

GUILHERME ROMANI DE MELLO

**ACÚMULO DE FORRAGEM E COMPOSIÇÃO BOTÂNICA EM PASTOS MISTOS
DE *FESTUCA ARUNDINACEA* E *PENNISETUM CLANDESTINUM* SUBMETIDOS A
DIFERENTES MANEJOS DE DESFOLHA**

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/UDESC,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

Romani de Mello, Guilherme
ACÚMULO DE FORRAGEM E COMPOSIÇÃO BOTÂNICA
EM PASTOS MISTOS DE FESTUCA ARUNDÍNACEA E
PENNISETUM CLANDESTINUM SUBMETIDOS A
DIFERENTES MANEJOS DE DESFOLHA / Guilherme Romani de
Mello. -- 2020.
45 p.

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

1. Capim-Quicuiu. 2. Espécies. 3. Festuca. 4. Pastejo. 5.
Produção de Forragem. I. Fischer Sbrissia, André . II. Universidade
do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias,
Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. III. Título.

GUILHERME ROMANI DE MELLO

**ACÚMULO DE FORRAGEM E COMPOSIÇÃO BOTÂNICA EM PASTOS MISTOS
DE *FESTUCA ARUNDINACEA* E *PENNISETUM CLANDESTINUM* SUBMETIDOS A
DIFERENTES MANEJOS DE DESFOLHA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal, área de concentração: Produção Animal.

Banca Examinadora:

Orientador: _____

André Fischer Sbrissia
Universidade do Estado de Santa Catarina

Membro: _____

Dra. Kelen Cristina Basso
Universidade Federal de Santa Catarina

Membro: _____

Dr. Daniel Schmitt
Universidade do Estado de Santa Catarina

Lages, 27 de julho de 2020.

Dedico essa dissertação aos meus pais,
família e todos aqueles que de alguma forma
contribuíram para a construção deste
manuscrito.

AGRADECIMENTOS

Primordialmente agradeço a Deus pela vida, saúde e tudo de bom que vem acontecendo ao passar dos anos dentro e fora da vida acadêmica.

Ao prof. Dr. André Sbrissia, que além de excelente orientador é um grande amigo. Agradeço por toda a ajuda, atenção, paciência e principalmente pelo aprendizado repassado.

Aos meus queridos colegas Fabio Winter que foi um verdadeiro irmão durante todo o período em Lages e pelo auxílio na construção do manuscrito, ao Hactus Souto Cavalcanti pelo companheirismo, amizade e auxílio na construção do manuscrito, a Valentina pelo coleguismo durante os trabalhos a campo e a todos os participantes do grupo de pesquisa em pastagens – NUPEP, principalmente aos estagiários que tanto ajudaram.

A Vanessa pelo companheirismo durante todo o período.

A todos os professores da UDESC que contribuíram de forma significativa durante o período do mestrado, aos funcionários de todos os setores, à direção e todos que contribuíram de forma direta ou indireta para minha formação.

*“Se a educação sozinha não transforma a sociedade, sem
ela tampouco a sociedade muda”*

Paulo Freire

RESUMO

MELLO, Guilherme Romani. **Acúmulo de forragem e composição botânica em pastos mistos de *Festuca arundinacea* e *Pennisetum clandestinum* submetidos a diferentes manejos de desfolha.** 2020. 45p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal – Área: Produção Animal). Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. Lages, 2020.

Pastos mistos de festuca e capim-quicuiu tendem a apresentar dominância da festuca quando manejados de forma leniente. É necessário encontrar um manejo que alie a máxima produção de forragem e proporções equilibradas destas espécies, com diminuição nos períodos de vazio forrageiro. Objetivou-se determinar o acúmulo de forragem e a composição botânica em pastos mistos de festuca e capim-quicuiu submetidos a diferentes manejos de desfolha. O experimento foi conduzido no centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, SC – Brasil. Foi utilizado um delineamento em blocos casualizados com arranjo fatorial 2 x 2 e três repetições, totalizando 12 unidades experimentais. O primeiro fator foi a altura de manejo, onde os pastos eram manejados sob lotação intermitente com duas alturas de pré-pastejo (15 e 20 cm) e desfolhações de 40% (resíduos de 9 e 12 cm, respectivamente). O segundo fator foi a presença ou ausência de uma maior severidade de desfolha aplicada em 19/11/2020 resultando num resíduo de 6 cm, buscando favorecer o retorno do capim-quicuiu no verão. As coletas de dados ocorreram por 12 meses (11/2017 – 11/2018), avaliando-se a massa de forragem, composição botânica, índice de área foliar (IAF) e acúmulo de forragem do pasto no pré e pós-pastejo. Foram realizadas adubações nitrogenadas a cada dois meses (60 kg N ha⁻¹). Foi realizada a análise de variância com auxílio do pacote estatístico SAS® pelo procedimento MIXED. As médias foram testadas pelo teste *t* com significância de 5%. Houve diferença na produção global de forragem dos pastos, onde os pastos manejados a 20 cm não rebaixados tiveram a maior produção (~14 t MS ha⁻¹) ($P = 0,0522$), enquanto os demais não diferiram entre si ($P > 0,05$). No verão, o acúmulo de forragem foi maior nos pastos de 20 cm se comparado aos de 15 cm. Já no inverno, o acúmulo de forragem foi maior nos pastos não rebaixados manejados à 20 cm, enquanto os pastos de 15 cm tiveram acúmulo similar, independente do rebaixamento. Houveram 12 ciclos de pastejo nos pastos de 15 cm (rebaixados ou não), 10 ciclos nos pastos de 20 cm não rebaixados e 8 ciclos nos pastos de 20 cm rebaixados. No verão, a proporção de festuca e de capim-quicuiu ficaram em torno de 50% para cada uma nos pastos de 15 cm, independente do rebaixamento. Os pastos de 20 cm não rebaixados apresentaram maior proporção de festuca (~66%). No inverno, a proporção de festuca foi bem maior, chegando a ~96% da área do pasto. Em pré e pós pastejo, no verão e no inverno, a quantidade de plantas invasoras foi maior nos pastos de 15 cm, independente de rebaixamento. O IAF do pasto não diferiu no pré e pós pastejo durante o verão, porém, no inverno, os pastos manejados a 20 cm tiveram maior IAF. A proporção de material morto, no verão, foi maior nos pastos não rebaixados na condição de pré-pastejo. O IAF, folha e colmo de capim-quicuiu nos pastos de 20 cm não rebaixados apresentaram os menores valores, enquanto os demais não apresentaram diferença entre si. O rebaixamento realizado na primavera resulta em diferença na produção anual de forragem, com maior produção nos de 20 cm, porém, a velocidade de rebrota e número de ciclos de pastejo é superior nos pastos manejados à 15 cm.

Palavras-chave: capim-quicuiu, espécies, festuca, pastejo, produção de forragem

ABSTRACT

Mixed kikuyugrass - tall fescue pastures tend to present tall fescue dominance when managed leniently. It is necessary to find a management tool, which combines the maximum forage production and balanced proportions of these species, decreasing periods of forage shortage. The aim was to determine the forage accumulation and the botanical composition in mixed kikuyugrass - tall fescue pastures submitted to different defoliation management. The experiment was conducted at the Center of Agroveterinary Sciences at the State University of Santa Catarina, Lages, SC - Brazil. A randomized block design with a 2 x 2 factorial arrangement and three replications was used, totaling 12 experimental units. The first factor was the management height, where the pastures were managed under intermittent stocking with two pre-grazing heights (15 and 20 cm) and 40% defoliation (residues of 9 and 12 cm, respectively). The second factor was the presence or absence of a single spring grazing to 6 cm-height (11/19/2020). Data collections occurred over 12 months (11/2017 - 11/2018) evaluating forage mass, botanical composition, leaf area index (LAI) and pasture forage accumulation in pre and post-grazing. Nitrogen fertilization was carried out every two months (60 kg N ha⁻¹). Analysis of variance was performed with the aid of the SAS® statistical package using the MIXED procedure. The means were tested by the *t* test with a 5% significance. There was a difference in the global forage production of pastures, where pastures managed at 20 cm with no spring grazing to 6 cm-height had the highest production (~14 t DM ha⁻¹) (*P* = 0.0522), while the others did not differ from each other (*P* > 0.05). In the summer, the forage accumulation was greater in the pastures of 20 cm compared to those of 15 cm. In the winter, forage accumulation was higher in no spring grazing to 6 cm-height pastures managed at 20 cm, while 15 cm pastures had similar accumulation, regardless of the spring graze. There were 12 grazing cycles in the 15 cm pastures (spring grazed to 6 cm-height or not), 10 cycles in the 20 cm no spring grazed to 6 cm-height pastures and 8 cycles in the 20 cm spring grazed to 6 cm-height pastures. In the summer, the proportion of kikuyugrass and tall fescue was around 50% for each one in the 15 cm pastures, regardless of the spring grazing to 6 cm-height. Pastures of 20 cm not spring grazed had a higher proportion of tall fescue (~ 66%). In winter, the proportion of tall fescue was higher, reaching ~ 96% of the pasture area. In pre and post grazing, in summer and winter, the amount of weeds was higher in 15 cm pastures, regardless of spring grazing. Pasture LAI did not differ in pre and post grazing during summer, however, in winter, pastures managed at 20 cm had higher LAI. The proportion of dead material, in the summer, was higher in the no spring grazed pastures in the pre-grazing condition. The LAI, leaf and stem of kikuyugrass in pastures of 20 cm no spring grazed showed the lowest values, while the others showed no difference between them. The spring grazing to 6 cm-height performed results in a difference in the annual forage production, with greater production in pastures managed at 20 cm, however, the regrowth period and number of grazing cycles is higher in the pastures managed at 15 cm.

Keywords: forage production, grazing, kikuyugrass, species, tall fescue

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Ciclos de pastejo e tempo de rebrote no período experimental dos pastos mistos formados por festuca e capim-quicuiu, manejados em diferentes alturas em pré-pastejo (15 e 20 cm) e diferentes manejos primaveris (ausência ou presença de rebaixamento).....	29
Tabela 2 - Acúmulo médio de forragem em cada ciclo de pastejo durante o período de verão (kg MS ha ⁻¹) em pastos mistos formados por festuca e capim-quicuiu, manejados em diferentes alturas em pré-pastejo (15 e 20 cm) e diferentes manejos primaveris (ausência ou presença de rebaixamento).....	31
Tabela 3 - Acúmulo médio de forragem em cada ciclo de pastejo durante o período de inverno (kg MS ha ⁻¹) em pastos mistos formados por festuca e capim-quicuiu, manejados em diferentes alturas em pré-pastejo (15 e 20 cm) e diferentes manejos primaveris (ausência ou presença de rebaixamento).....	31
Tabela 4 - Proporção de festuca na área (%) no período de verão pastos mistos formados por festuca e capim-quicuiu, manejados em diferentes alturas em pré-pastejo (15 e 20 cm) e diferentes manejos primaveris (ausência ou presença de rebaixamento).....	32
Tabela 5 - Proporção de festuca na área (%) no período de inverno em pastos mistos formados por festuca e capim-quicuiu, manejados em diferentes alturas em pré-pastejo (15 e 20 cm) e diferentes manejos primaveris (ausência ou presença de rebaixamento).....	32
Tabela 6 – Massa de forragem (MF – kg MS ha ⁻¹), índice de área foliar (IAF), componentes morfológicos de folha, colmo, material morto e outras espécies (%) em estrutura pré e pós pastejo no período de verão em pastos formados por festuca e capim-quicuiu, cultivados em mistura, e submetidos a diferentes alturas de manejo (15 e 20 cm) e duas estratégias de manejo primaveril (presença ou ausência de rebaixamento).....	33
Tabela 7 - Massa de forragem (MF – kg MS ha ⁻¹), índice de área foliar (IAF), componentes morfológicos de folha, colmo, material morto e outras espécies (%) em estrutura de pré e pós pastejo no período de inverno em pastos formados por festuca e capim-quicuiu, cultivados em mistura, e submetidos a diferentes alturas de manejo (15 e 20 cm) e duas estratégias de manejo primaveril (presença ou ausência de rebaixamento).....	34
Tabela 8 - Efeitos de interação do IAF, folha e colmo de capim-quicuiu e colmo de festuca no período de verão em pastos mistos formados por festuca e capim-quicuiu, manejados em diferentes alturas em pré-pastejo (15 e 20 cm) e diferentes manejos primaveris (ausência ou presença de rebaixamento)	35
Tabela 9 - Participação de material morto (%) em estrutura pós-pastejo no período de inverno, em pastos formados por festuca e capim-quicuiu, cultivados em mistura, e submetidos a diferentes alturas de manejo (15 e 20 cm) e duas estratégias de manejo primaveril (presença ou ausência de rebaixamento).....	35

