastos de festuca e capim-quicuiu cultivados em mistura, submetidos à lotação intermitente, com duas alturas de manejo em pré-pastejo (15 e 20 cm), com rebaixamento ou não na primavera...

Manejo primaveril	Altura (cm)		EPM***	Média
	15	20		
AR	1331 <sup>Aa</sup>	682 <sup>Ba</sup>	165,8	1046
PR	769 <sup>Ab</sup>	1007 <sup>Aa</sup>	141,6	878
EPM***	155,1	153		
Média	1050	845		

Valores seguidos pela mesma letra maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si ( $P > 0,05$ ). \* Erro padrão da média.

Fonte: elaborado pelo autor, 2020.

## 6.2 DINÂMICA DO PERFILHAMENTO

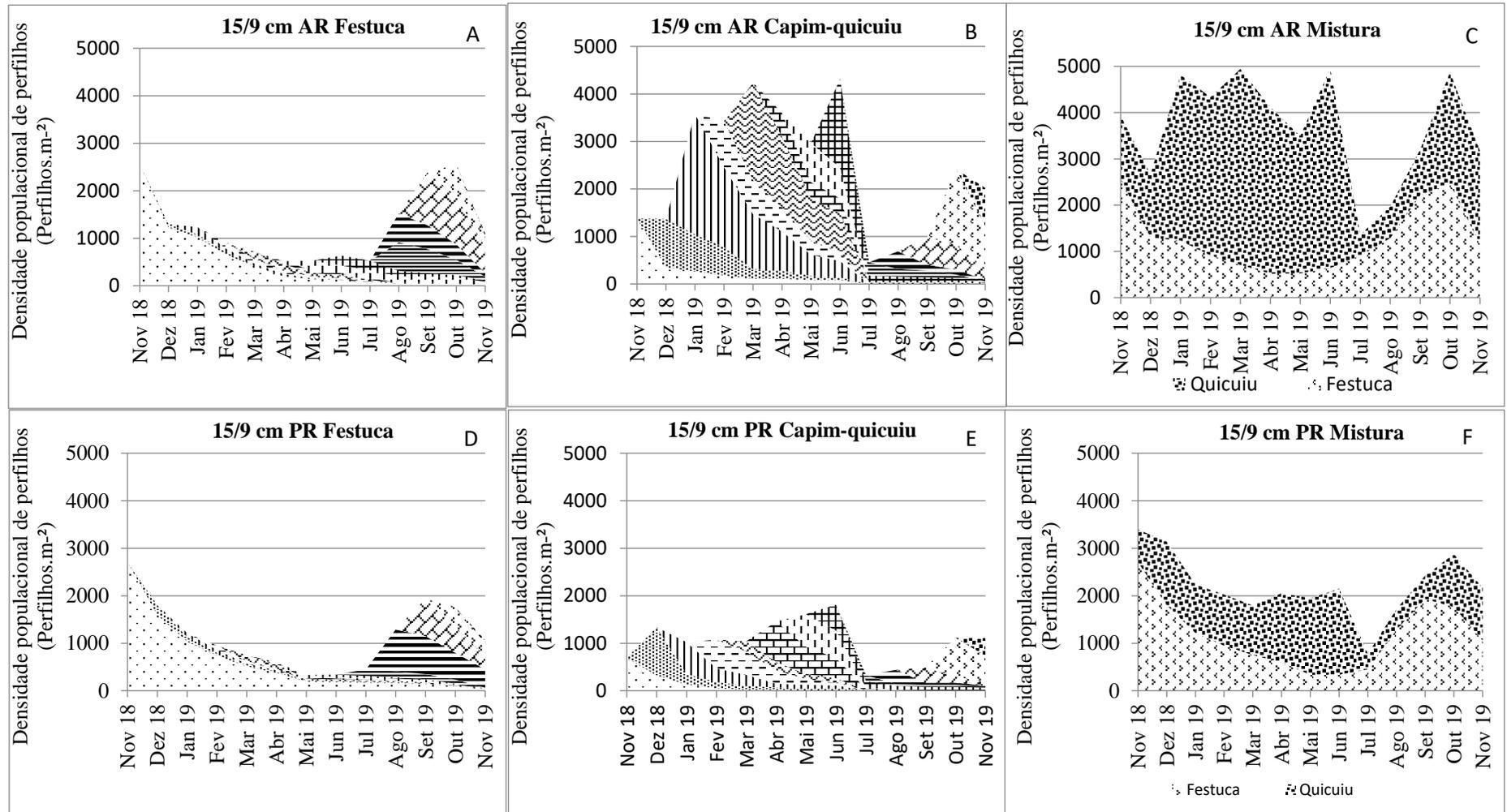
A partir da contagem dos perfilhos sobreviventes e surgidos, mensalmente e ao longo de todo período experimental geraram-se os padrões demográficos do perfilhamento (Figura 3). As figuras 3A a 3L mostram a resposta dos perfilhos de festuca, capim-quicuiu e da mistura das duas espécies para cada tratamento (altura de manejo em pré-pastejo e rebaixamento primaveril).

