

INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CÂMPUS CANOINHAS  
AGRONOMIA

Juliana Moraes

**MORFOGÊNESE DA FESTUCA SUBMETIDA A DIFERENTES DOSES  
DE NITROGÊNIO**

Canoinhas – SC (2022)

Juliana Moraes

**MORFOGÊNESE DA FESTUCA SUBMETIDA A DIFERENTES DOSES  
DE NITROGÊNIO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
ao Curso de Bacharelado em Agronomia do  
Câmpus Canoinhas do Instituto Federal de  
Santa Catarina como requisito parcial à  
obtenção do título de **Engenheira Agrônoma**.

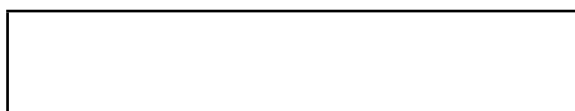
Orientador  
João Paulo Pereira Paes

Canoinhas – SC (2022)

Juliana Moraes

**Morfogênese da Festuca submetida a diferentes doses de Nitrogênio**

Este trabalho foi aprovado pela banca examinadora composta por João Paulo Pereira Paes, Geraldo José Rodrigues e Leandro Roberto da Cruz, na data 26 de maio de 2023, cujas notas e assinaturas constam em Ata de Defesa/Ficha de Avaliação. Por fim, as considerações propostas pela Banca foram incorporadas no trabalho, estando este apto para arquivamento.



Dr. João Paulo Pereira Paes

Instituto Federal de Santa Catarina

## AGRADECIMENTOS

O conjunto de palavras mais belas não seriam capazes de expressar o tamanho da minha gratidão por todos os participantes da minha jornada até aqui.

Agradeço a Deus, pelo dom da vida e pelo infinito amor. Sem ti nada sou.

Agradeço a minha família, em especial a minha mãe Lucimar, por toda ajuda, carinho e por ser o meu porto seguro. Ao meu avô Ereneu, por todo incentivo e apoio a seguir o seu mesmo caminho em trabalhar com o agro, e por estar ao meu lado em todos os momentos que eu precisei de carinho paterno. Agradeço também a minha irmã Luana, meu cunhado Cleberton e a minha sobrinha Analu, por acreditarem em mim e estarem sempre ao meu lado. Agradeço a minha vó Marlene, por todo carinho recebido. Agradeço ao meu pai João, o qual sinto muito amor e respeito.

Agradeço a minha melhor amiga Samanda, a qual eu dividi todos os momentos vividos durante os 5 anos de faculdade, por toda ajuda neste projeto e demais trabalhos realizados e por me inserir em sua vida de uma forma tão leve e única. Você é muito especial.

Agradeço ao professor Dr. Geraldo José Rodrigues, por ter acreditado no meu potencial e apoiado a ideia deste trabalho. Agradeço por cada conselho e pela amizade construída.

Agradeço ao meu orientador, o professor Dr. João Paulo Pereira Paes, por todo auxílio, ensinamentos e por colaborar com o meu crescimento profissional.

Agradeço a minha colega Andressa, a qual devo muito reconhecimento pela valiosa ajuda oferecida durante a execução deste trabalho.

Agradeço aos servidores do IFSC - Canoinhas, em especial o Cleiton e o Mauro, por não medirem esforços para auxiliar o meu trabalho. Agradeço também a zeladora Elisabete, que eu carinhosamente chamo de “Tia Beti”, por toda palavra de apoio e pelos calorosos abraços recebidos.

Agradeço aos meus amigos que de alguma forma me ajudaram durante o TCC. Agradeço também pela amizade que construímos durante a graduação e que continuará presente em minha vida.

Agradeço a todos os professores que participaram da minha jornada acadêmica. E a todas as pessoas que de alguma forma contribuíram.

Gratidão.

## RESUMO

A garantia do fornecimento contínuo de pasto requer conhecimento do desenvolvimento das forrageiras associadas às diferentes práticas agronômicas para o manejo adequado e eficiente. Sendo assim, esta pesquisa teve por objetivo avaliar a morfogênese da festuca (*Festuca arundinacea*) cv. Epagri 312 sob doses de nitrogênio em diferentes épocas do ano, primavera e verão. O experimento foi conduzido na área experimental do IFSC Câmpus Canoinhas. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com quatro tratamentos (0%, 100%, 150% e 200% de N exportado pela planta) com seis repetições e medidas repetidas no tempo (estações do ano). As avaliações foram divididas em ciclos com duração de 45 dias e intervalo de avaliação a cada sete dias. O primeiro ciclo de avaliação foi realizado na estação da primavera, e o segundo ciclo, no verão. Foi realizado rebaixamento do dossel forrageiro da pastagem (para 0,12 m) ao início de cada ciclo avaliativo. Em cada parcela, foram marcados seis perfilhos, os quais foram utilizados para a avaliação da morfogênese, de onde foram originadas as variáveis de taxa de alongamento de folhas e colmo, a taxa de senescência foliar, filocrono, duração de vida da folha, número de folhas vivas e o comprimento final da folha. Não foram observadas influências significativas das doses de nitrogênio sobre as variáveis morfogênicas. Foram encontradas as maiores médias de taxa de alongamento e aparecimento foliar na estação da primavera. A maior taxa de senescência foliar foi encontrada na estação do verão, com média de 0,2155 cm perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>. A festuca apresentou valores altos de filocrono na estação do verão (362 Graus-dia). O número de folhas vivas foi o mesmo ao longo das estações. As estações do ano influenciam significativamente na morfogênese da Festuca.