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Precipitação pluvial e temperatura média (mensais e históricas de 85 anos) da cidade de Lages, Santa Catarina, Brasil.....	24
Figura 2 - Equação de calibração de uso do prato ascendente (pré e pós-pastejo) para quantificação de massa de forragem em pastos formados por festuca e capim-quicuiu, manejados em diferentes alturas em pré-pastejo (15 e 20 cm) e diferentes manejos primaveris (ausência ou presença de rebaixamento).	26
Figura 3 - Altura média dos pastos mistos de festuca e capim-quicuiu com duas alturas de manejo em pré-pastejo (15 e 20 cm) e duas estratégias de manejo primaveril (ausência e presença de rebaixamento dos pastos à 6 cm).	29
Figura 4 – Produção global de foragem em pastos mistos formados por festuca e capim-quicuiu, manejados em diferentes alturas em pré-pastejo (15 e 20 cm) e diferentes manejos primaveris (ausência ou presença de rebaixamento).	30

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	14
REVISÃO DE LITERATURA.....	16
Competição entre plantas e suas estratégias de crescimento	16
Eficiência de utilização de N em gramíneas perenes C3 e C4	17
Influência do manejo na competição entre plantas.....	18
HIPÓTESE.....	22
OBJETIVOS	23
Geral	23
Específicos.....	23
MATERIAL E MÉTODOS	24
Local de condução do experimento	24
Delineamento experimental e tratamentos	25
Medidas na pastagem.....	26
Análise estatística	28
RESULTADOS	29
DISCUSSÃO	36
CONCLUSÕES.....	41
REFERÊNCIAS	42

INTRODUÇÃO

A produção pecuária no Brasil ocorre predominantemente a base de pasto e possui um rebanho de aproximadamente 213,5 milhões de cabeças bovinas (OLIVEIRA, 2019). Por ser um país continental, observa-se uma diversidade de condições climáticas com predominância, de forma geral, do clima tropical e, particularmente na região sul, destaca-se o clima subtropical (ALVARES et al., 2013). Em condições tropicais, os animais são criados em sua grande maioria em pastos tropicais perenes (*Brachiaria* e *Panicum*), os quais tem maior produção no período das chuvas (primavera-verão). Em regiões de clima subtropical, a exploração pecuária se dá por meio do cultivo de espécies forrageiras perenes estivais (de clima quente) durante a primavera e verão, pois os fatores abióticos como radiação, fotoperíodo e temperatura são propícios ao crescimento das mesmas. No entanto, durante o outono verifica-se diminuição do fotoperíodo e da temperatura, o que promove redução do crescimento das espécies estivais. Isso possibilita o cultivo de espécies forrageiras hibernais (de clima frio), pois são capazes de tolerar as baixas temperaturas verificadas durante o outono e inverno (SBRISSIA et al., 2017).

Em função da possibilidade de cultivo de espécies estivais e hibernais, muitos produtores da região sul do Brasil têm adotado sistemas com uma base forrageira perene estival sobressemeado com uma espécie anual hibernal. Embora essa prática atenua o vazio forrageiro comumente observado nos períodos de outono e inverno em sistemas que utilizam campo nativo ou apenas pastagens perenes estivais, ainda existem lacunas de estacionalidade na produção de forragem nas épocas de transição, ou seja, no outono e na primavera. No outono, a baixa produtividade se dá, principalmente, pelo fato de as espécies estivais terem seu crescimento diminuído coincidindo com o período de estabelecimento das espécies anuais hibernais, as quais ainda não estão aptas para o pastejo. Por outro lado, na primavera, as espécies anuais hibernais entram em estádio reprodutivo e finalizam seu ciclo, o que coincide com o início da rebrota das espécies estivais, inviabilizando-as para o pastejo (FRANZLUEBBERS; SEMAN; STUDEMAN, 2013; SBRISSIA et al., 2017).

Nesse sentido, a possibilidade de um cultivo misto de espécies perenes estivais e hibernais poderia diminuir a oscilação na produção de forragem, principalmente nas épocas de transição (PITMAN, 1999; READ; LANG; AIKEN, 2017; MIQUELOTO et al., 2020b). Ademais, a viabilidade do cultivo desse tipo de mistura seria interessante, pois não haveria a necessidade de se realizar a ressemeadura anual das espécies hibernais, tendo em vista que as

mesmas, uma vez perenizadas, aumentam seu período de utilização, principalmente durante os períodos de vazios forrageiros.

Por ser perene, é necessário que a gramínea hibernal tenha uma boa tolerância ao período mais quente do ano (verão), pois além desse estresse haverá grande competição interespecífica com a espécie estival. Em contrapartida, a espécie estival precisa tolerar as temperaturas mais amenas (no outono) e ser competitiva para rebrotar vigorosamente após o período de inverno (primavera-verão). Das diversas espécies hibernais com potencial de utilização, destaca-se a festuca (*Festuca arundinacea* Schreb.), gramínea perene hibernal de metabolismo C₃ e dentre as estivais, o capim-quicuiu (*Pennisetum clandestinum* Hochst. & Chiov.), gramínea perene estival de metabolismo C₄, por apresentarem as características supracitadas.

A coexistência de espécies com diferentes rotas fisiológicas e hábitos de crescimento em sistemas pastoris é possível e tem sido relatada na literatura (FRANZLUEBBERS; SEMAN; STUDEMANN, 2013; MIQUELOTO et al., 2020b; READ; LANG; ADELI, 2014). No entanto, no caso da mistura mencionada no parágrafo anterior, verifica-se que a festuca tende a dominar a área ao longo do tempo, por ser uma espécie conservadora de recursos e estresse-tolerante, favorecendo-se em condições de manejo mais lenientes (MIQUELOTO et al., 2020b). No entanto, observa-se no trabalho de Miqueloto et al. (2020) que o capim-quicuiu foi penalizado na mistura ao não utilizar adubação nitrogenada no período estival, ou outro manejo que favorecesse não apenas a espécie hibernal.

Com isso, é necessário estudar um manejo capaz de manter a participação em proporções semelhantes das duas gramíneas, especialmente com relação ao capim-quicuiu. A realização de um corte estratégico no período primaveril promoveria um distúrbio na festuca e assim, possivelmente, favoreceria o reaparecimento do capim-quicuiu na área, devido à maior penetração de luz até a base do dossel, resultando na emissão de novos perfilhos (CASAL; DEREGIBUS; SÁNCHEZ, 1985; DEREGIBUS; SANCHEZ; CASAL, 1983; SAXENA et al., 2014). Além disso, a adubação nitrogenada durante todo o ano pode incrementar ainda mais a produção de forragem, assim como permitir incrementos populacionais das espécies nos respectivos períodos de crescimento e, principalmente, manutenção das espécies nos períodos de transição.

REVISÃO DE LITERATURA

Competição entre plantas e suas estratégias de crescimento

Muitos ambientes são marcados pela competição entre espécies vegetais, as quais estão submetidas a uma série de fatores que influenciam sua participação e dinâmica no ecossistema. As pastagens têm se encaixado muito bem nesse contexto, principalmente quando se utilizam espécies em misturas. Os maiores benefícios na utilização de misturas de espécies ao sistema de produção ocorre pela maior estabilidade produtiva ao longo do ano, associado a produtividades pelo menos iguais aos dos monocultivos, como também melhoria nos aspectos ambientais, oriundos da maior diversidade de fauna (CARDINALE et al., 2013; HECTOR et al., 2010).

Mesmo com todas as vantagens, um ambiente mais biodiverso apresenta maior competitividade entre plantas. Vários fatores influenciam o crescimento de plantas, como a disponibilidade de nutrientes, temperatura, pluviosidade e radiação solar. Nesse sentido, há uma classificação para as plantas com base nas diferentes formas de crescimento e adaptação aos mais variados ambientes, como competitora (C), estresse tolerantes (S) e ruderais (R) com algumas espécies encontradas nas zonas de transição, ou seja, competitora-ruderal (C-R), competitora estresse-tolerante (C-S) e competitora estresse-tolerante ruderal (C-S-R) (GRIME, 1977). Desse modo, uma planta que tem grandes perdas de tecido necessita de uma grande absorção de nutrientes para manter sua produção de biomassa. Em contrapartida, uma planta mais “econômica” tem menor perda de tecidos e, como consequência, absorve nutrientes de forma mais eficiente. No primeiro caso, a descrição se encaixa com uma espécie tipicamente competitora, oriunda de ambientes com alta disponibilidade de nutrientes, enquanto o segundo é de uma espécie estresse tolerante oriunda de locais com baixa disponibilidade de nutrientes (BERENDSE; ELBERSE, 1990; GRIME, 1974).

Com base na classificação de Grime (1977), nota-se claramente que a festuca e o capim-quinquihuí se encaixam bem nos modelos propostos, uma vez que o capim-quinquihuí é originário de regiões com alta fertilidade do solo e disponibilidade de água (MARAIS, 2001) enquanto a festuca tem origem mediterrânea ou continental (Europa), tolerando bem condições de déficit hídrico, altas temperaturas e solos baixa e média fertilidade se comparada à outras gramíneas perenes C₃ (EASTON; LEE; FITZGERALD, 1994).

Em função da disponibilidade de nutrientes no meio, Berendse; Elberse (1990) comentam que espécies oriundas de habitats com alta fertilidade do solo, quando submetidas a

condições de baixa fertilidade, apresentam taxas de crescimento iguais ou até mesmo superiores do que as espécies nativas de ambientes mais pobres, mostrando que as plantas têm diferentes formas de adquirir recursos do meio. Explorar este mecanismo é algo interessante quando se busca retomar o crescimento populacional de uma planta competitora que foi desfavorecida ao longo do tempo devido à falta de adubações, desfolhação e baixas temperaturas (MIQUELOTO et al., 2020b), fornecendo, por exemplo, uma fonte de nutriente, principalmente de nitrogênio, e de luminosidade por meio do manejo adequado do pasto no respectivo período de crescimento da cultura, que no caso do capim-quicuiu são as épocas da primavera e do verão.

Eficiência de utilização de N em gramíneas perenes C3 e C4

Quando se propõe misturas de espécies em ambientes pastoris, a fertilização torna-se um grande desafio, pois busca-se atingir uma produtividade satisfatória de espécies com estratégias e épocas de crescimento distintas, além das diferenças fisiológicas e morfológicas intrínsecas a cada uma. A adaptação das plantas aos mais diversos ambientes é resultado da eficiência de utilização do nitrogênio (N) absorvido. Tal eficiência é considerada, de forma geral, como sendo a taxa de produção de matéria seca por unidade de nitrogênio absorvido e pelo tempo de permanência deste nutriente na planta (BERENDSE; ELBERSE, 1990). Com base nisso, é possível inferir que em plantas competitadoras a alocação deste recurso em tecidos fotossintetizantes, como nas folhas, promove um incremento na produção de matéria seca, porém, devido à curta duração de vida deste órgão, a permanência do N na planta é diminuída. Em contrapartida, plantas conservadoras tem maior tempo de permanência do N por ter maior duração de vida da folha, pois também alocam este recurso em órgãos com maior tempo de vida, como nas raízes e colmos, explicando assim sua menor taxa de crescimento em relação ao primeiro grupo.