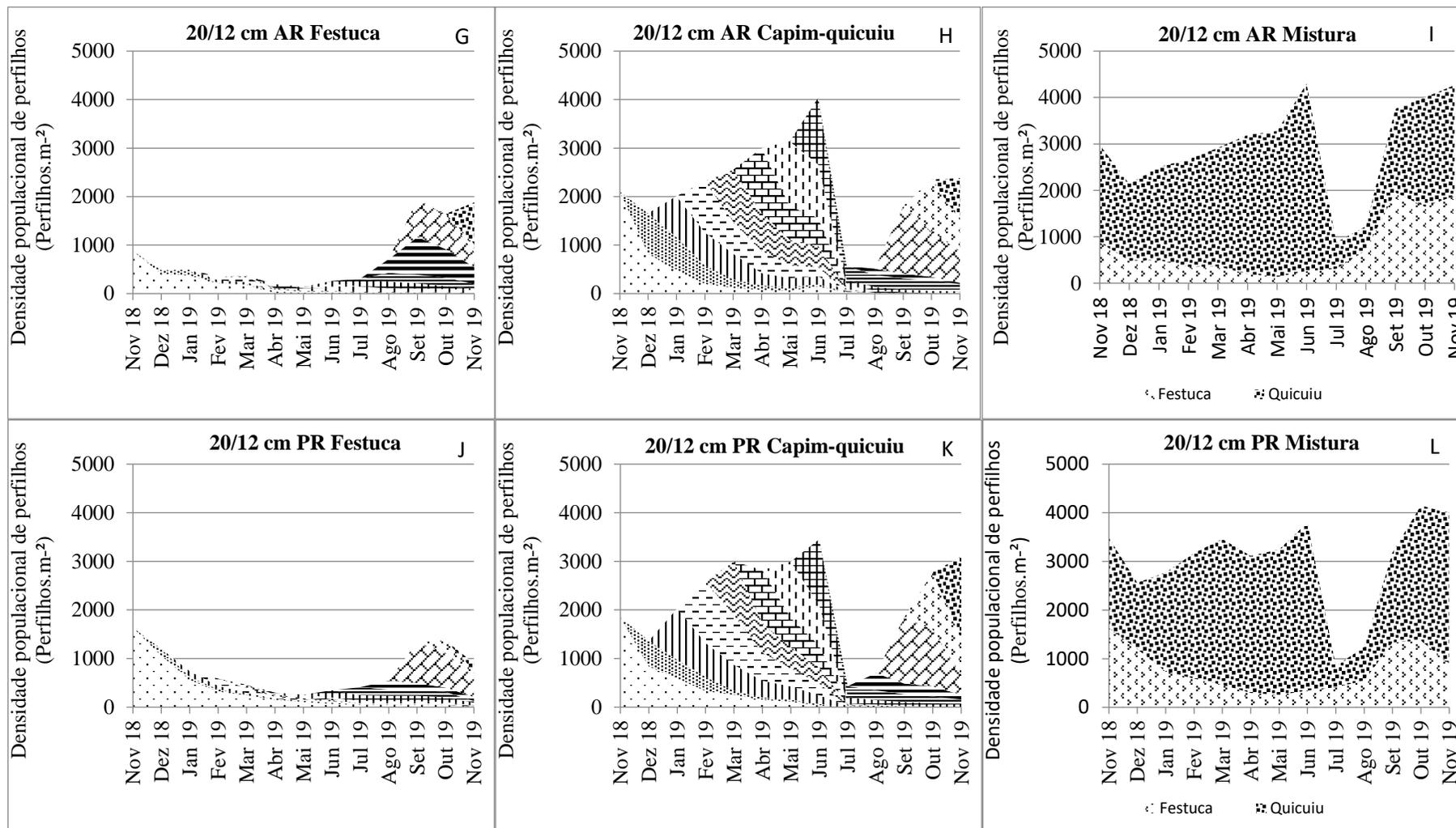
De modo geral, a população de festuca foi gradualmente reduzida após o final da primavera, a taxa de aparecimento de perfilhos não garantiu a manutenção da estabilidade populacional, independentemente da altura em pré-pastejo ou do manejo primaveril. Esse comportamento manteve-se similar durante o verão e o outono. Já no inverno houve aumento na DPP de festuca para todos os tratamentos, sendo que altura de 15 cm favoreceu o retorno de festuca (Figura 3A, 3D, 3G e 3J) independentemente da aplicação ou não do manejo primaveril.

O capim-quicuiu apresentou um aumento significativo no surgimento de perfilhos durante os meses mais quentes do ano (Figura 3B, 3H e 3I) com a exceção do tratamento 15/9 PR (Figura 3E) onde se observou redução de 40% no número de perfilhos. Independentemente do manejo adotado houve redução de população de quicuiu e baixa sobrevivência de perfilhos desde início de julho até o final de agosto, coincidindo com a ocorrência de geadas. A chegada de condições climáticas favoráveis incrementou rapidamente a DPP desta espécie para todos os tratamentos com exceção de aqueles manejados a 15 cm de altura e submetidos ao rebaixamento primaveril (Figura 3E). Não houve alteração na longevidade dos perfilhos independente da estratégia de manejo de rebaixamento, sendo que perfilhos de capim-quicuiu foram menos longevos que perfilhos de festuca, devido à susceptibilidade dos primeiros ao frio e as geadas.

A participação total de perfilhos de capim-quicuiu na mistura foi superior nos pastos manejados a 15 cm quando comparados àqueles manejados com 20 cm. Pastos que não foram submetidos ao manejo primaveril apresentaram maior proporção de perfilhos de capim-quicuiu ao longo do ano que pastos rebaixados, resultando em populações de perfilhos de quase 4000 perfilhos.m<sup>2</sup> durante o verão e outono. Contudo, no início do inverno a participação de capim-quicuiu foi de menor importância para a população de perfilhos da mistura, de modo que festuca aportou cerca de 80% de perfilhos durante o inverno.

Figura 3: Demografia do perfilhamento em pastos de festuca e capim-quicuiú cultivados em mistura, submetidos a lotação intermitente, com duas alturas de manejo em pré-pastejo (15 e 20 cm) e duas estratégias de manejo primaveril (rebaixamento ou não dos pastos).





PR: Presença de rebaixamento primaveril, AR: Ausência de rebaixamento primaveril

Fonte: Elaborado pelo autor, 2020.

## 7 DISCUSSÃO

O capim-quicuiu apresentou distribuição sazonal no perfilhamento e na massa de forragem, com maiores valores durante o verão e outono (Tabela 1). Essa resposta estendeu-se até o início do inverno pelas condições climáticas favoráveis para sua permanência na mistura, com temperaturas amenas < 25°C, diferença na precipitação de 300 mm no mês de maio em relação à média histórica da região e ausência de geadas até início de julho. Entretanto, esse cenário possivelmente atrasou o retorno da festuca, espécie mais adaptada às baixas temperaturas (EHLERINGER, 1978).