**Palavras-chave:** Gramínea perene; Filocrono; Perfilhos marcados; *Festuca arundinacea*.

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil apresenta condições favoráveis para o desenvolvimento e produção de diversas espécies forrageiras de interesse pecuário. A predominância do sistema de produção de bovinos a pasto ainda é muito evidente no país e tem sido o principal recurso alimentar utilizado para os animais ruminantes nos diferentes sistemas de produção animal. Segundo os dados do MapBiomas (2021) a área de pastagem brasileira é de 151 milhões de hectares, o que corresponde, aproximadamente, a 18% do território nacional. Regiões com clima subtropical, como a região sul do Brasil, que são caracterizadas pela grande amplitude térmica anual e ausência de estação seca bem definida, permitem o cultivo de espécies forrageiras hibernais durante as estações mais frias, e estivais nas estações mais quentes, o que possibilita produção animal baseada em pastagens praticamente o ano todo. Esse tipo de sistema demanda menores investimentos econômicos (DIAS-FILHO, 2016) e garante bem estar animal (ALVES et al, 2017). Porém, trata-se de um sistema instável.

A instabilidade se dá ao fato de ocorrer períodos de déficit forrageiro, principalmente no outono e em meados do inverno, devido a utilização de uma matriz forrageira predominantemente baseada em espécies com ciclo produtivo estival e este período coincidir com um período de implantação de espécies anuais com ciclo produtivo hibernal. Este déficit forrageiro também pode ser observado em meados da primavera, quando as espécies hibernais entram em estágio reprodutivo enquanto que as espécies estivais estão iniciando seu desenvolvimento, não estando aptas ao pastejo.

Como alternativa para preencher o vazio forrageiro e amenizar os períodos em que naturalmente há escassez de pasto é recomendado que se utilizem espécies de plantas forrageiras perenes. Em regiões do sul do Brasil com temperaturas médias baixas, as espécies perenes de inverno vêm despertando interesse por parte da pesquisa e do setor produtivo por concentrarem a produção nos períodos que naturalmente ocorrem déficit forrageiro. A espécie perenes de inverno, principalmente a *Festuca arundinacea* Schreb., apresenta alto potencial de uso em regiões de clima Cbf, por apresentar seu período vegetativo em grande parte do ano, principalmente em períodos de vazio forrageiro outono-hibernal (HANISCH; GISLON, 2010; HANISCH et al., 2016). Porém, poucos são os estudos recentes encontrados com essa espécie, principalmente no que se refere ao estudo da morfogênese, visto que se trata de um conhecimento essencial para o manejo adequado e eficiente das forragens.

A partir do estudo da morfogênese é possível descrever os processos de crescimento e dinâmica de geração e expansão da forma da planta no espaço (CHAPMAN; LEMAIRE,

1996), contribuindo para o planejamento, adoção de práticas de manejo eficientes e adequadas a cada planta forrageira (SILVEIRA et al., 2010).

A morfogênese é um elemento fundamental a ser considerado no entendimento da formação da biomassa. Segundo Chapman e Lemaire (1993), a morfogênese é expressa em: taxa de aparecimento foliar, filocrono, expansão de novos órgãos, duração de vida da folha e senescência. A combinação destas variáveis morfogênicas determina os componentes relacionados com as características estruturais das pastagens: comprimento final da folha e número de folhas vivas por perfilho (CHAPMAN; LEMAIRE, 1993). Apesar de serem características determinadas geneticamente, podem ser influenciadas por variáveis do ambiente, como a temperatura (DURU; DUCROCQ, 2000), intensidade da luz (RYLE, 1966; VAN ESBROECK, 1989), nutrientes do solo (THOMAS, 1983; GARCEZ NETO et al., 2002), disponibilidade hídrica (DURAND et al., 1997) e efeitos do pastejo (BARBOSA et al., 2002).

Para que seja alcançado o potencial produtivo da forragem, as condições adequadas do meio e o manejo devem ser levados em consideração. A baixa disponibilidade de nutrientes é um dos fatores que mais interferem na produtividade da forrageira. A adubação nitrogenada tem efeito direto na dinâmica de geração e expansão das plantas, promovendo mudanças nas taxas de aparecimento e alongamento foliar, senescência de folhas e alongamento de caule (ALEXANDRINO et al., 2004; BASSO et al., 2010; BRAZ et al., 2011). Desta forma, o fornecimento de nutrientes em proporções adequadas, particularmente o nitrogênio, assume importância fundamental no processo produtivo de pastagens, visto que o nitrogênio proveniente da mineralização da matéria orgânica do solo, não é suficiente para atender à demanda de gramíneas com alto potencial produtivo (FAGUNDES et al., 2006).