A compreensão destes mecanismos é essencial para que se conduza um manejo de adubação adequado para cada sistema produtivo, buscando também evitar a contaminação do ambiente e prejuízos financeiros pelas perdas de N. Deve-se levar em consideração ainda que este nutriente é o maior limitante na produção vegetal em todo o mundo, pois compõe diversas moléculas e participa de inúmeros processos fisiológicos (BÉLANGER; GASTAL, 2000).

De acordo com Glass (2003), é possível diminuir as perdas de N num sistema quando o fertilizante é aplicado estrategicamente na estação do ano em que se observam as maiores taxas de crescimento vegetal. O mesmo autor relata que há oscilação na

absorção de N, nas formas de NO^{3-} e NH^{4+} , durante o dia, em que, de forma geral, o pico de absorção ocorre no final da tarde e nas primeiras horas da noite. Além disso, as baixas temperaturas verificadas no inverno (entre 5 e 10 °C ou menos) promovem redução na absorção de N nas culturas hibernais e, por esta razão, um fornecimento excessivo de N nesta ocasião pode aumentar as perdas por lixiviação e/ou volatilização. Isto é particularmente importante em culturas perenes hibernais (C₃), por possuírem temperaturas ótimas de crescimento mais baixas que as culturas perenes estivais (C₄) (VOLENEC et al., 2003), permitindo assim que o N seja assimilado por maior tempo, mesmo com a limitação da temperatura, enquanto as estivais sofrem danos por frio e entram em dormência.

Apesar das condições climáticas adversas para que haja o crescimento das gramíneas C₄ no outono e inverno, observa-se maior responsividade à adubação nitrogenada destas se comparadas às gramíneas C₃, principalmente quando feita na respectiva época de crescimento (GARCÍA et al., 2014; READ; LANG; ADELI, 2014). As razões para isso são que as gramíneas C₄ tem menos rubisco que as C₃ e, consequentemente, o conteúdo de N por unidade de área foliar é menor. Assim, assumindo condições adequadas para o crescimento de ambas, a produção de biomassa das C₄ é muito superior às C₃ por unidade de N disponibilizado. Além disso, as gramíneas C₄ tem maior quantidade de feixes vasculares longitudinais em relação às C₃, tornando possível o maior fluxo de água, fotossintetizados e nutrientes, como o N. Estas adaptações são, de forma geral, o motivo da maior eficiência de utilização do N e da água nas gramíneas C₄ (CRUSH; ROWARTH, 2007; DENGLER et al., 1994).

Desse modo, a manutenção de espécies C₃ e C₄ em uma mesma área é um grande desafio, principalmente quando são cultivadas em mistura, entretanto, diferentes estratégias de manejo podem viabilizar esta mistura e assegurar a produtividade dos pastos ao longo do tempo.

Influência do manejo na competição entre plantas

Firbank; Watkinson (1990) comentam que a competição entre plantas de diferentes espécies (interespecífica) tem efeito semelhante à competição em uma monocultura (intraespecífica). No entanto, consideram que a relação entre o peso e densidade de plantas tem efeito preponderante na hierarquia, observando-se que quanto menor o peso médio maior é a

competição na população, devido à maior densidade de plantas por área, sendo o contrário verdadeiro.

Com base nisso, salienta-se a importância das estratégias de manejo como uma ferramenta que promova mudanças na proporção relativa das espécies envolvidas e na densidade populacional de plantas/perfilhos. Em pastagens, verifica-se que o peso da planta varia em função de sua altura, assim, métodos de desfolha causam diferentes respostas. Um exemplo disso é que em pastos mais baixos os perfilhos são menores, mas possuem alta densidade (HODGSON, 1990; MATTHEW et al., 1995), aumentando assim a competitividade. Isto se dá pela maior penetração de luz no dossel, em que os estratos inferiores recebem luz com maior qualidade (maior proporção de vermelho curto ou luz com maior relação vermelho curto/vermelho longo) e quantidade, estimulando as gemas basais para a produção de novos perfilhos (DEREGIBUS; SANCHEZ; CASAL, 1983; TOYOTA et al., 2014).

Duchini et al. (2018) avaliaram a dinâmica populacional de três gramíneas perenes hibernais com diferentes hábitos de crescimento em monocultivo e em mistura, sendo uma competidora (*Arrhenatherum elatius*), uma conservadora de recursos (*Festuca arundinacea*) e uma intermediária a estes grupos (*Dactylis glomerata*). Os autores relataram que independente da forma de cultivo (isoladas ou em mistura) a expressão do hábito de crescimento permaneceu inalterado, ou seja, as variações populacionais relacionadas à sobrevivência e mortalidade de perfilhos foram similares e o hábito de crescimento influencia fortemente a dinâmica de perfilhamento. Por ser competidora de recursos, *A. elatius* apresentou maior ciclagem de tecidos, com maior velocidade de crescimento, conteúdo de N foliar e área foliar específica, enquanto a *F. arundinacea* apresenta características exatamente opostas. Como o manejo imposto ocasionava distúrbios leves, porém frequentes (altura pré-pastejo de 20 cm com 50% de desfolhação), a festuca participou em apenas 23% na mistura das espécies demonstrando que ao utilizar o pasto com mais frequência a festuca não se torna a espécie dominante. Adicionalmente, todas as espécies apresentaram diminuição da população na primavera e verão, haja vista que o perfilhamento das mesmas é intenso no período hibernal. Isso reforça a ideia de que um distúrbio severo no início do período estival em pastos predominantemente compostos por festuca poderia fornecer o intervalo necessário para o cultivo/recuperação de espécies com participação minoritária nos pastos mistos.

Avaliando a persistência e produtividade de pastos mistos compostos por festuca e capim-bermuda, Pitman (1999) realizou cortes a cada dois meses com resíduo de 10 cm de

altura adubando apenas no período hibernal (150 kg N ha^{-1}), apenas no período estival (150 kg N ha^{-1}) e em todo o ano (300 kg N ha^{-1}). O autor relatou que o desenvolvimento inicial da festuca foi satisfatório, pois no primeiro ano de experimento a festuca ocupava 90% da área, onde a adubação exclusivamente estival promoveu menor produção de forragem ($8840 \text{ kg de MS ha}^{-1}$) quando comparada aos manejos de adubação anual (10800 kg ha^{-1}) e apenas hibernal (10080 kg ha^{-1}). A partir do segundo ano houve diminuição significativa da proporção da festuca em relação ao primeiro ano, participando em menos de 20% do total, mesmo seguindo os protocolos de adubação. Isso se deve, possivelmente, pelas condições de manejo impostas, em que a desfolhação teve efeito marcante na festuca, a qual não respondeu bem com os distúrbios severos realizados periodicamente, resultando em espaços não ocupados que permitiram o crescimento do capim-bermuda como também de invasoras (*Digitaria* spp e *Paspalum* spp.).

Analizando o trabalho de Pitman (1999) nota-se claramente que, mesmo com recursos que propiciam o crescimento vegetal nos primeiros anos de experimento, como nutrientes, água, luz e temperatura, o manejo do pasto exerceu um papel fundamental na dinâmica populacional das espécies presentes, havendo uma grande mudança na população, mostrando assim que as proporções de espécies presentes num pasto são passíveis de modulações em função do manejo.

A competição e as respostas das gramíneas variam em função manejo imposto e, demonstrando experimentalmente tais alterações, Tannas; Hewins; Bork (2015) conduziram um experimento com duas espécies perenes de metabolismo C₃, *Festuca campestris* (espécie conservadora) e *Poa pratensis* (espécie competitiva). Os autores mostraram que em condições com alto grau de distúrbio (desfolhações) a *F. campestris* teve o perfilhamento, a biomassa foliar e radicular reduzidos, principalmente quando cultivadas em mistura com *P. pratensis*. Os autores verificaram ainda que a baixa disponibilidade de N associada à desfolhação promoveu redução na produção de biomassa da *F. campestris*, enquanto *P. pratensis* em ambiente com mais disponibilidade de água e N foi favorecido. Verifica-se que a competição interespecífica penalizou a espécie conservadora de recursos principalmente pelo distúrbio ocasionado, enquanto a espécie competitiva, dadas as condições adequadas, regenera mais rapidamente a área foliar perdida expressando seu potencial produtivo.

Estudando a mistura de cultivares de festuca e capim-bermuda com adubações nitrogenadas no período hibernal, estival e na transição destas épocas (primavera), Read; Lang; Adeli (2014) relataram que houve maior produção e proporção de festuca nos pastos adubados

no período hibernal, em relação as demais épocas. Ao longo do período experimental houve mudanças significativas na população de festuca, a qual ocupava 82% da área no primeiro ano e diminuiu para 65% no segundo ano e ao término do período havia apenas 27%. Os autores relataram ainda que não houve influência do cultivar de capim-bermuda com relação à persistência da festuca na área, mas o cultivar “ativo” no verão (Jesup MaxQ, origem continental) apresentou melhor desempenho e captação de N que o cultivar dormente no verão (Flecha MaxQ, origem mediterrânea). Vale salientar que estes pastos tinham um manejo de corte destinado à fenação, sendo cortados a cada dois meses e isso ocasionou esta perda de vigor nos stands de festuca. Além disso, a utilização de cultivares de festuca que não apresentam dormência no verão (tal como o cultivar Rizomat no Brasil) aproveitam melhor as adubações realizadas fora da época de crescimento desta cultura, assegurando ainda a manutenção da mesma na área e, o que não é aproveitado por esta, é muito bem assimilado pela cultura estival.

Avaliando a produção de forragem em pastos mistos de festuca (C_3) e capim-bermuda (C_4) sob diferentes regimes de manejo e de adubações no outono, primavera e verão, Franzluebbers; Seman; Stuedemann (2013) relataram que a festuca possui melhor estratégia de captação do N, tornando-se mais competitiva. Como resultado disso, observaram que nos pastos em condição de subpastejo, com baixa pressão de pastejo e utilizados para fenação (pastos mais altos) houve maior população de festuca em relação ao capim-bermuda ao fim do período experimental, independente da fonte de adubo (adubação inorgânica e/ou inorgânica+orgânica). A proporção inicial de festuca na área, no geral, era de aproximadamente 16% e atingiu 60%, chegando a até 73% nos pastos não colhidos. Em contrapartida, nos pastos manejados sob alta pressão de pastejo o capim-bermuda dominou a área, indicando que uma espécie competitora de recursos tem mais viabilidade em situações de distúrbios constantes, dadas boas condições de fertilidade do solo.

Nota-se claramente, ao analisar as informações destes trabalhos, que a festuca tende a dominar a área quando não sofre distúrbios (desfolhações), ao passo que espécies competitadoras (como o capim-bermuda e capim-quicuiu) se adequam melhor sob condições mais severas de desfolhação apesar de serem penalizadas por fatores abióticos no período hibernal. Sendo assim, faz-se necessário estudar uma estratégia de manejo que assegure a manutenção de ambas as espécies na área em proporções similares, a fim de manter a produção de forragem ao longo de todo o ano e diminuir a estacionalidade da produção forrageira nas épocas de transição.

HIPÓTESE

- O rebaixamento primaveril modula a composição botânica de pastos mistos formados por *Festuca arundinacea* e *Pennisetum clandestinum* e gera um maior equilíbrio dinâmico ao processo de acúmulo de forragem.
- O rebaixamento primaveril em pastos mistos formados por *Festuca arundinacea* e *Pennisetum clandestinum* promove maior acúmulo de forragem, independente da altura de manejo.

OBJETIVOS

Geral

Determinar se o acúmulo de forragem em pastos formados por festuca e capim-quicuiu submetidos a diferentes alturas de manejo é alterado pelo rebaixamento primaveril.