As espécies competidoras, como capim-quicuiu, apresentam taxas superiores de aparecimento e mortalidade de perfilhos quando comparadas com plantas conservadoras de recursos (CRUZ et al., 2002). Nesse sentido, a disponibilidade de fatores de crescimento como luz, água, nutrientes e temperatura podem limitar o desenvolvimento das gemas laterais e afetar o perfilhamento (JEWISS, 1972). A luz possui um papel fundamental na persistência das pastagens, principalmente quando atinge os estratos inferiores, estimulando a emissão de fitômeros e a ativação das gemas laterais (LANGER, 1963; DEREGIBUS et al., 1983). A remoção da porção superior do dossel do pasto muda a qualidade da luz no estrato inferior que passa de majoritariamente infravermelha a luz vermelha, estimulando os fitocromos e o perfilhamento (FONTANELLI, 2009; De ALMEIDA e MUNDSTOCK, 2001). Assim, o número de perfilhos surgidos de capim-quicuiu nos pastos manejados a 20 cm foi superior com a presença do rebaixamento primaveril (Tabela 5) já que esse cenário diminuiu a competição por luz com perfilhos maiores (ONG et al., 1978) e criou um ambiente que favoreceu a emissão de perfilhos em uma época onde as condições climáticas se encontravam propícias ao desenvolvimento desta espécie. Já na altura de manejo de 15 cm, a presença do rebaixamento diminuiu a taxa de aparecimento de perfilhos quando comparada aos pastos que não foram rebaixados na primavera (Tabela 5). Essa resposta, possivelmente, se deve à remoção de uma grande proporção de folhas fotossinteticamente ativas, obrigando a planta a mobilizar fotoassimilados, priorizando a reconstrução dessas estruturas em um ambiente de competição propício para o crescimento de outras espécies.

Outro fator que pode ter estimulado o perfilhamento de capim-quicuiu em pastos manejados mais baixos pode estar associado à quebra de dominância apical. Por exemplo, Younger (1961) observou que em capim-quicuiu submetido a desfolha pouco severa houve indução da produção de estolões longos e poucos perfilhos laterais, com rara floração. Já a

desfolha com remoção do ápice do estolão estimulou o desenvolvimento de gemas laterais e em rebaixamentos severos foi usual observar oito ou mais panículas por cada 10 cm de estolão. Desfolhas severas e quebra da dominância apical são uma resposta comumente observada em plantas forrageiras, devido a interrupção do fluxo do hormônio auxina proveniente da gema apical, estimulando o desenvolvimento das gemas axilares (RICHARDS et al., 1988) pela secreção de citocinina (CLINE, 1991).

Apesar dessas condições, pode-se observar como o mecanismo de compensação de biomassa (número e tamanho do perfilho) atua nas pastagens (YODA et al., 1963; SILSBURY, 1965; NELSON e ZARROUGH, 1981). Assim, não houve variabilidade na massa de forragem de capim-quicuiu associado ao rebaixamento ou altura de manejo, e sim, a um possível efeito da sazonalidade. Essa variação na massa de forragem deve-se à queda na participação de capim-quicuiu na comunidade de plantas durante o inverno, período onde registrou-se sete geadas e ocorre menor fotoperíodo, resposta típica das gramíneas estivais (COSTA et al., 2003; MIQUELOTO, 2018) o que trouxe uma oportunidade para festuca colonizar espaços, gerar perfilhos novos e garantir sua persistência até a primavera, época favorável para a reprodução sexual.

Essa dinâmica populacional é observada em espécies de regiões temperadas e a subfamília Festucoideae desenvolveu a estratégia de vernalização para garantir sua persistência nessas condições (HEIDE, 1994). Nesta espécie, o requisito de indução dupla para a floração associado a baixas temperaturas e/ou dias de curta duração seguida da segunda etapa marcada pela transição aos dias de longa duração e temperaturas moderadas, podem comprometer a participação produtiva de festuca diante de um cenário de mudança climática.

O padrão demográfico apresentado pela festuca em nosso experimento confirma a influência da temperatura e fotoperíodo sobre a emissão de perfilhos, uma vez que não foram observadas diferenças significativas sobre a DPP desta espécie produto da altura de manejo ou do rebaixamento primaveril, e sim pela época do ano (Tabela 1). A recuperação da DPP para a Festuca esteve associada ao surgimento de gerações numerosas durante o inverno/primavera (PEARSON e ISON, 1997; GASTAL e MATTHEW, 2005; MIQUELOTO et al 2020; DUCHINI et al., 2018), independentemente das condições de manejo. O efeito da sazonalidade na produção de forragem nas gramíneas hibernais é bem conhecido (JOKELA et al, 2014, HERNANDEZ et al., 2003) e destaca-se a importância do crescimento primaveril para o acúmulo de biomassa, podendo corresponder por quase dois terços do seu crescimento anual

(SLEPER e BURKE, 1995). No presente experimento, a massa de forragem de festuca foi 23% superior nos tratamentos que não foram submetidos ao rebaixamento primaveril (Tabela 2) e pelo efeito da interação da altura de manejo e época do ano (Tabela 3). Assim, em alturas de manejo em pré-pastejo de 20 cm a massa de forragem foi 22% superior durante todo o período experimental, já nas épocas consideradas menos favoráveis (verão e outono) o aumento foi de 62%.

Durante o verão as altas temperaturas afetaram negativamente o perfilhamento (YEH et al., 1976) da Festuca como resposta a diminuição da presença de fitohormônios (auxinas) na base dos colmos. Já a mudança do fotoperíodo associada ao inverno estimula a ativação das gemas (SAXENA et al., 2014) e a ação de fitohormônios como a giberelinas (grupo de hormônios que estimulam a quebra da dormência nas gemas axilares), promoveram a emissão de perfilhos. Contudo, a biossíntese desses hormônios é regulado pelo fotoperíodo e na maioria das vezes, o nível aumenta após a transferência de dias de curta duração para dias de longa duração, observando-se mudanças nos padrões de perfilhamento das espécies ao longo dos anos.