Em decorrência da escassez de informações das características morfogênicas de gramíneas hibernais, este trabalho teve como o objetivo avaliar o efeito das estações do ano (primavera e verão) e dos diferentes níveis de nitrogênio, sobre as características morfogênicas da forrageira festuca, nas condições climáticas do Planalto Norte Catarinense.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental do Instituto Federal de Santa Catarina Câmpus Canoinhas, situada no Planalto Norte Catarinense (26°11' S, 50°22' O e altitude média de 775 m), no período de outubro de 2022 a março de 2023, compreendendo as estações da primavera e verão.

O clima da região, segundo Köppen é do tipo “Cfb” (KOTTEK et al., 2006). Os dados climáticos referentes ao período avaliado foram obtidos pelo Agroconnect (Epagri/Ciram) com base nos dados registrados pela estação meteorológica do IFSC - Câmpus Canoinhas, localizada a 50 metros da área experimental (tabela 1).

**Tabela 1** - Precipitação pluviométrica e temperaturas ocorridas na região de Canoinhas durante o período experimental.

| Mês          | Precipitação (mm) | Temperatura (°C) |        |       |
|--------------|-------------------|------------------|--------|-------|
|              |                   | Mínima           | Máxima | Média |
| Outubro/22   | 172,8             | 14               | 24     | 18,5  |
| Novembro/22  | 51,2              | 13               | 25,5   | 18,5  |
| Dezembro/22  | 164,2             | 16,5             | 28     | 22,17 |
| Janeiro/23   | 174,2             | 17               | 28     | 22,75 |
| Fevereiro/23 | 181,6             | 18               | 27     | 22,5  |
| Março/23     | 100,2             | 17,7             | 27,8   | 22,45 |

Fonte: Agroconnect (Epagri/Ciram), 2023.

O solo do local é classificado como Cambissolo (EMBRAPA, 2006). O resultado da análise química de solo, para a camada de 0,00 a 0,20 m de profundidade foi: pH (SMP) = 5,5; MO = 4,8%; P = 10,0 mg dm<sup>-3</sup>; K = 250,2 mg dm<sup>-3</sup>; Ca = 9,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg = 3,2 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; H + Al = 7,74 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Capacidade de troca de cátions em pH 7,0 = 20,56 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Saturação por bases = 62,36% e argila = 37%. De acordo com a interpretação dos resultados da análise, não houve a necessidade de correção da fertilidade do solo.

A espécie forrageira utilizada no experimento foi a *Festuca arundinacea* cv. Epagri 312, que está estabelecida na área experimental (0,04 ha) há quatro anos. A área experimental foi uniformizada inicialmente por meio do corte da parte aérea a 0,12 m de altura do solo.

Os tratamentos foram distribuídos em testemunha (sem adubação), e três diferentes doses de adubação nitrogenada: 133 kg/ha (100% de N exportado pela planta), 199,5 kg/ha

(150% de N exportado pela planta) e 266 kg/ha (200% de N exportado pela planta), dividido em três momentos de aplicação, sendo a primeira aplicação no mês de Outubro, a segunda aplicação no mês de Janeiro, e a terceira aplicação no mês de Março. O cálculo da adubação nitrogenada na forma de ureia foi baseado na quantidade de nitrogênio exportado pela planta, considerando os resultados da análise de solo, quantidade de nitrogênio na matéria verde da planta e a quantidade de massa seca produzida pela festuca. Utilizando a equação da curva de diluição de Nitrogênio de Américo (2017) foi constatado que é necessário a aplicação de 120 kg de nitrogênio por hectare (considerando a quantidade de nitrogênio na composição da ureia - 45%). A fonte de nitrogênio utilizada foi a uréia, aplicada a lanço após o rebaixamento do pasto.

As avaliações foram divididas em ciclos com duração de 45 dias. O primeiro ciclo de avaliação foi realizado na estação da primavera, e o segundo ciclo, no verão. Foi realizado rebaixamento do dossel forrageiro da pastagem (para 0,12 m) ao início de cada ciclo avaliativo.

Para avaliação da morfogênese, foi utilizado o delineamento em blocos casualizados, com seis repetições e medidas repetidas no tempo. A partir da técnica dos perfilhos marcados (CARRÈRE et al., 1997), foram marcados seis perfilhos em cada parcela em pontos representativos através da avaliação visual de altura e massa de forragem, identificados com fios telefônicos coloridos. Com a utilização de régua milimetrada foram avaliadas nas folhas dos perfilhos marcados o comprimento da lâmina foliar e a classificação da folha em expansão, madura ou senescente. As folhas classificadas como ‘em expansão’ eram consideradas aquelas que não apresentavam suas lígulas expostas e/ou visíveis, ‘maduras’ quando a lígula estava exposta e ‘senescente’ quando parte da lâmina foliar apresentava sinais de senescência (amarelecimento da região apical da folha). O comprimento das folhas foi medido de acordo com o estágio de desenvolvimento. Em folhas maduras, a medida era realizada da ponta da lâmina foliar até a lígula, e o mesmo para folhas em expansão, porém foi considerada a lígula da última folha expandida como referência. Para as folhas em senescência, a medida do comprimento foi realizado da lígula até o ponto onde iniciavam os sinais de senescência. Além das folhas, o comprimento do colmo (colmo + pseudocolmo) também foi medido como sendo a distância entre a base do colmo e a lígula da última folha completamente expandida. Os perfilhos foram avaliados a cada sete dias dentro do período do ciclo de 45 dias. A cada novo ciclo, novos perfilhos foram marcados. A partir da coleta desses dados, utilizando o valor médio dos seis perfilhos avaliados, foi possível calcular a taxa de aparecimento foliar (TApF), taxa de alongamento foliar (TAIF), taxa de alongamento