Específicos

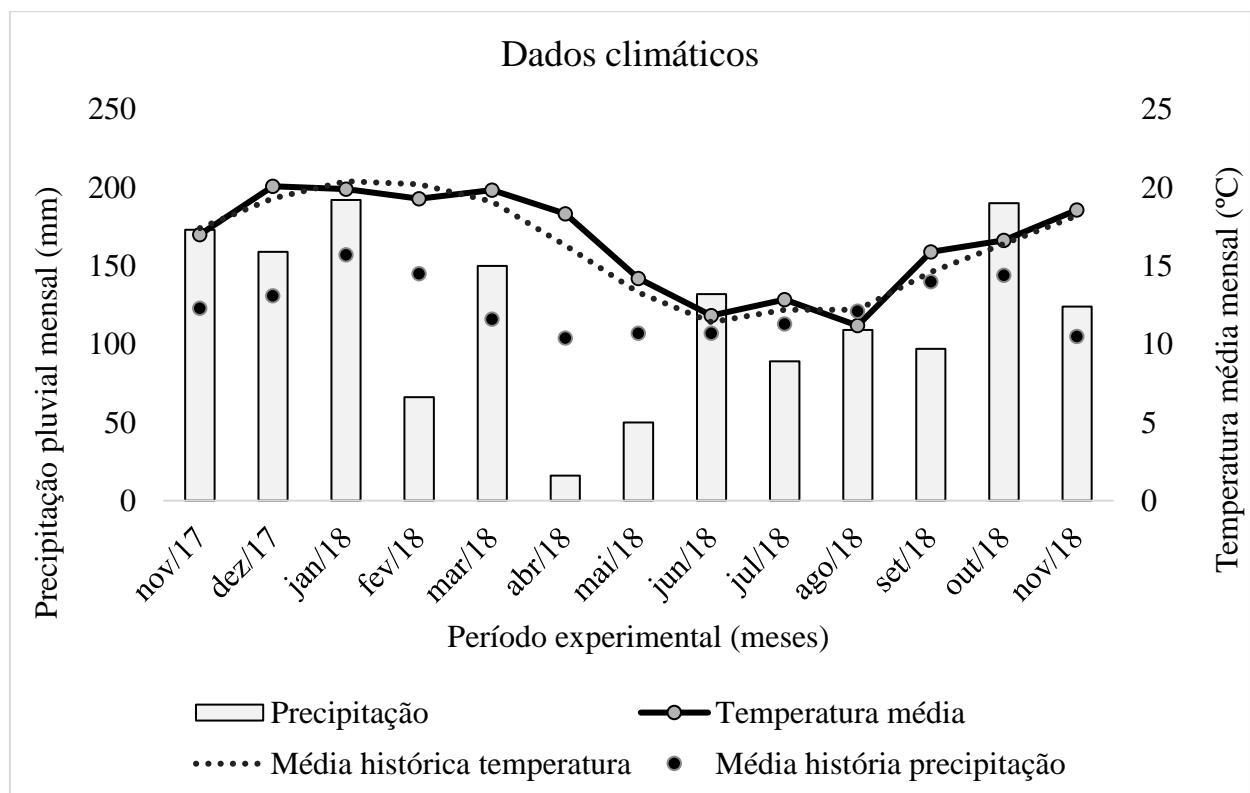
- Avaliar a produção anual de forragem em pastos formados por festuca e capim-quicuiu submetidos a diferentes manejos de desfolha.
- Mensurar a composição botânica e morfológica do pasto.
- Avaliar se o rebaixamento primaveril promove aumentos na participação de capim-quicuiu no período do verão.

MATERIAL E MÉTODOS

Local de condução do experimento

O experimento foi conduzido no centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina (CAV-UDESC), Lages – SC – Brasil, marcado pelas coordenadas geográficas $27^{\circ} 48' 58''$ latitude sul e $50^{\circ} 19' 34''$ longitude oeste e situado a 930 metros acima do nível do mar, com clima do Cfb segundo a classificação climática de Köppen (ALVARES et al., 2013). Este tipo de clima é caracterizado pela ausência de período seco, por temperaturas médias amenas ($<22^{\circ}\text{C}$) nos meses mais quentes do ano e temperaturas mínimas variando de -3 a 18°C no período mais frio do ano. As coletas de dados e acompanhamento das condições climáticas foram feitas de novembro de 2017 a novembro de 2018. 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 12 geadas, ocorridas entre 22 de maio 05 de setembro de 2018.

Figura 1 - Precipitação pluvial 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 (DOS SANTOS et al., 2018), que apresentava, na camada 0 a 20 cm de profundidade, as seguintes características: pH: 5,8; M.O: 3%; Ca: 7,6 cmol_c.dm⁻³; Mg: 4,54 cmol_c.dm⁻³; H+Al: 6,90 cmol_c.dm⁻³; P: 6,7 mg.dm⁻³; K: 64 mg.dm⁻³; Argila: 42%; CTC em pH 7,0: 19,23 cmol_c.dm⁻³ e Saturação por bases: 64,14%. A área experimental foi implantada em julho de 2014 por meio da sobressemeadura de Festuca (*Festuca arundinacea* cv. Rizomat) sobre uma pastagem de capim-quicuiu (*Pennisetum clandestinum*) já implantada e estabelecida na área desde a década de 90. Os pastos foram manejados em diferentes alturas ao longo de dois anos e, a partir de novembro de 2017, foram estabelecidos os tratamentos do presente trabalho.

Para a implementação dos tratamentos, não foram efetuadas adubações de correção de acidez e fertilidade do solo, sendo realizada apenas adubações nitrogenadas que totalizaram 360 kg de N ha⁻¹ por ano. Essa quantidade foi fracionada em seis doses de 60 kg de N ha⁻¹ e aplicadas a cada 60 dias ao longo de todo o ano, correspondendo a aplicações em todas as estações do ano. A primeira aplicação foi realizada no início do período experimental (20 de novembro de 2017), com estrutura do dossel em pós pastejo.

Delineamento experimental e tratamentos

O experimento foi conduzido em delineamento de blocos casualizados, com arranjo fatorial 2 x 2 com três repetições. Cada unidade experimental (piquete) possuía 140 m², totalizando uma área de 1680 m². Os pastos foram manejados sob lotação intermitente, sendo adotadas duas alturas de manejo em pré-pastejo associadas a um rebaixamento de 40% (fator A): 15 e 20 cm de altura média do dossel e, portanto, 9 e 12 cm de altura em pós-pastejo, respectivamente. O fator B foi a adoção ou não de uma maior severidade de desfolha aplicada uma única vez em meados da primavera (19/11/2017), resultando em um resíduo de 6 cm.

Após esse rebaixamento os pastos eram novamente manejados com 40 % de severidade de desfolha, ou seja, com resíduos de 9 e 12 cm de altura. Dessa forma, o arranjo fatorial consistiu de duas alturas em pré-pastejo (15 e 20 cm) associadas ou não ao rebaixamento de primavera (resíduo de 6 cm). O controle de altura dos pastos foi realizado com o auxílio de uma régua graduada, onde foram registradas as alturas de 30 pontos aleatórios dentro de cada unidade experimental. A altura de cada unidade experimental era composta pela média das 30

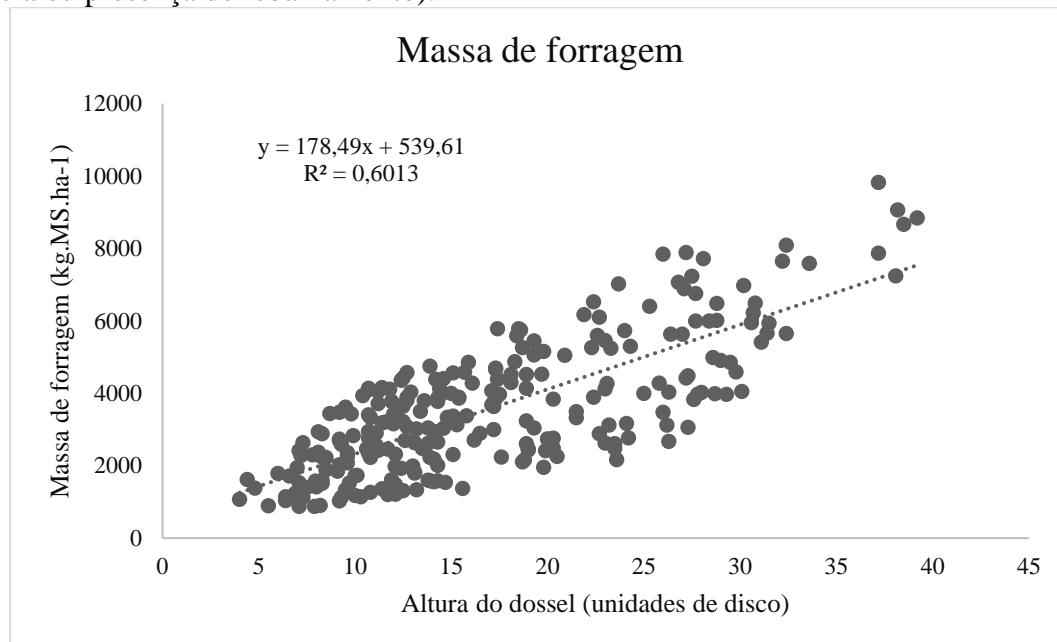
leituras. O controle das alturas era realizado periodicamente afim de manter o controle sobre a altura do dossel e assegurar as metas de manejo.

Ao atingir as alturas do pré-pastejo e nos rebaixamentos de primavera, dois bovinos da raça holandesa com peso vivo médio de 450 ± 28 kg eram colocados em cada piquete (uso animal aprovado pela comissão de ética no uso de animais sob protocolo 6241030918). Os animais pertenciam ao plantel de bovinos leiteiros da UDESC/CAV e eram retirados dos piquetes quando as alturas de pós-pastejo eram alcançadas.

Medidas na pastagem

A massa de forragem foi quantificada pelo método indireto, com a utilização do prato ascendente (*rising plate meter*). Para validar a utilização deste método em pastos formados por festuca e capim-quinquihu cultivados em mistura, procedeu-se a técnica de calibração de disco, que consistiu na coleta de dois pontos em cada piquete (pré e pós-pastejo), em cada estação, com altura em unidades de disco conhecida (unidade de medida do *rising plate meter*) e mensurando a massa seca da área de contato do disco, a qual foi cortada rente ao solo. Com isso, após o término do experimento, foi possível construir uma equação de regressão entre as alturas em unidades de disco e a massa de forragem (Figura 2).

Figura 2 - Equação de calibração de uso do prato ascendente (pré e pós-pastejo) para quantificação de massa de forragem em pastos formados por festuca e capim-quinquihu, manejados em diferentes alturas em pré-pastejo (15 e 20 cm) e diferentes manejos primaveris (ausência ou presença de rebaixamento).



Fonte: elaborado pelo autor, 2020.

Para estimar a massa de forragem foi utilizada a equação de regressão (Eq. 1) ($P=0,0001$; $R^2 = 0,6013$; RMSE = 1141,73), oriunda de 256 amostras apresentadas na figura 2, compostas por coletas realizadas em todos os tratamentos, em momentos pré e pós-pastejo.

$$y = 178,49x + 539,61, \quad [\text{Eq. 1}]$$

Onde: y é a massa de forragem a ser estimada;
 x é a média da altura em unidades de disco.

A diferença entre a massa pré-pastejo e a massa pós-pastejo do corte anterior indicou a quantidade de biomassa acumulada no período. Dividindo-se o acúmulo de forragem pelo número de dias acumulados, obteve-se a taxa de acúmulo diária. Para produção global de forragem, foram somados os acúmulos de cada ciclo de pastejo, durante todo o período experimental.

Para aferir a composição botânica e morfológica do pasto foram coletadas amostras em três quadros metálicos de área individual de $0,24 \text{ m}^2$ ($0,8 \times 0,3 \text{ m}$) os quais foram alocados em áreas representativas de cada tratamento, seguindo-se do corte das plantas rente ao solo. Feito isso, as amostras foram levadas ao laboratório para avaliação da composição botânica e morfológica, que foi determinada por meio de sub amostras. Todos os componentes da sub amostra, a saber: festuca (folha e colmo), capim-quicuiu (folha e colmo), material morto (festuca e capim--quicuiu), espécies invasoras foram separadas manualmente secos em estufa de circulação forçada de ar (65°C) por 72 horas e posteriormente pesados. Assim, a massa seca de forragem dos componentes botânicos e morfológicos de cada amostra foi obtida por meio de regras de três a partir dos pesos parciais das subamostras e do material coletado em cada quadro e depois extrapolados para hectare.