Independentemente da altura de manejo em pré-pastejo, os pastos que não foram submetidos ao rebaixamento primaveril tiveram maior número de perfilhos (Figuras 3A, 3D, 3G e 3J). Essa maior severidade de desfolha as quais as plantas foram submetidas promoveu a necessidade de um maior período de reconstrução do aparelho fotossintético. Nesse sentido, o rebaixamento primaveril diminuiu a massa de forragem de festuca independentemente da altura de manejo em pré-pastejo (Tabela 2).

O resultado obtido neste experimento é diferente do observado por autores como Skinner e Nelson (1994), que estudando a relação entre o perfilhamento e o surgimento/expansão foliar, observaram que não houve efeito de competição entre a taxa de renovação do tecido foliar e a emissão de perfilhos; ou Miqueloto et al. (2020) que não observou alterações nas populações de festuca quando cultivada em mistura com capim-quicuiu e submetidas ou não ao rebaixamento outonal. É possível que a competição interespecífica com capim-quicuiu (quem teve maior DPP na altura de manejo 15 cm) junto às condições ambientais atípicas da época fria (geadas somente no início de julho e possível estresse hídrico no inverno), proporcionou que os pastos apresentassem menor taxas de acúmulo de forragem em presença do manejo primaveril. O déficit hídrico pode ser um dos fatores que tem mais influência sobre o crescimento das plantas (KEYVAN, 2010) e a resposta ante esse evento estressor varia em

função da espécie, a intensidade e duração do período de estiagem (CHAVES et al., 2002). Assim, a insuficiente disponibilidade de água afeta a capacidade de desenvolvimento das gemas axilares, dificulta o restabelecimento da capacidade fotossintética das plantas após pastejo, comprometendo a persistência (BRISKE e RICHARDS, 1995).

O índice de área foliar (IAF) da mistura variou em função da sazonalidade independentemente do manejo aplicado sendo superior no final da primavera e inverno (Tabela 1), possivelmente associado à maior participação de festuca nessas épocas do ano. Nesse sentido, é possível que a população de perfilhos de capim-quicuiu sejam formados por uma maior proporção de colmo/folha quando comparados com festuca, o que permite aumentos do IAF do pasto ligados ao surgimento desta última espécie durante as épocas promissórias para seu crescimento (inverno e primavera). Nesse sentido, os pastos manejados a 20 cm promoveram a manutenção do IAF de festuca ao longo de tempo, independentemente da ausência ou presença do rebaixamento primaveril (Tabela 4).

Ao final do experimento não foi possível confirmar a nossa hipótese, já que o rebaixamento primaveril não apresentou efeito sobre a DPP das espécies participantes da mistura dentro das condições de manejo propostas. Assim, desde o final da primavera até o início do inverno, o capim-quicuiu passou a ser a espécie dominante, independentemente da altura de manejo em pré-pastejo ou estratégia primaveril (em média 722 perfilhos.m<sup>2</sup> para festuca e 2150 perfilhos.m<sup>2</sup> para capim-quicuiu), já durante o inverno essa proporção mudou (em média 2116 perfilhos.m<sup>2</sup> para festuca e 1210 perfilhos.m<sup>2</sup> para capim-quicuiu) quase igualando a população original de festuca. Nosso resultado não é coincidente com o reportado por Miqueloto et al. (2020) em pastos de festuca e capim-quicuiu cultivados em mistura e submetidos a lotação contínua, onde houve predominância de festuca nessas condições de manejo. Contudo, a aplicação da estratégia de rebaixamento primaveril não promoveu a presença de capim-quicuiu no verão e o retorno da festuca na época fria do ano (Figura 3A, 3B, 3D, 3E, 3G, 3H, 3J e 3K).

## **8 CONCLUSÕES**

A adoção do manejo de rebaixamento primaveril dos pastos não alterou a participação do capim-quicuiu no verão nem a população de festuca no inverno.

A adoção de alturas de manejo em pré-pastejo de 20 cm independentemente da estratégia de rebaixamento primaveril promove a coexistência e persistência de festuca em pastos associados com capim-quicuiu submetidos a método de lotação intermitente.

## REFERÊNCIAS

- ADAMIPOUR, N.; SALEHI, H.; KOSH-KHUI, M. Effect of photoperiod and irrigation regime on growth and physiological indices of tall fescue. **South-western Journal of Horticulture, Biology and Environment**, v. 8, n. 1, p. 41-54, 2017.
- ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.
- BARBOSA, R.A. et al. Capim-tanzânia submetido a combinações entre intensidade e frequência de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.3, p.329-340, 2007.
- BARBOSA, R.A. et al. Capim-tanzânia submetido a combinações entre intensidade e frequência de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.3, p.329-340, 2007.
- BIRCHAM, J. S.; HODGSON, J. The influence of sward condition on rates of herbage growth and senescence in mixed swards under continuous stocking management. **Grass and Forage Science**, v.38, n.4, p.323-331, 1983.
- BRISKE, D. D. Strategies of Plant Survival in Grazed Systems: A Functional Interpretation. In: HODGSON, J & ILLIUS, A. W. (Ed.). **The Ecology and Management of Grazing**, Wallingford, Cabi International, p. 37-68, 1996.
- BRISKE, D.D; RICHARDS, J.H. Plant responses to defoliation: a physiological, morphological and demographic evaluation. In: BEDUNAH, D.J.; GOSEBEE, R.E. (eds). **Wildland Plants: physiological geology and developmental morphology**. Denver, Colorado: Society of Range Management, 1995. p. 635-710.
- BROUGHAM, R.W. Interception of light by the foliage of pure and mixed stands of pasture plants. **Australian Journal Agricola Research**, v. 9, p. 39-52, 1957.
- BROUGHAM, R.W. The Leaf Growth of Trifolium Repens as Influenced by Seasonal Changes in the Light Environment. **The Journal of Ecology**, v. 50, n.. 2, pp. 449-459, 1962.
- BROWN, R.H.; BLASER, R.E. Soil moisture and temperature effects on growth and soluble carbohydrates on orchard grass. **Crop Science**, v. 10, p. 13-216, 1970.
- CARNEVALLI, R.A. Dinâmica da rebrotação de pastos de capim-mombaça submetidos a regimes de desfolhação intermitente. **Tese (Doutorado)**- Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 136p. 2003.
- CAVERNALLI, R. A. Uso de metas de pasto para a realização do manejo do pastejo. In: **INTENSIFICACAO DOS SISTEMAS DE PRODUCAO ANIMAL EM PASTO**, Piracicaba. Anais... Piracicaba: Simpósio sobre manejo da pastagem, 2009. p. 95-116.
- CARRANO, F. Geografia de Santa Catarina. São Paulo: FTD, 2004.