de colmo (TAIC), taxa de senescência foliar (TSF), filocrono (FILO), duração de vida da folha (DVF), comprimento final da folha (CFF) e número de folhas vivas por perfilho (NFV).

A taxa de aparecimento foliar (TApF) (folhas/graus-dia), foi obtida através da divisão do número de folhas surgidas por perfilho pela soma térmica acumulada durante o ciclo avaliativo. O inverso da TApF corresponde ao filocrono (FILO), definido por Wilhelm e McMaster (1995) como sendo o intervalo de tempo térmico decorrido entre o aparecimento de duas folhas consecutivas, que foi determinado em soma térmica (graus-dia - GD). A soma térmica diária foi calculada a partir da diferença entre a temperatura média diária e a temperatura base da cultura, sendo a temperatura média diária obtida pelos registros da Estação meteorológica do IFSC - Campus Canoinhas, ao longo do ciclo de avaliação e a temperatura base para a festuca igual a 4°C (LEMAIRE; AGNUSDEI, 2000).

A taxa de alongamento foliar (TAIF) (cm perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>), foi estimada pelo tamanho médio de alongamento da lâmina foliar por perfilho dividido pelo número de dias do período de avaliação. A taxa de alongamento de colmo (TAIC) (cm perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>), foi calculada pela média da altura do colmo dos perfilhos dividido pelo número de dias do período de avaliação. A taxa de senescência foliar (TSF) (cm perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>), foi determinada pela divisão da média do comprimento da porção senescente da lâmina foliar por perfilho pelo número de dias do intervalo de avaliações. A duração de vida da folha (DVF) (Graus - dia) foi calculada através do produto entre o número de folhas vivas por perfilho e o filocrono. O número de folhas vivas por perfilho (NFV) (folhas/perfilho), foi determinado pelo número médio de folhas em alongamento e alongadas por perfilho desconsiderando folhas senescentes de cada perfilho. E o comprimento final da Lâmina Foliar (CFF) (cm), foi determinado pelo comprimento médio de todas as folhas presentes no perfilho.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados com quatro tratamentos (0%, 100%, 150% e 200% de N exportado pela planta) e seis repetições com medidas repetidas no tempo (estações do ano).

Os dados foram submetidos à análise de variância, adotando-se o nível de significância de 5% de probabilidade, com medidas repetidas, utilizando o programa R v. 4.2.2 (R Core Team, 2022).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao longo do período experimental foram efetuados dois ciclos de avaliações, correspondendo aos dias 15 de outubro a 25 de novembro (primavera) e 18 de janeiro a 2 de março (verão).

O clima da região do Planalto Norte Catarinense é classificado como Cbf (clima temperado), com verão ameno, sem estação seca e a temperatura média do mês mais quente não ultrapassa 22 °C. Os registros de temperatura ao longo do período experimental estão de acordo com os valores de temperatura ótima para as culturas de inverno (18 °C a 23 °C) relatadas por Moraes e Lustosa (1998). Durante o período avaliado não houve restrição hídrica à cultura, visto que todos os meses tiveram registros de precipitação pluviométrica próximos de 100 milímetros (tabela 1).

Os valores obtidos para a taxa de aparecimento foliar (TApF) não demonstraram efeito das doses de nitrogênio e não apresentaram interações entre os fatores doses e estações do ano, apenas foi verificada diferença significativa ( $P < 0,05$ ) entre as estações de primavera e verão, sendo que a maior taxa foi encontrada no ciclo avaliativo realizado na primavera, de 0,0033 folhas/grau-dia (tabela 2). Este comportamento se explica devido a primavera ser uma estação de crescimento e desenvolvimento vegetativo da festuca, corroborando com os resultados obtidos por Gardner e Albuquerque (1965) em experimentos instalados no Uruguai, constataram que o crescimento da festuca está concentrado no outono, inverno e primavera, enquanto que, a estação do verão, é caracterizado pelo período reprodutivo da festuca. Resultados parecidos foram encontrados com o azevém anual Estanduela 284, o qual apresentou uma taxa de aparecimento foliar média de  $0,0037 \pm 0,0002$  folhas/graus-dia (CONFORTIN et al., 2021), e apesar de ser uma gramínea anual, também se trata de uma espécie com ciclo produtivo hibernal.