Para a avaliação do índice de área foliar (IAF) dos pastos, as lâminas foliares destacadas na composição morfológica foram integradas em aparelho integrador de área foliar modelo LI-3100C (LICOR®, Lincoln, Nebraska, EUA), conduzidas a estufa com circulação forçada de ar a 65°C por 72 horas, e posteriormente pesadas (como descrito anteriormente para estimativa de composição botânica). Em seguida, essa área foliar foi extrapolada para a amostra por meio de regra de três. Tendo a estimativa de área foliar presente na amostra coletada, esta foi dividida pela área do quadro amostrador, resultando no IAF da espécie. Logo, o IAF do pasto foi obtido pelo somatório dos IAFs individuais das espécies, capim-quicuiu e festuca.

A proporção de espécies na área foi calculada utilizando dados da composição botânica, fazendo o somatório da massa de folhas e colmos de festuca e de capim-quicuiu, em que este montante representa 100%. Assim, para obter a proporção de festuca na área, foi feita uma regra

de três simples utilizando a massa total do somatório que representa os 100%, utilizando a massa de festuca (folha+colmos) em questão para obter o valor percentual desta espécie. De posse deste valor, foi feito o seguinte cálculo para obter o percentual de capim-quicuiu: percentual de capim-quicuiu = 100 – percentual de festuca.

Análise estatística

Em virtude da diferença de resposta das plantas às épocas do ano (verão e inverno), os dados foram agrupados em duas épocas de crescimento para melhor demonstrar a resposta aos diferentes tratamentos. O verão foi composto pelos meses de dezembro, janeiro, fevereiro, março, abril e maio, enquanto o inverno foi composto pelos meses que sucederam as primeiras geadas, ou seja, junho, julho, agosto, setembro, outubro e novembro. Assim agrupados, os dados foram submetidos à análise de variância pelo procedimento MIXED (modelos mistos) do pacote estatístico SAS® (Statistical Analysis system), versão 9.2 (SAS, 2004). Foram considerados efeitos fixos a altura em pré-pastejo (fator A) e o manejo primaveril (fator B) e efeito aleatório o bloco. O modelo utilizado incluiu os efeitos do fator A (f_A), fator B (f_B), bem como a interação fator A*fator B como descrito abaixo:

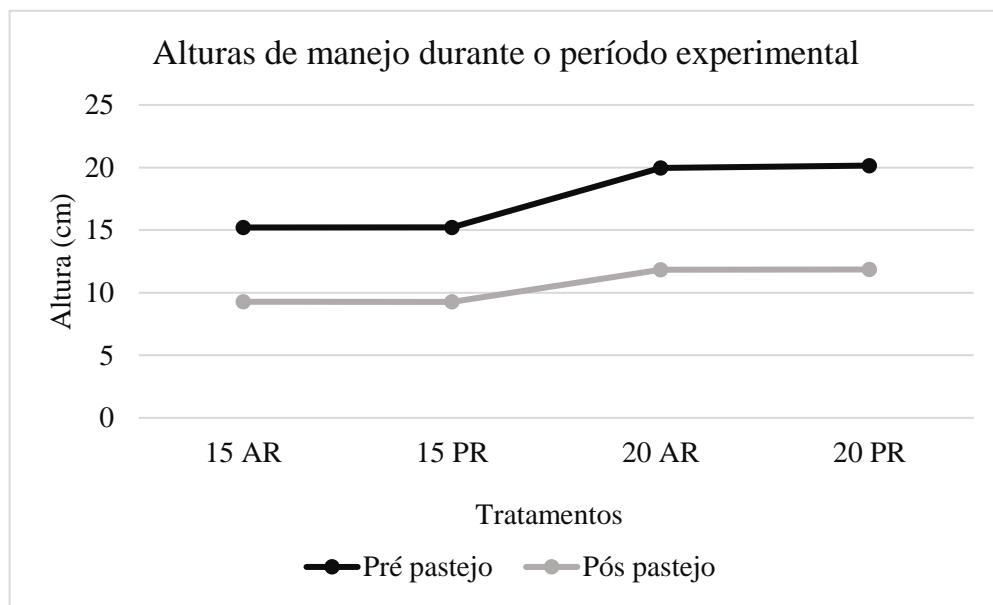
$$y_{ijk} = \mu + f_A i + f_B j + (f_A * f_B)_{ij} + b_k + \varepsilon_{ijk}$$

As médias foram estimadas utilizando o “least-squares means” e a diferença entre elas foi testada por meio do teste t com $\alpha=0,05$.

RESULTADOS

Os pastos foram mantidos rigorosamente nas alturas de manejos propostas, variando numa amplitude de menos de 10%, tanto nas alturas pré-pastejo como nas alturas de pós-pastejo, respeitando assim a desfolhação de 40% (Figura 3).

Figura 3 - Altura média dos pastos mistos de festuca e capim-quicuiu com duas alturas de manejo em pré-pastejo (15 e 20 cm) e duas estratégias de manejo primaveril (ausência e presença de rebaixamento dos pastos à 6 cm).



AR = Ausência de rebaixamento; PR = Presença de rebaixamento; EPM = Erro-padrão da média. Fonte: elaborado pelo autor, 2020.

O número de ciclos de pastejo foi similar nos tratamentos manejados a 15 cm, independente do rebaixamento primaveril, com ambos apresentando 12 ciclos de pastejo e o período médio de rebrote também foi similar (Tabela 1). Em contrapartida, os pastos manejados a 20 cm tiveram menor quantidade de ciclos de pastejo, principalmente os que foram rebaixados na primavera (20 PR). O período de rebrota nos pastos de 20 cm também foi maior se comparados aos de 15 cm, levando em torno de 40 a 50 dias (Tabela 1).

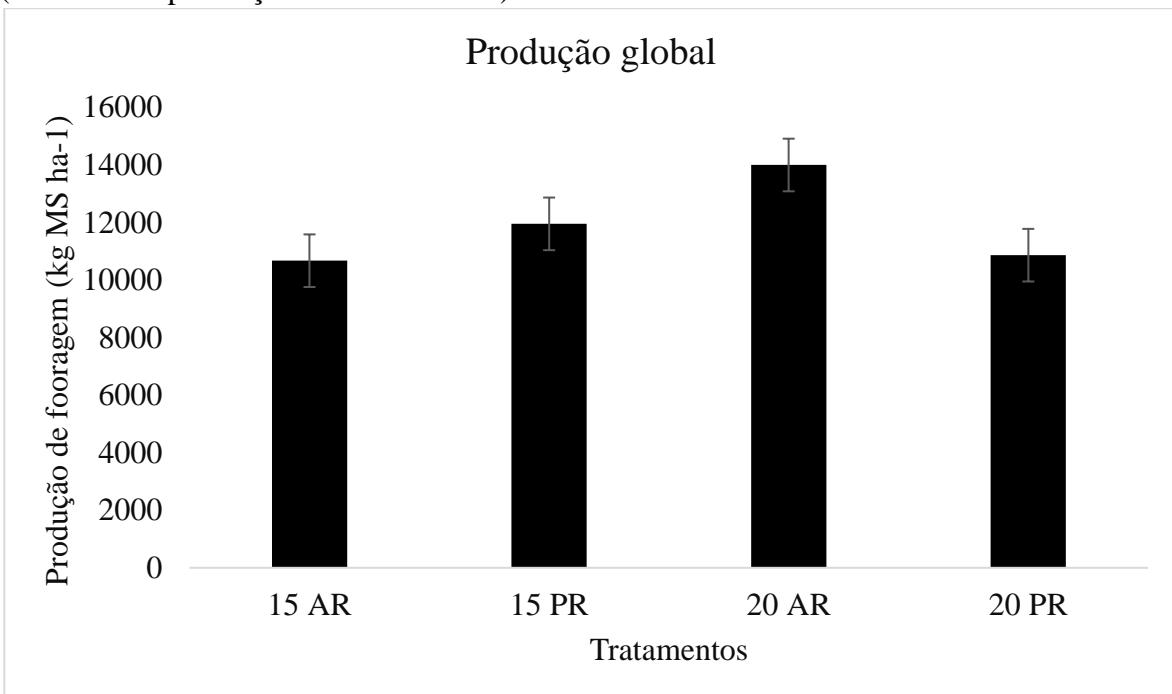
Tabela 1 – Ciclos de pastejo e tempo de rebrote no período experimental dos pastos mistos formados por festuca e capim-quicuiu, manejados em diferentes alturas em pré-pastejo (15 e 20 cm) e diferentes manejos primaveris (ausência ou presença de rebaixamento).

	Tratamentos			
	15 (AR)	15 (PR)	20 (AR)	20 (PR)
Ciclos de pastejo	12	12	10	8
Tempo de rebrote	30,75	29,75	39,2	53,25
EPM	5,47	8,79	8,40	12,91

AR = Ausência de rebaixamento; PR = Presença de rebaixamento; EPM = Erro-padrão da média. Fonte: elaborado pelo autor, 2020.

Houve efeito de interação entre altura e rebaixamento ($P=0,0522$) na produção global de forragem dos pastos mistos ao longo de um ano de avaliação (Figura 4), nos pastos de 20 cm não rebaixados em relação aos demais. Este resultado faz com que se rejeite a segunda hipótese do presente estudo, a qual afirmava que os pastos rebaixados têm maior produção de forragem independente da altura de manejo.

Figura 4 – Produção global de forragem em pastos mistos formados por festuca e capim-quicuiú, manejados em diferentes alturas em pré-pastejo (15 e 20 cm) e diferentes manejos primaveris (ausência ou presença de rebaixamento).



AR = Ausência de rebaixamento; PR = Presença de rebaixamento. Fonte: elaborado pelo autor, 2020.

As variações inerentes ao acúmulo de forragem foram evidentes, com efeitos isolados das alturas de manejo ($P=0,0007$) e do rebaixamento ($P=0,0531$) na época do verão. Dessa forma, os pastos manejados com 20 cm apresentaram um acúmulo de forragem 21,4% maior se comparados com os pastos manejados à 15 cm, enquanto os pastos rebaixados apresentaram acúmulo de 12,26% maior que os não rebaixados (Tabela 2).

Tabela 2 - Acúmulo médio de forragem em cada ciclo de pastejo durante o período de verão (kg MS ha^{-1}) em pastos mistos formados por festuca e capim-quicuiu, manejados em diferentes alturas em pré-pastejo (15 e 20 cm) e diferentes manejos primaveris (ausência ou presença de rebaixamento).

Variável	Altura (cm)		EPM	Manejo Primaveril		EPM
	15	20		AR	PR	
Acúmulo de forragem	1470 ^b	1870 ^a	76	1560 ^b	1778 ^a	77

Valores seguidos da mesma letra minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si ($P<0,05$). AR = Ausência de rebaixamento; PR = Presença de rebaixamento; EPM = Erro-padrão da média. Fonte: elaborado pelo autor, 2020.

Na época do inverno observou-se interação entre altura e rebaixamento ($P=0,0207$). Os pastos manejados à 20 cm apresentaram diferença no acúmulo de forragem quando submetidos ao rebaixamento primaveril, onde os pastos não rebaixados tiveram um acúmulo de forragem 38,08 % maior em relação aos pastos não rebaixados (Tabela 3). Contrariamente, os tratamentos manejados à 15 cm apresentaram o mesmo acúmulo de forragem, independente da realização do rebaixamento. Observa-se ainda que, ao comparar as duas alturas de manejo (15 e 20 cm) que não sofreram rebaixamento, os de pastos de 20 cm apresentaram maior acúmulo (26,77 % a mais), enquanto os pastos de 15 e 20 cm rebaixados não apresentaram diferença entre si no acúmulo de forragem (Tabela 3).

Tabela 3 - Acúmulo médio de forragem em cada ciclo de pastejo durante o período de inverno (kg MS ha^{-1}) em pastos mistos formados por festuca e capim-quicuiu, manejados em diferentes alturas em pré-pastejo (15 e 20 cm) e diferentes manejos primaveris (ausência ou presença de rebaixamento).