- CASTRO, P. R. C.; KLUGE, R. A.; PERES, L. E. P. Manual de fisiologia vegetal: teoria e prática. São Paulo: **Ceres**, p. 370-378, 441- 464, 2005.
- CHAPMAN, D.F.; ROBSON, M.J.; SNAYDON, R.W. Physiological integration in the clonal perennial herb *Trifolium repens* L. **Oecologia**, v. 89, p. 338-347, 1992.
- CLINE, M.G. Apical dominance. **The Botanical Review**, v. 57, p. 318–358, 1991.
- COLLINS, M.; Fritz, J.O. Forage quality. In: Barnes R.F., et al. (eds) *Forages: an introduction to grassland agriculture*, Ames, USA. Blackwell Publishing, v. 1, 6th edn, pp. 363–390, 2003.
- COLMAN, R.L.; O’NEILL, G.H. Seasonal variation in the potential herbage production and response to nitrogen by kikuyu grass (*Pennisetum clandestinum*). **Cambridge University Press**, v. 91, n. 1, p. 81-90, 1978.
- COSTA, D. I. DA et al. Caracterização morfofisiológica e agrônômica de *Paspalum dilatatum* Poir. biótipo Virasoro e Festuca arundinacea Schreb: 2. Disponibilidade de forragem e valor nutritivo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 5, p. 1061–1067, 2003.
- COOK, B.G.; MULDER, J.C. Responses of nine tropical grasses to nitrogen fertilizer under rain-grown conditions in south-eastern Queensland 1. Seasonal dry matter productivity. **Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry**, v. 24, p. 410-414, 1984.
- COOPER, J.P. Potencial production and general conversion in temperate and tropical grasses. **Herbage Abstracts**, v. 40, n. 1, 1970.
- COOPER, J. P. Physiological and morphological advances for forage improvement. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 14; Lexington, 1981. **Proceedings**. Boulder: Westview Press, 1983.
- CORSI, M. Adubação nitrogenada em pastagem. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P. (Ed.). **Pastagens: fundamentos da exploração racional**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, p. 121-155, 1994.
- CRUZ, P. et al. Une nouvelle approche pour caractériser les prairies naturelles et leur valeur d’ usage Présentation \* **Comment évaluer la valeur des prairies, pour mieux les gérer? Fourrages**, v. 172, p. 335–354, 2002.
- Da SILVA, D.A.; KLINK, C.A. Dinâmica de foliação e perfilhamento de duas gramíneas C4 e uma C3 nativas do Cerrado. **Brazilian Journal of Botany**, v.24, n. 4, p. 441-446, 2001.

- Da SILVA, S. C.; NASCIMENTO JUNIOR, D. Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: características morfofisiológicas e manejo do pasto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. suplemento especial, p. 131-138, 2007.
- Da SILVA, S. C. et al. Sward structural characteristics and herbage accumulation of *Panicum maximum* cv. Mombaça subjected to rotational stocking managements. **Scientia Agricola**, v. 66, p. 8-19, 2009.
- DAVIES, A.; CALDER, D.M. Patters of spring growth in swards of different varieties. **Grass and Forage Science**, v. 24, n. 3, p. 215-225, 1969.
- De ALMEIDA, M.; MUNDSTOCK, C. A qualidade da luz afeta o afilhamento em plantas de trigo, quando cultivadas sob competição. **Ciência Rural**, v. 31, n. 3, p. 401-408, 2001.
- DENIUM, B.; DIRVEN, J. G. P. Climate, nitrogen and grass. 7. Comparison of production and chemical composition of *Brachiaria ruziziensis* and *Setaria sphacelata* grown at different temperatures. **Neith Journal Agriculture Science**, v. 24, p. 67-78, 1976.
- DEREGIBUS, V. A.; SANCHEZ, R. A.; CASAL, J. J. Effects of light quality on tiller production in *Lolium spp.* **Plant Physiology**, v. 72, n. 3, p. 900–2, 1983.
- DONALD, C.M. Competitiom for light in crops and pastures. Em: **Mechanisms in biological competition**. Symp. Soc. Exp. Biol., n. 15. Cambridge University Press, Cambridge, p. 282-313, 1961.
- DOURADO, R. L. Características morfogênicas, estruturais e de produção de biomassa em capim-piatã submetido a doses de nitrogênio. **Dissertação (Mestrado em Ciência Animal)**, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2009.
- DUCHINI, P. G. et al. Tiller size/density compensation in temperate climate grasses grown in monoculture or in intercropping systems under intermittent grazing. **Grass and Forage Science**, v. 69, n. 4, p. 655-665, 2014.
- DUCHINI, P. G. et al. Experimental evidence that the perennial grass persistence pathway is linked to plant growth strategy. **Plos One**, v. 13, n. 11, p. 1–15, 2018.
- DUCHINI, P. G. et al. Can a Mixture of Perennial Grasses with Contrasting Growth Strategies Compose Productive and Stable Swards? **Agronomy Journal**, v. 3, n. 1, p. 224-232, 2019.
- EHLERINGER, J. R. Implications of quantum yield differences on the distributions of C<sub>3</sub> and C<sub>4</sub> grasses. **Oecologia**, v. 31, n. 3, p. 255–267, 1978.
- EHRLÉN, J.; LEHTILA, K. How perennial are perennial plants? **Oikos**, v. 98, n. 2, p. 308–322, 2002.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p

EWEL, J.J.; MAZZARINO, M.J. Competition from below for light and nutrients shifts productivity among tropical species. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Santa Barbara, v. 105, n. 48, p.18836–18841, 2008.