Segundo Lemaire e Chapman (1996), a TApF ocupa lugar central na morfogênese da planta, pois tem influência direta sobre cada um dos componentes da estrutura do dossel, interferindo na densidade de perfilhos, número de folhas vivas por perfilho e tamanho da folha. Forrageiras com altas taxas de aparecimento foliar, como é o caso da gramínea *Paspalum notatum* que apresenta uma TApF de 0,0049 folhas/GD (SOARES et al., 2021), são espécies que possuem alta densidade populacional de perfilhos pequenos e com concentração de maior número de folhas pequenas, enquanto que espécies com baixa TApF, como a festuca, possuem baixa densidade populacional de perfilhos grandes, com menor número de folhas grandes (LEMAIRE; AGNUSDEI, 2000).

A TApF é diretamente influenciada pela temperatura, porém, é pouco afetada pela deficiência de nitrogênio em gramíneas temperadas (Lemaire, 1988), explicando os resultados encontrados, visto que as doses de nitrogênio não influenciaram estatisticamente a taxa de aparecimento foliar.

**Tabela 2** - Comportamento da taxa de aparecimento foliar (folhas/perfilho/dia) da *Festuca arundinacea* em função de diferentes estações do ano, submetida a doses de nitrogênio.

| Doses de nitrogênio (%) | Taxa de aparecimento foliar - TApF (folhas/graus-dia) |                    |
|-------------------------|---|--------------------|
|                         | Primavera   | Verão              |
| Testemunha              | 0,0033 ± 0,0003 Aa                                    | 0,0031 ± 0,0002 Ba |
| 100                     | 0,0033 ± 0,0001 Aa                                    | 0,0025 ± 0,0002 Ba |
| 150                     | 0,0033 ± 0,0003 Aa                                    | 0,0025 ± 0,0002 Ba |
| 200                     | 0,0033 ± 0,0000 Aa                                    | 0,0025 ± 0,0002 Ba |

\* Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de tukey, em que maiúsculas distintas nas linhas indicam diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) entre as estações do ano, e minúsculas idênticas nas colunas não indicam diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) entre as doses de nitrogênio.

O mesmo comportamento em relação às estações do ano foi verificado na taxa de alongamento foliar, as quais diferiram estatisticamente ( $P = 0,0049$ ), onde os maiores valores para esta variável foram observados na primavera quando comparados com a estação do verão. No entanto, não apresentou interação significativa entre as doses de nitrogênio e as estações do ano (tabela 3).

A redução da taxa de alongamento foliar acontece, principalmente, pela elevação da temperatura no verão, visto que o seu crescimento fica limitado nestas condições (SCHOFFEL et al., 2012). Segundo Lemaire e Agnusdei (2000) a taxa de expansão foliar responde imediatamente a qualquer mudança de temperatura, de modo que o fluxo de produção de tecido foliar segue exatamente as variações de temperatura. Em estudos de Lemaire e Agnusdei (2000) constataram que a TAlF apresenta um comportamento exponencial, quando a temperatura média diária se apresenta entre 5 e 17 °C para gramíneas C3, o que pode explicar os dados encontrados, visto que as médias de temperatura não foram inferiores a 18°C (tabela 1), dessa forma, a TAlF não apresentou um comportamento exponencial.

Durante as avaliações realizadas no verão, foi verificado que as folhas não completavam a sua expansão e entravam em condições de senescência, conseqüentemente, as taxas de senescência foliar foram elevadas (tabela 6). A redução nas taxas de alongamento

foliar da festuca também foi constatada por Bernardon (2020), com uma redução média de 15% nas avaliações realizadas no primeiro verão no ano de 2016 comparado com o verão de 2017.

Segundo Garcez Neto et al. (2002) o nitrogênio permite o aumento na taxa de alongamento das folhas, estimulando a planta a produzir novas células. Porém, nas condições deste experimento, as doses de nitrogênio não influenciaram na TAlF.

**Tabela 3** - Comportamento da taxa de alongamento foliar (cm perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>) da *Festuca arundinacea* em função de diferentes estações do ano, submetida a doses de nitrogênio.

| Doses de nitrogênio (%) | Taxa de alongamento foliar - TAlF (cm perfilho <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> ) |                     |
|-------------------------|--|---------------------|
|                         | Primavera  | Verão               |
| Testemunha              | 0,3488 ± 0,1048 Aa   | -0,0227 ± 0,0076 Ba |
| 100                     | 0,3906 ± 0,0450 Aa   | 0,0472 ± 0,0172 Ba  |
| 150                     | 0,4019 ± 0,0677 Aa   | 0,1091 ± 0,0414 Ba  |
| 200                     | 0,3681 ± 0,1372 Aa   | 0,15 ± 0,1602 Ba    |

\* Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de tukey, em que maiúsculas distintas nas linhas indicam diferenças significativas (P<0,05) entre as estações do ano, e minúsculas idênticas nas colunas não indicam diferenças significativas (P<0,05) entre as doses de nitrogênio.