Manejo Primaveril	Altura (cm)		EPM
	15	20	
AR	1023 ^{Ab}	1397 ^{Aa}	113
PR	1075 ^{Aa}	865 ^{Ba}	126
EPM	111	129	

Valores seguidos da mesma letra minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si ($P<0,05$). AR = Ausência de rebaixamento; PR = Presença de rebaixamento; EPM = Erro-padrão da média. Fonte: elaborado pelo autor, 2020.

Observou-se interação entre altura e rebaixamento primaveril ($P=0,0115$) para a proporção de festuca no verão, onde os pastos de 15 cm não apresentaram diferença independentemente do rebaixamento (Tabela 4), enquanto os pastos manejados a 20 cm não rebaixados na primavera apresentaram 39% mais festuca em relação aos pastos de 20 cm que sofreram o rebaixamento primaveril (Tabela 4). Ao comparar as duas alturas de manejo, observa-se que os pastos de 20 cm não rebaixados apresentaram maior proporção de festuca em

relação aos pastos de 15 cm, enquanto os pastos de 15 e 20 cm rebaixados apresentaram proporções similares (Tabela 4).

Tabela 4 - Proporção de festuca na área (%) no período de verão pastos mistos formados por festuca e capim-quicuiu, manejados em diferentes alturas em pré-pastejo (15 e 20 cm) e diferentes manejos primaveris (ausência ou presença de rebaixamento).

Festuca (%) – Verão			
Manejo Primaveril	Altura (cm)		
	15	20	EPM
AR	52,45 ^{Ab}	66,07 ^{Aa}	6,05
PR	47,92 ^{Aa}	40,04 ^{Ba}	6,10
EPM	5,88	6,28	

Valores seguidos da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si ($P>0,05$). AR = ausência de rebaixamento; PR = presença de rebaixamento; EPM = Erro-padrão da média. Fonte: elaborado pelo autor, 2020.

No período de inverno não se observou efeito das alturas de manejo de pré-pastejo ($P=0,2582$), rebaixamento primaveril ($P=0,7723$) nem de interação de ambos ($P=0,5306$), observando-se maior dominância da festuca nessa época do ano (Tabela 5).

Tabela 5 - Proporção de festuca na área (%) no período de inverno em pastos mistos formados por festuca e capim-quicuiu, manejados em diferentes alturas em pré-pastejo (15 e 20 cm) e diferentes manejos primaveris (ausência ou presença de rebaixamento).

Variável	Altura (cm)			Manejo Primaveril		
	15	20	EPM	AR	PR	EPM
Festuca (%)	95,05	96,79	1,55	95,70	96,14	1,55

Valores seguidos da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si ($P>0,05$). AR = ausência de rebaixamento; PR = presença de rebaixamento; EPM = Erro-padrão da média. Fonte: elaborado pelo autor, 2020.

Em estrutura pré-pastejo, no verão, não foram identificadas interações entre os fatores altura de manejo e rebaixamento primaveril dos pastos (Tabela 6). Para esta mesma condição, foram observadas apenas efeito de altura na participação de outras espécies na composição do pasto, onde, os pastos que receberam o manejo de 15 cm apresentaram 37% mais plantas invasoras compondo o pasto ($P = 0,0070$). Quando os pastos foram submetidos ao rebaixamento primaveril, houve efeito significativo apenas para a participação de material morto no verão ($P = 0,0162$), onde a adoção do rebaixamento resultou em redução de aproximadamente 11 % da participação de material morto no pasto (Tabela 6).

Em estrutura pós-pastejo no verão, as diferentes alturas de manejo do pasto apresentaram diferença significativa ($P=0,0544$) na massa de forragem (Tabela 6). Os efeitos do manejo primaveril foram observados na variável massa de forragem e participação de colmos na massa de forragem. A adoção do rebaixamento primaveril resultou em diminuição de 15 % na massa de forragem pós-pastejo ($P = 0,0005$) para o verão (Tabela 6). Em relação a participação de colmos na massa de forragem pós-pastejo, pastos submetidos ao rebaixamento primaveril apresentaram 16,89 % mais colmos ($P = 0,0013$) do que os pastos não submetidos ao rebaixamento primaveril no verão (Tabela 6).

Tabela 6 – Massa de forragem (MF – kg MS ha⁻¹), índice de área foliar (IAF), componentes morfológicos de folha, colmo, material morto e outras espécies (%) em estrutura pré e pós pastejo no período de verão em pastos formados por festuca e capim-quiçui, cultivados em mistura, e submetidos a diferentes alturas de manejo (15 e 20 cm) e duas estratégias de manejo primaveril (presença ou ausência de rebaixamento)

Variável	Pré pastejo - verão					
	Altura (cm)		EPM	Manejo Primaveril		
	15	20		AR	PR	EPМ
MF	4335	4449	144	4461	4322	144
IAF pasto	3,28	3,47	0,11	3,23	3,52	0,11
% folhas pasto	36,34	40,98	1,11	38,64	38,68	1,11
% colmo pasto	21,93	20,99	0,71	20,46	22,45	0,72
% material morto	35,67	34,57	1,11	37,1 ^a	33,1 ^b	1,11
% invasoras	5,67 ^a	3,57 ^b	0,52	4,1	5,1	0,52
Variável	Pós pastejo - verão					
	Altura (cm)		EPM	Manejo Primaveril		
	15	20		AR	PR	EPМ
MF	3602 ^b	3913 ^a	111	4050 ^a	3466 ^b	111
IAF pasto	1,34	1,35	0,11	1,47	1,21	0,11
% folhas pasto	19,14	19,28	1,08	19,95	18,47	1,08
% colmo pasto	23,46	25,96	0,94	22,43 ^b	26,99 ^a	0,94
% material morto	50,22	52,79	1,14	52,70	50,30	1,14
% invasoras	4,81	5,52	1,36	5,23	5,08	1,36

Valores seguidos da mesma letra minúscula na linha, não diferem entre si ($P>0,05$). AR = ausência de rebaixamento; PR = presença de rebaixamento; EPM = Erro-padrão da média. Fonte: elaborado pelo autor, 2020.

No período hibernal em estrutura pré-pastejo, não houve efeito do rebaixamento primaveril sobre as variáveis analisadas mas apenas do manejo de desfolha. Assim, houveram incrementos no IAF do pasto ($P = 0,0077$) e participação de colmo na estrutura do dossel ($P = 0,0067$) para os pastos manejados em altura pré-pastejo de 20 cm no inverno, com incrementos de aproximadamente 13,5 e 15 % no IAF e participação de colmos, respectivamente (Tabela 7). Já para a participação de plantas invasoras na composição do pasto, observou-se que, no inverno, pastos manejados na maior altura (20 cm) apresentaram redução de 40% na

participação de outras espécies na massa de forragem ($P = 0,0030$) em comparação aos pastos manejados na menor altura (Tabela 7).

Em relação a estrutura pós-pastejo no inverno, não foi observado efeito do manejo primaveril e tampouco pelas diferentes alturas de manejo, com exceção da participação de material morto e plantas invasoras (Tabela 7). A participação de plantas invasoras na amostra de forragem foi 39,19 % maior ($P = 0,0477$) nos pastos manejados à 15 cm em estrutura pós-pastejo no inverno (Tabela 7).

Tabela 7 - Massa de forragem (MF – kg MS ha⁻¹), índice de área foliar (IAF), componentes morfológicos de folha, colmo, material morto e outras espécies (%) em estrutura de pré e pós-pastejo no período de inverno em pastos formados por festuca e capim-quicuiu, cultivados em mistura, e submetidos a diferentes alturas de manejo (15 e 20 cm) e duas estratégias de manejo primaveril (presença ou ausência de rebaixamento).

Variável	Pré pastejo - Inverno					
	Altura (cm)		EPM	Manejo Primaveril		
	15	20		AR	PR	EPМ
MF	3211	3454	225	3471	3195	225
IAF pasto	2,69 ^b	3,11 ^a	0,10	2,98	2,83	0,10
% folha pasto	46,13	48,67	1,88	47,57	47,23	1,88
% colmo pasto	13,85 ^b	16,29 ^a	0,60	15,71	14,43	0,60
% material morto	31,89	31,60	2,00	32,74	30,76	2,01
% invasoras	3,3 ^a	1,98 ^b	0,29	2,26	3,01	0,29
Variável	Pós pastejo - Inverno					
	Altura (cm)		EPM	Manejo Primaveril		
	15	20		AR	PR	EPМ
MF	2410	2724	113	2606	2519	112
IAF pasto	0,93	0,95	0,06	0,95	0,93	0,06
% folha pasto	22,23	20,99	1,16	22,7	20,42	1,16
% colmo pasto	19,52	20,14	0,79	19,89	19,77	0,79
% invasoras	3,98 ^a	2,42 ^b	0,53	3,00	3,40	0,53

Valores seguidos da mesma letra minúscula na linha, não diferem entre si ($P > 0,05$). AR = ausência de rebaixamento; PR = presença de rebaixamento; EPM = Erro-padrão da média. Fonte: elaborado pelo autor, 2020.

No verão, houve efeito de interação entre altura de manejo e rebaixamento primaveril para as variáveis IAF de quicuiu ($P=0,0149$), porcentagem de folha ($P=0,0197$) e colmo de capim-quicuiu ($P=0,0372$) e colmo de festuca ($P=0,0003$) em estrutura pós-pastejo. Com relação ao IAF, folha e colmo do capim-quicuiu percebe-se que os pastos manejados à 20 cm não rebaixados apresentaram os menores valores em comparação aos demais tratamentos, os quais não diferiram entre si (Tabela 8). Para a variável colmo de festuca, em contrapartida, observou-se maior proporção nos pastos não rebaixados se comparados aos demais (Tabela 8).

Tabela 8 - Efeitos de interação do IAF, folha e colmo de capim-quicuiu e colmo de festuca no período de verão em pastos mistos formados por festuca e capim-quicuiu, manejados em diferentes alturas em pré-pastejo (15 e 20 cm) e diferentes manejos primaveris (ausência ou presença de rebaixamento).

IAF de capim-quicuiu			
Manejo	Altura (cm)		
Primaveril	15	20	EPM
AR	0,57 ^{Aa}	0,22 ^{Bb}	0,06
PR	0,52 ^{Aa}	0,59 ^{Aa}	0,06
EPM	0,05	0,06	
Folha de capim-quicuiu (%)			
AR	6,23 ^{Aa}	2,29 ^{Bb}	0,82
PR	5,66 ^{Aa}	5,75 ^{Aa}	0,84
EPM	0,81	0,85	
Colmo de capim-quicuiu (%)			
AR	13,01 ^{Aa}	7,00 ^{Ba}	2,15
PR	13,02 ^{Aa}	16,25 ^{Aa}	2,15
EPM	2,07	2,23	
Colmo de festuca (%)			
AR	10,32 ^{Ab}	15,42 ^{Aa}	1,19
PR	11,50 ^{Aa}	6,91 ^{Bb}	1,25
EPM	1,15	1,3	

Valores seguidos da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si ($P>0,05$). AR = Ausência de rebaixamento; PR = Presença de rebaixamento; EPM = Erro-padrão da média.

Fonte: elaborado pelo autor, 2020.

Para a participação de material morto na composição da massa de forragem no inverno, em estrutura pós-pastejo, observou-se que os pastos manejados na menor altura e que não foram submetidos ao rebaixamento primaveril apresentaram, em média, 12 % menos material morto ($P = 0,0059$) (Tabela 9) em comparação aos demais tratamentos.

Tabela 9 - Participação de material morto (%) em estrutura pós-pastejo no período de inverno, em pastos formados por festuca e capim-quicuiu, cultivados em mistura, e submetidos a diferentes alturas de manejo (15 e 20 cm) e duas estratégias de manejo primaveril (presença ou ausência de rebaixamento).

Manejo	Altura (cm)		
Primaveril	15	20	EPM
AR	49,97 Bb	57,45 Aa	1,78
PR	56,16 Aa	53,08 Aa	1,81
EPM	1,69	1,91	

Valores seguidos da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si ($P>0,05$). AR = Ausência de rebaixamento; PR = Presença de rebaixamento; EPM = Erro-padrão da média.