FAGUNDES, J.L. et al. Índice de área foliar, interceptação luminosa e acúmulo de forragens em pastagens de *Cynodon* spp. sob diferentes intensidades de pastejo. **Scientia Agricola**, v. 56. n.4, p.1141-1150, out./dez. 1999.

FIALHO, C.A. et al. Tiller population density and tillering dynamics in marandu palisade grass subjected to strategies of rotational stocking management and nitrogen fertilization. **Acta Science Animal**, v. 34, n. 3, p. 245-251, 2012.

FONTANELI, R. S.; FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P. Forrageiras para integração-lavoura-pecuária-floresta na região sul-brasileira. Passo Fundo: EMBRAPA, p. 173-177, 2009.

FULKERSON, W.J.; LOWE, K.F. Perennial forage and pasture crops— establishment and maintenance. Em: **‘Encyclopedia of dairy science**, v. 2, p. 1124–1131, 2003.

FUNK, J. The physiology of invasive plants in low-resource environments. **Conservation physiology**, v. 1, n. 1, 2013.

GARCIA, S.C. et al. Kikuyu-based pasture for dairy production: A review. **Crop and Pasture Science**, v. 65, n. 8, p. 787-797, 2014.

GARWOOD, E. A.; SINCLAIR, J. Use of water by six grass species: 2. Root distribution and use of soil water. **The Journal of Agricultural Science**, v. 93, n. 1, p. 25–35, 1979.

GASTAL, F.; MATTHEW, C. Long term tiller population dynamics in sward of grasses with contrasting persistence strategy. Em: **XX International Grassland Congress: Offered papers**. Wageningen Academic Publications. Wageningen, 2005, 957p.

GHERBIN, P. et al. Adaptability and productivity of some warm season pasture species in a Mediterranean environment. **Grass and Forage science**, v. 62, n. 1, p. 78-86, 2017.

GIBSON, D.J.; NEWMAN, J.A. *Festuca arundinacea* Schreber (*F. elatior* L. ssp. *arundinacea* (Schreber) Hackel). **Journal of Ecology**, v. 89, n. 2, p. 304-324, 2001.

GRACE, J.; RUSSELL, J. The effect of win and a reduce supply of water on the growth and water relations of *Festuca arundinacea* Schreb. **Annals of Botany**, v. 49, p. 217-225, 1982.

- GRIME, J. P. Evidence for the existence of three primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory. **The American Naturalist**, v. 111, n. 982, p. 1169–1194, 1977.
- HAND, M.L. et al. Evolutionary history of tall fescue morphotypes related to molecular phylogenetics of the *Lolium-Festuca* species complex. **BMC Evolutionary Biology**, v. 10, n. 1, p. 303, 2010.
- HANISCH, A.; GISLON, I. Massa de forragem e valor nutricional de gramíneas perenes de inverno no planalto norte catarinense. **Scientia Agraria**, v. 11, n. 1, p. 25-32, 2010.
- HEIDE, O. M. Control of flowering and reproduction in temperate grasses. **New Phytologist trust**, v. 128, n. 2, p. 347–362, 1994.
- HERNANDEZ, J. et al. Variación hormonal endógena en dos genotipos de cilantro por efecto del fotoperíodo y la temperatura. **Agrofaz: publicación semestral de investigación científica**, v. 3, n. 1, p. 221-230, 2003.
- HODGSON, J. Herbage production and utilization. In: HODGSON, J. (Ed.). **Grazing Management: science into practice**, New York: J. Wiley, p. 38-54. 1990.
- HOVELAND, C.S., McCANN, M.A., Hill, N.S. Rotational vs. continuous stocking of beef cows and calves on mixed endophyte-free tall fescue–bermudagrass pasture. **Journal Production Agricola**, v. 10, p. 245–250, 1997.
- IVORY, D.A.; WHITEMAN, P.C. Effect of Temperature on Growth of Five Subtropical Grasses. I. Effect of Day and Night Temperature on Growth and Morphological Development. **Australian Journal of Plant Physiology**, v. 5, n. 2, p. 131-148, 1978.
- JEWISS, O.R. Tillering in grasses. It's significance and control. **Grass and forage science**, v. 27, n. 12, 1972.
- JOKELA, V. et al. Vernalization, gibberellic acid and photo period are important signals of yield formation in timothy (*Phleum pratense*). **Physiologia Plantarum**, v. 152, p. 152–163, 2014.
- KORTE, C.J.; WATKIN, B.R.; HARRIS, W. Use of residual leaf area index and light interception as criteria for spring-grazing management of a ryegrass-dominant pasture. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v. 25, n. 3. p. 309-319, 2011.
- LAMBERS, H.; CHAPIN, S.; PONS, T. Pons. Plant Physiological Ecology Second Edition. Crawley, **Springer**, 2008, 591p.
- LANGER, R. H. M. Tillering in herbage grasses. **Herbage Abstracts**, v. 33, n. 3, p. 141-148, 1963.

LEOPOLD, A.C. **The Control of Tillering in Grasses by Auxin**. *American Journal of Botany*, v. 36, n. 6, p. 437-440, 1949.

LEMAIRE, G. Ecophysiology of grasslands: Dynamic aspects of forage plant populations in grazed swards. In: Gomide, J.A., Mattos, W.R.S., Da SILVA, S.C. (Eds.) *International Grassland Congress, 19, São Pedro, 2001. Proceedings...* São Pedro: FEALQ, p.29-37, 2001.

LOPES, B.A. Aspectos importantes da fisiologia vegetal para o manejo. Revisão bibliográfica. Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Viçosa, p. 55, 2003.

LÓPEZ, H. Especies forrajeras mejoradas. En Ruiz, I (ed). **Praderas para Chile**. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile. P. 80-99, 1996.

LOWE, K.F.; HUME, D.E.; FULKERSON, W.J. Forages and Pastures | Perennial Forage and Pasture Crops – Species and Varieties. Em: FUQUAY, J.W.; FOX, P.F.; MCSWEENEY, P.L.H. (eds), **Encyclopedia of Dairy Science (2nd edn)**. Academic Press, p. 576–585, 2011.