O filocrono também sofreu efeito da época do ano (P = 0,0004). No verão, a festuca apresentou os maiores valores de filocrono, conforme representado na tabela 4, com média de 361,69 graus-dia. Este comportamento também foi observado por Bernardon (2020), em que o filocrono da festuca foi de 222 graus-dia no verão, enquanto que os menores valores foram registrados no outono.

Não foram registrados efeitos significativos do filocrono em função das diferentes doses de nitrogênio, o que pode ser explicado devido a renovação lenta dos tecidos da festuca no período estival, não demandando altas concentrações de nutrientes, como o nitrogênio, durante este período (BERNARDON, 2020). Não houve interação significativa entre doses de N e estações do ano.

**Tabela 4** - Filocrono da *Festuca arundinacea* em função das estações do ano e dos níveis de nitrogênio.

| Doses de nitrogênio (%) | Filocrono - FILO (Graus - dia) |                     |
|-------------------------|--------------------------------|---------------------|
|                         | Primavera                      | Verão               |
| Testemunha              | 306,25 ± 17,0139 Ba            | 336,46 ± 11,2153 Aa |
| 100                     | 306,25 ± 25,5208 Ba            | 403,75 ± 22,4306 Aa |
| 150                     | 306,25 ± 17,0139 Ba            | 336,46 ± 29,6728 Aa |
| 200                     | 306,25 ± 0,0000 Ba             | 370,10 ± 19,4254 Aa |

\* Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de tukey, em que maiúsculas distintas nas linhas indicam diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) entre as estações do ano, e minúsculas idênticas nas colunas não indicam diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) entre as doses de nitrogênio.

Na tabela 5 estão apresentados os dados referentes à taxa de alongamento de colmo, o qual apresentou diferenças significativas entre as estações ( $P < 0,05$ ). A TAIC foi maior no verão em função da forrageira entrar em seu estado reprodutivo neste período, no qual o perfilho da forrageira sofre alterações em sua morfologia. A mudança na morfologia dos perfilhos durante o desenvolvimento reprodutivo das gramíneas é confirmado através dos autores Nelson e Moser (1994), onde novas folhas não são mais formadas, ocorrendo a alongação do colmo e o desenvolvimento das inflorescências, conseqüentemente, resulta na diminuição da qualidade nutritiva dos colmos, reduzindo o valor nutritivo das folhas.

Em contrapartida, o alongamento de colmo atua sobre o aparecimento de folhas e o comprimento da lâmina foliar em razão do aumento do percurso da folha dentro do pseudocolmo (SKINNER; NELSON, 1995).

**Tabela 5** - Taxa de alongamento de colmo da *Festuca arundinacea* em função de diferentes estações do ano, submetida a doses de nitrogênio.

| Doses de nitrogênio (%) | Taxa de alongamento de colmo - TAIC (cm perfilho <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> ) |                    |
|-------------------------|--|--------------------|
|                         | Primavera  | Verão              |
| Testemunha              | 0,1288 ± 0,0149 Ba   | 0,1602 ± 0,0139 Aa |
| 100                     | 0,1125 ± 0,0102 Ba   | 0,1483 ± 0,0085 Aa |
| 150                     | 0,1188 ± 0,0042 Ba   | 0,1591 ± 0,0050 Aa |
| 200                     | 0,1238 ± 0,0060 Ba   | 0,1733 ± 0,0084 Aa |

\* Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de tukey, em que maiúsculas distintas nas linhas indicam diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) entre as estações do ano, e minúsculas idênticas nas colunas não indicam diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) entre as doses de nitrogênio.

Foi verificada influência das estações do ano na taxa de senescência foliar da festuca ( $P = 0,0107$ ). A maior taxa de senescência foi observada durante o verão, em que as folhas da festuca não completavam a sua expansão e iniciavam a senescência. Resultados similares também foram encontrados por Bernardon (2020), em que as maiores taxas de senescência foliar da festuca ocorreram no verão. Segundo Lemaire e Agnusdei (2000), a taxa de senescência foliar não segue imediatamente as oscilações de temperatura, visto que a porção do tecido foliar que senesce a cada dia corresponde à porção da folha produzida em um período antes, ou seja, as folhas produzidas no verão senescem progressivamente durante o outono/inverno e são substituídas por folhas menores produzidas na estação com menor temperatura. Dessa forma, tem-se a necessidade de avaliar a festuca em outras estações do ano para verificar este comportamento.

As doses de nitrogênio não causaram diferenças estatísticas significativas para a taxa de senescência da festuca, tampouco houve interação entre as estações e as doses.