Fonte: elaborado pelo autor, 2020.

DISCUSSÃO

A interação entre altura e rebaixamento influenciou a produção global de forragem dos pastos, onde os pastos não rebaixados manejados a 20 cm apresentaram maior produção (Figura 4), rejeitando-se assim a segunda hipótese do estudo. Este efeito pode ter ocorrido devido a um atraso na reconstrução do dossel nos pastos rebaixados, levando a menor produção dos mesmos. Além disso, os distúrbios frequentes aplicados nos pastos de 15 cm (Tabela 1), principalmente no verão, afetaram negativamente a festuca, permitindo um equilíbrio dinâmico na população das duas espécies (Tabela 4), confirmando, em parte, a primeira hipótese do estudo. A plasticidade fenotípica inerente a cada uma das espécies permite que em condições distintas de manejo ocorram adaptações morfológicas, como o aumento do número de perfilhos, resultando em renovação e produção constante de tecidos para assegurar a fotossíntese e a competitividade por luz e nutrientes (HODGSON, 1990; MIQUELOTO et al., 2020a).

Estas adaptações morfológicas, dentro da amplitude de manejo aplicada, permitiram que a taxa de acúmulo de forragem fosse sendo modulada conforme o manejo e as épocas do ano. Como os pastos de 15 cm sofriam mais distúrbios, os pastos de 20 cm não rebaixados eram favorecidos pela menor frequência de distúrbios, sendo a festuca a espécie dominante no verão (Tabela 4) e, portanto, a que mais contribuía no acúmulo. Por esta razão, o acúmulo de forragem foi maior nos pastos manejados a 20 cm no verão (Tabela 2) e nos de 20 cm não rebaixados, durante o inverno (Tabela 3). Um outro fator que ajuda a explicar as diferenças na produção global de forragem é a preferência dos animais no momento do pastejo, pois os animais preferem a festuca e, como consequência, consomem mais o capim-quicuiu. Em função disso, por ser subpastejada, a festuca conseguiria acumular e produzir mais.

Apesar de produzirem mais forragem, observou-se que os pastos manejados a 20 cm levaram mais tempo para atingir as metas de manejo (Tabela 1), onde os pastos não rebaixados tiveram 10 ciclos de pastejo, os de 20 cm rebaixados tiveram apenas 8 ciclos de pastejo ao passo que os pastos de 15 cm (rebaixados ou não) tiveram 12 ciclos de pastejo, com intervalos de rebrota de 30 dias. Essa menor velocidade de crescimento nos pastos de 20 cm rebaixados se deu exatamente pela maior severidade de desfolha imposta na primavera, resultando numa lenta recuperação. Somado a isso, pastos manejados em menor altura apresentaram maior número de ciclos de pastejo, compensando assim a produção anual de forragem. O aumento na população de plantas observado nos pastos de menor altura (dados não apresentados) permitiram que houvesse uma manutenção da população pela compensação tamanho:densidade de perfilhos

(MATTHEW et al., 1995; DUCHINI et al., 2014; SBRISSIA et al., 2018) de tal modo que a produção de forragem não fora comprometida.

Demonstrando o acúmulo de forragem em diferentes alturas de manejos, alguns autores já atentavam para produções similares dentro de uma amplitude de manejo dos pastos. Sbrissia et al. (2018) trabalhando com capim-quicuiu demonstrou que pastos manejados entre 15 e 25 cm de altura apresentavam acúmulo líquido de forragem similar. Em trabalho realizado por Mezzalira et al. (2014) em pastos de gramíneas C₃ (*Avena strigosa*) e C₄ (*Cynodon* spp. - tifon 85), os autores observaram que com o aumento na altura de manejo dos dois pastos, houve um aumento na massa de folhas, porém, ao fazer uma relação da massa de folhas com a massa total e comparando os pastos mais altos com os mais baixos, percebe-se que nos pastos mais altos há uma menor proporção de folhas se comparados aos pastos mais baixos, apesar de haver maior quantidade de forragem. Isso demonstra que a eficiência produtiva tende a diminuir, pois os incrementos de folhas em pastos mais altos são menores que os incrementos de colmos e material morto, similarmente ao relatado por Miqueloto et al., (2020b).

Verifica-se na Tabela 4 que a participação de festuca e do capim-quicuiu no verão é de, aproximadamente 50% nos pastos manejados à 15 cm, independentemente do rebaixamento, ao passo que os pastos mais altos (20 cm) não rebaixados apresentam maior proporção de festuca (~66%) e nos rebaixados, maior proporção de capim-quicuiu (Tabela 4). Devido ao hábito de crescimento do capim-quicuiu, sendo competidor de recursos com elevada plasticidade fenotípica (BÉLANGER; GASTAL, 2000; SBRISSIA et al., 2018), notam-se as variações inerentes ao rebaixamento primaveril (distúrbio), mas não em função das alturas de manejo. Já nos pastos de 20 cm não rebaixados no verão, o fator luz não influenciou diretamente o capim-quicuiu, pois o mesmo ocupava menos da metade da área (Tabela 4) mesmo com os pastos sendo adubados nesta época. Ao manejar de forma leniente a festuca, a tendência é de ela dominar a área, haja vista que é tolerante aos estresses abióticos, os quais afetam drasticamente o capim-quicuiu. Contrariamente, ao realizar o rebaixamento na primavera nestes pastos houve uma diminuição da população de festuca, com proporções similares aos pastos de 15 cm (Tabela 4), mostrando assim uma tendência ao reequilíbrio gradual da mistura (FRANZLUEBBERS; SEMAN; STUDEMANN, 2013; MIQUELOTO et al., 2020b; WEIGELT et al., 2009).

Em pastos mistos de festuca e capim-quicuiu manejados em 7, 12 e 17 cm (sob lotação contínua), Miqueloto et al., (2020a) relataram que a população de perfilhos de capim-quicuiu

diminuiu drasticamente com o aumento das alturas de manejo dos pastos, onde os pastos de 7 cm tinham maior população, diminuindo quase pela metade nos pastos de 12 cm e praticamente desaparecendo da área nos pastos de 17 cm, em dois anos de avaliações. Avaliando a proporção destas espécies na área, Miqueloto et al. (2020b) relataram que nos pastos mais altos, ao fim do período experimental, a proporção de festuca e capim-quicuiu na área eram de 81,3 e 18,7%, respectivamente.

No inverno, as mudanças populacionais são drásticas, uma vez que o capim-quicuiu é fortemente afetado pelas baixas temperaturas e, principalmente, pelas geadas (Figura 1). Dessa forma, por a festuca ser a única espécie hibernal na mistura e tolerar geadas há uma dominância natural neste período, com proporções de mais de 95% (Tabela 5), independente das condições de manejo avaliadas. Tais resultados se assemelham aos encontrados por Miqueloto et al., (2020b), onde a população de capim-quicuiu era maior no período estival, enquanto no inverno sua população foi reduzida para 4%.

Ao relacionar a participação de espécies na área com as adaptações morfológicas do pasto no pré-pastejo, percebe-se que no verão, não se constatou diferença quanto ao IAF do pasto (Tabela 6). A inalteração do IAF do pasto entre as alturas de manejo e rebaixamentos (Tabela 6) é resultado da plasticidade das espécies no quesito tamanho e densidade de perfilhos, mantendo o IAF constante em diferentes faixas de manejos através da regulação populacional (Matthew et al., 1995). Nos pastos não rebaixados, a proporção de material morto foi maior em pré-pastejo no verão (Tabela 6), uma vez que não houve remoção da biomassa vegetal ali presente o que levou ao aumento da quantidade de folhas velhas e fotossinteticamente ineficientes, que, consequentemente, contribuíram para uma maior proporção de tecido vegetal morto (GASTAL; LEMAIRE, 2015; SBRISSIA et al., 2018).

Em condição de pós-pastejo no verão (Tabela 6) os pastos não rebaixados tiveram maior massa de forragem e menor proporção de colmos, o que se deve, majoritariamente, pela alta proporção de festuca na área (Tabela 4), explicando assim a menor presença de colmos, pois o capim-quicuiu possui muitos estolões que podem contribuir com a massa de forragem. Além disso, como a festuca apresenta hábito de crescimento cespitoso e normalmente é preterida pelos animais (avaliação visual), é esperado que haja maior consumo do capim-quicuiu em detrimento da festuca. Alguns autores relatam que o capim-quicuiu apresenta bons valores de proteína bruta, digestibilidade e baixo teor de fibra devido ao seu rápido crescimento e renovação de tecidos, resultando assim em um bom valor nutritivo, sendo bem consumido pelos

animais em sistemas de criação de leite (GARCÍA et al., 2014; REEVES; FULKERSON; KELLAWAY, 1996).

Na época do inverno, os pastos de 20 cm tiveram maior IAF, percentual de colmo e menor percentual de invasoras se comparados aos pastos de 15 cm (Tabela 7). Esta diferença se dá pela mudança na participação de espécies, onde a predominância da festuca desde o verão (no 20 AR, principalmente) promoveu uma estruturação prévia desses pastos, favorecendo sua dominância no inverno (Tabela 5). Além disso, o capim-quicuiu, por não suportar geadas, teve seu aparato fotossintético prejudicado, em função das baixas temperaturas (Figura 1) e geadas observadas no inverno (GARCÍA et al., 2014; MARAIS, 2001).

A maior proporção de invasoras foi observada nos pastos manejados a 15 cm, independente do rebaixamento primaveril em ambas as épocas do ano (Tabela 6 e 7), uma vez que pastos manejados mais baixos possibilitam uma maior incidência de luz e espaços no dossel do pasto, principalmente no inverno com a menor população de capim-quicuiu, fornecendo mais condições para o desenvolvimento de outras espécies. Plantas invasoras são consideradas ruderais, conforme a classificação de Grime (1977), por serem aptas a crescerem em condições desfavoráveis para grande das espécies exploradas economicamente, uma vez que são plantas baixas, com alta produção de sementes, capacidade limitada de se espalhar na área, florescimento no fim do período favorável de crescimento e curta longevidade das folhas.

Os resultados de pós pastejo no verão (Tabela 6), no inverno (Tabela 7) e dos componentes botânicos nas Tabelas 8 e 9 sugerem que o estrato residual favorece o rebrote da festuca nos pastos não submetidos ao rebaixamento, mesmo em condições ambientais que atuam favorecendo, prioritariamente, o capim-quicuiu, uma vez que fora observado maior IAF residual e participação de folhas de festuca em pastos não rebaixados em estrutura pós-pastejo (Tabela 6 e 7). Em contrapartida, os menores valores de IAF de capim-quicuiu, participação de folhas e colmos de capim-quicuiu e maiores valores residuais de colmos de festuca nos pastos manejados em 20 cm submetidos ao rebaixamento primaveril (Tabela 8) evidenciam que a estrutura pós-pastejo no verão torna mais favorável a rebrota da festuca nos pastos supracitados, relacionando-se diretamente com os dados de produção global (Figura 4), acúmulo de forragem (Tabela 2 e 3) e proporção de espécies na área (Tabela 4), pois neste cenário a velocidade de rebrota é maior, por haver maior IAF e tecidos foliares residuais, capazes de regenerar rapidamente o pasto (HODGSON, 1990) o que justifica nossos resultados de participação similar das espécies na composição do pasto no verão.

No período de inverno a estrutura do pasto em pós-pastejo (Tabela 5) é totalmente diferente da observada no verão por conta das mudanças na proporção de espécies em função da estação do ano (Tabela 2). Pelo fato de o capim-quicuiu ter sido minimizado na área, a maior proporção de invasoras é uma consequência, pois começam a surgir espaços vazios, os quais são ocupados por plantas invasoras hibernais, conforme relatado por Franzluebbers; Seman; Stuedemann (2013) durante avaliações em pastos mistos de festuca e capim-bermuda quando submetidos a condições de desfolhações mais frequentes.