LUPATINI, G.C. et al. Avaliação da mistura de aveia preta e azevém sob pastejo submetida a níveis de nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.33, n.11, p.1939-1943, 1998.

MaCSTEEN, P. Hormonal regulation of branching in grasses. **Plant physiology**, v. 149, n. 1, p. 46-55, 2009.

MARAIS, J. P. Relationship between nitrogen and other chemical components in kikuyu grass from long-established pastures. **South African Journal of Animal Science**, v. 20, n. 3, p. 147–151, 1990.

MARAIS, J.P. Factors affecting the nutritive value of kikuyu grass. **Tropical Grasslands**, v. 35, n. 65-84, 2001.

MATTHEW, C. Translocation from flowering to daughter tillers in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.). **Australian Journal of Agriculture Research**, v.53, p.21-28, 2002.

MEARS, P. T. Kikuyu (*Pennisetum clandestinum*) as a pasture grass. A review. **Tropical Grasslands**, v. 4, n. 2, p. 139–152, 1970.

MENZEL, A.; SPARKS, T. Temperature and Plant Development: Phenology and Seasonality. In: **Plant growth and climate changes**, MORISON, J. Blackwell Publishing Ltd, 2012.

MELO, F. N. Introdução aos Hormônios e Reguladores de Crescimento Vegetal. Em: **I SEMINÁRIO CODA DE NUTRIÇÃO VEGETAL**. Petrolina, 2002.

MIQUELOTO, T. Dinâmica do perfilhamento e acúmulo de forragem em pastos de *Pennisetum clandestinum* e *Festuca arundinacea* cultivados em associação. 2018. 99f. Tese

- (Doutorado em Ciência Animal). Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, 2019.
- MIQUELOTO, T. et al. Canopy structure of mixed kikuyugrass-tall fescue pastures in response to grazing management. **Crop Science**, v. 60, n.1, 2019.
- MIQUELOTO, T. et al. Population Dynamics in Mixed Canopies Composed of Kikuyu-Grass and Tall Fescue. **Agronomy**, v. 10, n. 5, p. 684, 2020.
- MILES, N. Responses of productive and unproductive kikuyu pastures to top-dressed nitrogen and phosphorus fertilizer. **African Journal of Range & Forage Science**, v. 14, n. 1, p. 1-6, 1997.
- MILLER, C.O. et al. Kinetin, a cell division factor from deoxyribonucleic acid. **Journal of American Chemistry Society**, v.77, n.5, p. 1392, 1955.
- MITIDIERI, J. Manual de gramíneas e leguminosas para pastos tropicais. São Paulo: **Nobel Editora**, 198p, 1983.
- MORGAN, J. A. W.; BENDING, G. D.; WHITE, P. J. Biological costs and benefits to plant microbe interactions in the rhizosphere. **Journal of Experimental Botany**, v. 56, n. 417, p. 1729–1739, 2005.
- NAGELMÜLLER, S. et al. Leaf Length Tracker: a novel approach to analyse leaf elongation close to the thermal limit of growth in the field. **Journal of Experimental Botany**, v. 67, n. 6, p. 1897–1906, 2016.
- NELSON, C.J., ZARROUGH, K.M. Tiller density and tiller weight as yield determinants of vegetative swards. In: WRIGTH, C.E. (Ed.) **Plant physiology and herbage production**, Hurley: British Grassland Society. p. 25-29, 1981.
- NORRIS, I.B. Soil moisture and growth of contrasting varieties of *Lolium*, *Dactylis* and *Festuca* species. **Grass and Forage Science**, v. 37, n. 4, p. 273-283, 1982.
- ONG, C. K.; MARSHALL, C.; SAOAR, G. R. The physiology of tiller death in grasses. 2. Causes of tiller death in a grass sward. **Grass and Forage Science**, v. 33, n. 3, p. 205–211, 1978.
- O'REAGAN, P. J. Foraging strategies on rangeland: effects on intake and animal performance. In: **INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS**, 19., 2001, Piracicaba. Proceedings... Piracicaba: FEALQ, p. 277-284, 2001.
- PARSONS, A. J.; JOHNSON, I. R.; WILLIAMS, J. H. H. Idade da folha, estrutura e fotossíntese do pasto em sistema de pastejo rotacionado e contínuo. **Grass and Forage Science**, v. 43, p. 01–14, 1988.

PARSONS, A.J.; CHAPMAN, D.J. The principles of pasture growth and utilization. Em: **Grass Its production and utilization**, Chapter: The principles of pasture growth and utilization, Publisher: **Blackwell Science**, Editors: Hopkins, 440 pp, 2000. PEARCY, R. W.; EHLERINGER, J. Comparative ecophysiology of C<sub>3</sub> and C<sub>4</sub> plants. *Plant. Cell & Environment*, v. 7, n. 1, p. 1–13, 1984.

PEARSON, C. J. et al. Responsiveness to seasonal temperature and nitrogen among genotypes of kikuyu, paspalum and bermuda grass pastures of coastal new south wales. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, v. 25, n. 1, p. 109–116, 1985.

PEARSON, C.J.; ISON, R.R.L. Agronomy of grassland systems. 2da edicion. **Cambridge University Press**. 1999, 67p.

PEDREIRA, B.C.; PEDREIRA; C.G.S.; Da SILVA, S.C. Estrutura do dossel e acúmulo de forragem de *Brachiaria brizantha* cultivar Xaraés em resposta a estratégias de pastejo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.42, n.2, p.281-287, 2007.

PITELLI, R. A. Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. *Informes Agropecuários*, v.11, n.29, p.16-27, 1985.

PITELLI, R.A. Competição e controle das plantas daninhas em áreas agrícolas. *Série Técnica IPEF*, Piracicaba, v.4, n.12, p.1 – 24, 1987.

PUJOL, M. Gramíneas: aplicaciones agronómicas: 2 ed. Barcelona: **Edicions UPC**, p. 57-58, 67-68, 2010.

RICHARDS, J. H.; MUELLER, R.J.; MOTT, J.J. Tillering in Tussock Grasses in Relation to Defoliation and Apical Bud Removal. *Annals of Botany*, V. 62, n. 2, p. 173-179, 1988.