**Tabela 6** - Taxa de senescência foliar da *Festuca arundinacea* em função de diferentes estações do ano, submetida a doses de nitrogênio.

| Doses de nitrogênio (%) | Taxa de senescência foliar - TSF (cm perfilho <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> ) |                    |
|-------------------------|---|--------------------|
|                         | Primavera   | Verão              |
| Testemunha              | 0,1603 ± 0,0245 Ba  | 0,2156 ± 0,0216 Aa |
| 100                     | 0,1844 ± 0,0191 Ba  | 0,2205 ± 0,0384 Aa |
| 150                     | 0,1591 ± 0,0261 Ba  | 0,2284 ± 0,0193 Aa |
| 200                     | 0,2034 ± 0,0261 Ba  | 0,1974 ± 0,0288 Aa |

\* Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de tukey, em que maiúsculas distintas nas linhas indicam diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) entre as estações do ano, e minúsculas idênticas nas colunas não indicam diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) entre as doses de nitrogênio.

Foi verificado efeito de época do ano para a duração de vida da folha da festuca (tabela 7), onde os maiores valores foram quantificados na estação do verão e apresentou padrão de resposta semelhante ao filocrono. Bernardon (2020) também relatou maiores valores de duração da vida da folha da festuca no verão, com valores próximos a 743,98 graus-dia. Valores altos de filocrono e duração de vida da folha refletem em lenta renovação de tecidos (BERNARDON, 2020).

Em comparação com *Lolium perene*, a festuca apresenta-se com uma longa duração, visto que o *L. perene* apresenta uma duração de vida da folha de 330 graus-dia (LEMAIRE, 1988 apud NABINGER, 2015).

A duração de vida de folha é uma característica importante a ser usada como ferramenta de manejo, indicando o tempo máximo de descanso entre pastejos. Quanto menor a DVF, mais frequentemente as plantas devem ser pastejadas, evitando as perdas por senescência (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996).

A duração de vida das folhas é influenciada pela temperatura, desta forma, quando um perfilho atinge seu número máximo de folhas vivas, inerente ao genótipo, ocorre um equilíbrio entre a taxa de surgimento de folhas e a senescência das folhas que ultrapassaram o seu período de duração de vida (NABINGER, 2015).

A deficiência de N reduz apenas ligeiramente a duração de vida das folhas (GASTAI; LEMAIRES, 1988), porém, não foram quantificados efeitos das doses de nitrogênio, inferindo que a quantidade de nitrogênio disponível e aplicado no solo estava adequada à cultura.

**Tabela 7** - Duração de vida da folha *Festuca arundinacea* em função de diferentes estações do ano, submetida a doses de nitrogênio.

| Doses de nitrogênio (%) | Duração de vida da folha (Graus - dia) |                     |
|-------------------------|--|---------------------|
|                         | Primavera                              | Verão               |
| Testemunha              | 612,5 ± 0,0000 Ba                      | 672,92 ± 48,8862 Aa |
| 100                     | 765,62 ± 51,0417 Ba                    | 807,5 ± 44,8611 Aa  |
| 150                     | 612,5 ± 34,0278 Ba                     | 605,62 ± 22,4306 Aa |
| 200                     | 612,5 ± 51,0417 Ba                     | 740,21 ± 38,8509 Aa |

\* Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de tukey, em que maiúsculas distintas nas linhas indicam diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) entre as estações do ano, e minúsculas idênticas nas colunas não indicam diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) entre as doses de nitrogênio.

Foi verificada diferenças significativas no comprimento final da folha entre as estações do ano ( $P = 0,0377$ ). O verão apresentou as maiores médias de comprimento da folha. Os resultados encontrados neste trabalho vão de encontro com os resultados obtidos por Bernardon (2020), em que as folhas de festuca apresentaram maior comprimento no verão, com valores médios próximos a 25 centímetros.

Segundo Nabinger (2015), para a maioria das gramíneas temperadas, a TAlF responde à temperatura média diária de forma exponencial quando estas se situam entre 0 e 12 °C e de forma linear acima destes valores, até que os valores ótimos, entre 20 e 25 °C, conforme a espécie, sejam atingidos. Devido a esta resposta linear da TApF à temperatura, o comprimento final da lâmina foliar aumenta com aumentos na temperatura ambiente e, em temperaturas similares, as folhas são maiores na fase reprodutiva do que na fase vegetativa

(NABINGER, 2015). Esta colocação explica o fato de terem sido encontradas maiores médias de CFF no verão, pois neste período a festuca encontra-se em estágio reprodutivo.

Em gramíneas, a adubação nitrogenada geralmente estimula a taxa de produção de células, porém, o comprimento final das folhas é pouco afetado (GASTAL; NELSON, 1994), o que pode explicar os resultados obtidos, visto que não houve diferença estatística significativa no comprimento final da folha em função de diferentes doses de N.

**Tabela 8** - Comprimento final da folha da *Festuca arundinacea* em função de diferentes estações do ano, submetida a doses de nitrogênio.

| Doses de nitrogênio (%) | Comprimento final da folha - CFF (cm) |                   |
|-------------------------|---------------------------------------|-------------------|
|                         | Primavera                             | Verão             |
| Testemunha              | 21,72 ± 1,4443 Ba                     | 23,85 ± 2,2954 Aa |
| 100                     | 22,25 ± 1,6922 Ba                     | 23,78 ± 2,0532 Aa |
| 150                     | 21,25 ± 1,2262 Ba                     | 22,64 ± 0,9507 Aa |
| 200                     | 20,25 ± 1,4991 Ba                     | 24,62 ± 1,4479 Aa |

\* Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de tukey, em que maiúsculas distintas nas linhas indicam diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) entre as estações do ano, e minúsculas idênticas nas colunas não indicam diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) entre as doses de nitrogênio.