O IAF do capim-quicuiu em condição de pós-pastejo no inverno é irrisório, pois suas folhas são fortemente afetadas pelas geadas e tal valor representa apenas uma fração que rebrota nos dias quentes (tal como no pré-pastejo), não contribuindo no acúmulo e produção dos pastos. A quantidade de colmos é superior nos tratamentos de 15 cm e estes são essenciais no rebrote do capim-quicuiu no período de primavera subsequente. Em pastos mistos de festuca e capim-bermuda adubados durante todo o ano, Read; Lang; Adeli (2014) relataram que ao longo de dois anos as espécies coexistiram, graças ao hábito de crescimento estolonífero do capim-bermuda que permitiu uma rebrota satisfatória na estação seguinte.

CONCLUSÕES

O rebaixamento primaveril modula a composição botânica de pastos mistos formados por *Festuca arundinacea* e *Pennisetum clandestinum*, no entanto, o processo de acúmulo de forragem é variável conforme as condições de manejo avaliadas.

O rebaixamento realizado na primavera resulta em diferença na produção anual de forragem dos pastos formados por festuca e capim-quicuiu, nas diferentes alturas de manejo avaliadas.

Com base nestes resultados, a utilização dos pastos manejados mais baixos (15 cm) é mais viável em condições práticas, pois além de acelerar a rebrota dos mesmos, tem mais ciclos de pastejo. Os pastos de 15 cm rebaixados na primavera apresentam maior participação de folhas de capim-quicuiu.

REFERÊNCIAS

- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; DE MORAES, G.; LEONARDO, J.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, [s. l.], v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.
- BÉLANGER, G.; GASTAL, F. Nitrogen utilization by forage grasses. **Canadian Journal of Plant Science**, [s. l.], v. 80, n. 1, p. 11–20, 2000.
- BERENDSE, F.; ELBERSE, W. T. Competition and nutrient availability in heathland and grassland ecosystems. **Perspectives on plant competition**, [s. l.], p. 93, 1990.
- CARDINALE, B. J.; GROSS, K.; FRITSCHIE, K.; FLOMBAUM, P.; FOX, J. W.; RIXEN, C.; VAN RUIJVEN, J.; REICH, P. B.; SCHERER-LORENZEN, M.; WILSEY, B. J. Biodiversity simultaneously enhances the production and stability of community biomass, but the effects are independent. **Ecology**, [s. l.], v. 94, n. 8, p. 1697–1707, 2013.
- CASAL, J. J.; DEREGIBUS, V. A.; SÁNCHEZ, R. A. Variations in Tiller Dynamics and Morphology in *Lolium multiflorum* Lam. Vegetative and Reproductive Plants as affected by Differences in Red/Far-Red Irradiation. **Annals of Botany**, [s. l.], v. 56, n. 4, p. 553–559, 1985.
- CRUSH, J. R.; ROWARTH, J. S. The role of C4 grasses in New Zealand pastoral systems. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, [s. l.], v. 50, n. 2, p. 125–137, 2007.
- DENGLER, N. G.; DENGLER, R. E.; DONNELLY, P. M.; HATTERSLEY, P. W. Quantitative leaf anatomy of C3 and C4 Grass (poaceae) Bundle sheath and Mesophyll surface area relationships. **Annals of Botany**, [s. l.], v. 73, n. 3, p. 241–255, 1994.
- DEREGIBUS, V. A.; SÁNCHEZ, R. A.; CASAL, J. J. Effects of light quality on tiller production in *lolium* spp. **Plant Physiology**, [s. l.], v. 72, n. 3, p. 900–902, 1983.
- DOS SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; DOS ANJOS, L. H. C.; DE OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; DE ALMEIDA, J. A.; DE ARAUJO FILHO, J. C.; DE OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. Brazilian Soil Classification System. **Embrapa Solos-Livro técnico (INFOTECA-E)**, [s. l.], 2018.
- DUCHINI, P. G.; GUZATTI, G. C.; ECHEVERRIA, J. R.; AMÉRICO, L. F.; SBRISSIA, A. F. Experimental evidence that the perennial grass persistence pathway is linked to plant growth strategy. **PLoS ONE**, [s. l.], v. 13, n. 11, p. 1–15, 2018.
- DUCHINI, P. G.; GUZATTI, G. C.; RIBEIRO FILHO, H. M. N.; SBRISSIA, A. F. Tiller size/density compensation in temperate climate grasses grown in monoculture or in intercropping systems under intermittent grazing. **Grass and Forage Science**, [s. l.], v. 69, n. 4, p. 655–665, 2014.
- EASTON, H. S.; LEE, C. K.; FITZGERALD, R. D. Tall fescue in Australia and New Zealand. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, [s. l.], v. 37, n. 3, p. 405–417, 1994.

FIRBANK, L. G.; WATKINSON, A. R. On the effects of competition: from monocultures to mixtures. **On the effects of competition: from monocultures to mixtures.**, [s. l.], p. 165–192, 1990.

FRANZLUEBBERS, A. J.; SEMAN, D. H.; STUEDEMANN, J. A. Forage dynamics in mixed tall fescue-bermudagrass pastures of the Southern Piedmont USA. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, [s. l.], v. 168, p. 37–45, 2013.

GARCÍA, S. C.; ISLAM, M. R.; CLARK, C. E. F.; MARTIN, P. M. Kikuyu-based pasture for dairy production: A review. **Crop and Pasture Science**, [s. l.], v. 65, n. 8, p. 787–797, 2014.

GASTAL, F.; LEMAIRE, G. Defoliation, Shoot Plasticity, Sward Structure and Herbage Utilization in Pasture: Review of the Underlying Ecophysiological Processes. **Agriculture**, [s. l.], v. 5, n. 4, p. 1146–1171, 2015.

GLASS, A. D. M. Nitrogen Use Efficiency of Crop Plants: Physiological Constraints upon Nitrogen Absorption. **Critical Reviews in Plant Sciences**, [s. l.], v. 22, n. 5, p. 453–470, 2003.

GRIME, J. P. Vegetation classification by reference to strategies. **Nature**, [s. l.], v. 250, n. 5461, p. 26–31, 1974.

GRIME, J. P. **Evidence for the Existence of Three Primary Strategies in Plants and Its Relevance to Ecological and Evolutionary Theory**, 1977.

HECTOR, A.; HAUTIER, Y.; SANER, P.; WACKER, L.; BAGCHI, R.; JOSHI, J.; SCHERER-LORENZEN, M.; SPEHN, E. M.; BAZELEY-WHITE, E.; WEINLENMANN, M.; CALDEIRA, M. C.; DIMITRAKOPoulos, P. G.; FINN, J. A.; HUSS-DANELL, K.; JUMPPONEN, A.; MULDER, C. P. H.; PALMBORG, C.; PEREIRA, J. S.; SIAMANTZIOURAS, A. S. D.; TERRY, A. C.; TROUMBIS, A. Y.; SCHMID, B.; LOREAU, M. General stabilizing effects of plant diversity on grassland productivity through population asynchrony and overyielding. **Ecology**, [s. l.], v. 91, n. 8, p. 2213–2220, 2010.

HODGSON, J. **Grazing management. Science into practice.** [s.l.] : Longman Group UK Ltd., 1990.

MARAIS, J. **Factors affecting the nutritive value of kikuyu grass (*Pennisetum clandestinum*)—a review**, 2001.

MATTHEW, C. et al. A modified self-thinning equation to describe size/density relationships for defoliated swards. **Annals of botany**, v. 76, n. 6, p. 579–587, 1995

MEZZALIRA, J. C.; DE FACCIO CARVALHO, P. C.; FONSECA, L.; BREMM, C.; CANGIANO, C.; GONDA, H. L.; LACA, E. A. Behavioural mechanisms of intake rate by heifers grazing swards of contrasting structures. **Applied Animal Behaviour Science**, [s. l.], v. 153, p. 1–9, 2014.

MIQUELOTO, T.; BERNARDON, A.; WINTER, F. L.; FISCHER SBRISSIA, A. Population Dynamics in Mixed Canopies Composed of Kikuyu-Grass and Tall Fescue. **Agronomy**, [s.

l.], v. 10, n. 5, p. 684, 2020. a.

MIQUELOTO, T.; WINTER, F. L.; BERNARDON, A.; CAVALCANTI, H. S.; DE MEDEIROS NETO, C.; MARTINS, C. D. M.; SBRISSIA, A. F. Canopy structure of mixed kikuyugrass–tall fescue pastures in response to grazing management. **Crop Science**, [s. l.], v. 60, n. 1, p. 499–506, 2020. b.

OLIVEIRA, M. Produção da pecuária municipal 2018. **Catalog of the Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, [s. l.], v. 84, n. 01014234, p. 1–8, 2019.

PITMAN, W. D. Response of a Georgia 5 tall fescue-common bermudagrass mixture to season of nitrogen fertilization on the Coastal Plain. **Journal of Plant Nutrition**, [s. l.], v. 22, n. 10, p. 1509–1517, 1999.

READ, J. J.; LANG, D. J.; ADELI, A. Effects of seasonal nitrogen on binary mixtures of tall fescue and bermudagrass. **Agronomy Journal**, [s. l.], v. 106, n. 5, p. 1667–1676, 2014.

READ, J. J.; LANG, D. J.; AIKEN, G. E. Seasonal nitrogen effects on nutritive value in binary mixtures of tall fescue and bermudagrass. **Grass and Forage Science**, [s. l.], v. 72, n. 3, p. 467–480, 2017.

REEVES, M.; FULKERSON, W. J.; KELLAWAY, R. C. Forage quality of kikuyu (*Pennisetum clandestinum*): The effect of time of defoliation and nitrogen fertiliser application and in comparison with perennial ryegrass (*Lolium perenne*). **Australian Journal of Agricultural Research**, [s. l.], v. 47, n. 8, p. 1349–1359, 1996.

SAS. **SAS 9.0 user's guide**. [s.l.] : Sas Institute, 2004.

SAXENA, P.; HUANG, B.; BONOS, S. A.; MEYER, W. A. Photoperiod and temperature effects on rhizome production and tillering rate in tall fescue [*Lolium arundinaceum* (Schreb.) Darby.]. **Crop Science**, [s. l.], v. 54, n. 3, p. 1205–1210, 2014.

SBRISSIA, A. F.; DUCHINI, P. G.; ECHEVERRIA, J. R.; MIQUELOTO, T.; BERNARDON, A.; AMÉRICO, L. F. Produção animal em pastagens cultivadas em regiões de clima temperado da América Latina. In: **XXV REUNIÓN DE LA ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE PRODUCCIÓN ANIMAL 2017, Anais...** [s.l: s.n.]

SBRISSIA, A. F.; DUCHINI, P. G.; ZANINI, G. D.; SANTOS, G. T.; PADILHA, D. A.; SCHMITT, D. Defoliation strategies in pastures submitted to intermittent stocking method: Underlying mechanisms buffering forage accumulation over a range of grazing heights. **Crop Science**, [s. l.], v. 58, n. 2, p. 945–954, 2018.

TANNAS, S.; HEWINS, D. B.; BORK, E. W. Isolating the role of soil resources, defoliation, and interspecific competition on early establishment of the late successional bunchgrass *Festuca campestris*. **Restoration Ecology**, [s. l.], v. 23, n. 4, p. 366–374, 2015.

TOYOTA, M.; TATEWAKI, N.; MOROKUMA, M.; KUSUTANI, A. Tillering responses to high red/ far-red ratio of Four Japanese wheat cultivars. **Plant Production Science**, [s. l.], v. 17, n. 2, p. 124–130, 2014.

VOLENEC, J. J.; NELSON, C. J.; BARNES, R. F.; COLLINS, M.; MOORE, K. J. Environmental aspects of forage management. In: **Forages: an introduction to grassland agriculture**. [s.l: s.n.]. p. 99–124.

WEIGELT, A.; WEISSE, W. W.; BUCHMANN, N.; SCHERER-LORENZEN, M. Biodiversity for multifunctional grasslands: Equal productivity in high-diversity low-input and low-diversity high-input systems. **Biogeosciences**, [s. l.], v. 6, n. 8, p. 1695–1706, 2009.