ROBSON, M. J. The Effect of Temperature on the Growth the S. 170 Tall Fescue (*Festuca arundinacea*). I. Constant Temperature. *The Journal of Applied Ecology*, v. 9, n. 2, p. 643, 1972.

RODRIGUES, L. R.; ROFRIGUES, T. de J.D. Ecofisiologia de plantas forrageiras. Em: CASTRO, P. R. C. et al (Eds). **Ecofisiologia da produção agrícola**, Piracicaba. POTAFOS, p. 203-230, 1987.

ROSITO, J.M.; DENARDIN-SALDANHA, C.; UHDE, L.T. Avaliação da disponibilidade e da qualidade de uma pastagem natural. *Ciência Rural*, v. 21, n.3, p. 421-432, 1991.

SAXENA, P. et al. Photoperiod and temperature effects on rhizome production and tillering rate in tall fescue [ (Schreb.) Darby.]. *Crop Science*, v. 54, n. 3, p. 1205, 2014.

SBRISSIA, A. F. et al. Tiller size/population density compensation in Coastcross grazed swards. *Scientia Agricola*, Piracicaba, SP, v. 58, n. 4, p. 655-665, 2001.

- SBRISSIA, A.; et al. Tillering dynamics in palisade grass swards continuously stocked by cattle. **Plant Ecology**, v. 206, p. 349-359, 2009.
- SBRISSIA, A. F. et al. Defoliation strategies in pastures submitted to intermittent stocking method: Underlying mechanisms buffering forage accumulation over a range of grazing heights. **Crop Science**, v. 58, n. 2, p. 945–954, 2018.
- SBRISSIA, A. F.; DA SILVA, S. C. Compensação tamanho/densidade populacional de perfilhos em pastos de capim-marandu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 1, p. 35-47, 2008.
- SCHALLER, G.; BISHOPP, A.; KIEBER, J.J. The Yin-Yang of Hormones: Cytokinin and Auxin Interactions in Plant Development. **Plant cell**, v. 27, n. 1, p. 44-63, 2015.
- SCHUMACHER, E. et al. Influence of light and nutrient conditions on seedling growth of native and invasive trees in the Seychelles. **Biol Invasions**, v. 11, n. 8, p. 1941–1954, 2009.
- SEMMELMANN, C.E.N. Suplementação nutricional em sistemas de produção de leite a pasto. 2007. 131f. **Tese (Doutorado-Produção Animal)** – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2007.
- SHEEHY, J. E., COOPER, J. P. Light interception, photosynthetic activity, and crop growth rate in canopies of six temperate forage grasses. **Journal of Applied Ecology**, v. 10, p. 239-250, 1973.
- SILSBURY, J. H. Interrelations in the growth and development of lolium. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 16, n. 6, p. 903–913, 1965.
- SINCLAIR, K.; BEALE, P.J. Critical factors influencing no-till establishment of short-term ryegrass (*Lolium multiflorum*) into a kikuyu (*Pennisetum clandestinum*) pasture. **Crop and Pasture Science**, v. 61, n.2, p. 192–200, 2010.
- SIERRA, J. Fundamentos para el establecimiento de pasturas y cultivos forrageiros, 2<sup>da</sup> edição. Colección Ciencia y Tecnología, Antioquia, **Editorial Antioquia**, 2005.
- SKINNER, R. H.; NELSON, C. J. Effect of tiller trimming on phyllochron and tillering regulation during tall fescue development. **Crop Science**, v. 34, n. 5, p. 1267–1273, 1994.
- SMITH, S.M. Q&A: What are strigolactones and why are they important to plants and soil microbes?. **BMC Biology**, v. 12, n. 19, 2014.
- SNOW, M. The role of plant hormone in grass tiller development. **Utah State University Digital Commons**, 1986.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal, Porto Alegre, **Artmed**, 2004.

- TALLOWIN, J.R.B. et al. Impact of grazing management on biodiversity of grassland. *Animal Science*, v. 81, n. 2, p. 193-198, 2005.
- VEGIS, A. Dormancy in higher plants. **Annual Review of Plant Physiology**, v. 15, p. 185–224, 1964.
- VICTORIA FILHO, R. Controle de plantas daninhas em pastagens. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J. C. de; FARIA, V.P. Pastagens na Amazônia. **FEALQ**. p. 72-90, 1986.
- VICTORIA FILHO, R. et al. Manejo sustentável de plantas daninhas em pastagens. Em: MONQUERO, P.A. Manejo de plantas daninhas em culturas agrícolas. São Carlos/SP: **RiMa**, cap. 5, p. 179-207, 2014.
- VOLAIRE, F.; THOMAS, H.; LELIÈVRE, F. Survival and recovery of perennial forage grasses under prolonged Mediterranean drought: I. Growth, death, water relations and solute content in herbage and stubble. **New Phytologist**, v. 140, p. 439–449, 1998.
- WERNER, J.C. Adubação de pastagens. Instituto de zootecnia, Nova Odessa. **Boletim Técnico no. 18**. 49p. 1986.
- WHITEHEAD, D.C. Grassland nitrogen. Wallingford: **CAB International**, p.397, 1995.
- WHITEMAN, P.C. Tropical Pasture Science. **Oxford University Press**, New York. 392 p, 1980.
- WOLLERNBERG, A.C.; AMASINO, R.R. Natural variation in the temperature range permissive for vernalization in accessions of *Arabidopsis thaliana*. **Plant Cell Environment**, v. 32, p. 2181-2191, 2012.
- YEH, R. Y.; MATCHES, A. G.; LARSEN, R. L. Endogenous Growth Regulators and Summer Tillering of Tall Fescue. **Crop Science**, v. 16, p. 409–413, 1976.
- YOUNGER, V.B. Observation of ecology and morphology of *Pennisetum clandestinum*. **Phyton**, v. 16, p. 77-84, 1961.
- YU, H; JIANCHU, X; OKUTO, E; LUEDELING, E. Seasonal Response of Grasslands to Climate Change on the Tibetan Plateau. **Plos One**, v. 7, n. 11, 2012