O número de folhas vivas por perfilho da festuca foi o mesmo independente da época do ano, não apresentando diferenças significativas entre as estações do ano e entre as doses de nitrogênio, assim como também, não houve influência significativa entre os fatores. Conforme exposto na tabela 9, a média encontrada foi de 2 folhas vivas por perfilho. Os resultados encontrados nesta pesquisa estão próximos dos valores obtidos por Bernardon (2020), em que a festuca, na primavera e no verão, teve uma média de 3,3 folhas/perfilho, sendo as menores médias registradas comparadas com outras estações do ano.

O número de folhas vivas é uma característica estável na ausência de deficiências hídricas ou nutricionais, por se tratar de uma constante genotípica (NABINGER; PONTES 2001), dessa forma, compreende-se que as condições hídricas durante o experimento foram atendidas para a demanda da cultura, visto que o NFV foram constantes.

Apesar de ser uma característica estável para cada genótipo (PAIVA, 2009) sofre influências das condições do meio e manejo podendo ocorrer também mudanças de acordo com a idade e estágio de desenvolvimento dos perfilhos. Nas condições de meio e manejo desta pesquisa, o número de folhas vivas por perfilho não sofreu influências.

**Tabela 9** - Número de folhas vivas da *Festuca arundinacea* em função de diferentes estações do ano, submetida a doses de nitrogênio.

| Doses de nitrogênio (%) | Número de folhas vivas - NFV (folhas/perfilho) |               |
|-------------------------|--|---------------|
|                         | Primavera                                      | Verão         |
| Testemunha              | 2 ± 0,1667 Aa                                  | 2 ± 0,0833 Aa |
| 100                     | 2 ± 0,1667 Aa                                  | 2 ± 0,0000 Aa |
| 150                     | 2 ± 0,0000 Aa                                  | 2 ± 0,1667 Aa |
| 200                     | 2 ± 0,1667 Aa                                  | 2 ± 0,0000 Aa |

\* Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de tukey, em que maiúsculas distintas nas linhas indicam diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) entre as estações do ano, e minúsculas idênticas nas colunas não indicam diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) entre as doses de nitrogênio.

Através da exposição dos dados, sugere-se dar continuidade a pesquisa, a fim de melhor quantificar as variáveis morfogênicas da festuca, em resposta da sua adaptabilidade na região do Planalto Norte Catarinense, pois se trata de uma forrageira com importância econômica capaz de suprir os períodos que naturalmente ocorrem déficit forrageiro.

#### **4. CONCLUSÃO**

Em solos com alto teor de matéria orgânica, as doses crescentes de nitrogênio não interferem significativamente nas variáveis morfológicas da festuca.

As estações do ano, devido às variabilidades climáticas, causam influências significativas na morfogênese da forrageira Festuca. O filocrono foi maior na estação do verão. O comprimento das folhas da Festuca são maiores no verão, em contrapartida, as taxas de senescência tendem a ser elevadas na mesma estação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEXANDRINO, E.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; REGAZZI, A. J.; MOSQUIM, P. R.; ROCHA, F. C.; SOUZA, D. P. Características morfogênicas e estruturais na rebrotação da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a três doses de nitrogênio e frequências de corte. *Acta Scientiarum*, v. 27, n. 1, pág. 17-24, 2004.

ALMEIDA, S. K. **Morfogênese de aveia preta submetida a doses de nitrogênio com adubação orgânica**. Dois Vizinhos, PR: UTFPR, 2015. 29 p. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal Tecnológica do Paraná, 2015.

ALVES, F. V.; LAURA, V. A.; ALMEIDA, R. G. de; KARVATTE JUNIOR, N. **Conforto térmico e bem-estar animal em pastagem: um desafio para a pecuária tropical**. Embrapa Gado de Corte, 2017.

AMÉRICO, L. F. **Índice de nutrição nitrogenada em pastos perenes de inverno cultivados puros ou em consórcio**. Lages, SC: UDESC, 2017. 70 p. Dissertação (Ciência Animal) - Universidade do Estado de Santa Catarina, 2017.

BARBOSA, R. A.; NASCIMENTO JR, D.; EUCLIDES, V. P. B.; et al. Características morfogênicas e acúmulo de forragem do capim-tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) em dois resíduos forrageiros pós-pastejo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.31, n.2, pág. 583-593, 2002.

BASSO, K. C; CECATO, U.; LUGÃO, S. M. B; GOMES, J. A. N; BARBERO, L. M; MOURÃO, G. B. Morfogênese e dinâmica do perfilhamento em pastos de *Panicum maximum* Jacq. cv. IPR-86 Milênio submetido a doses de nitrogênio. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v. 11, n. 4, pág. 976-989, 2010.

BRAZ, T. G; FONSECA, D. M; FREITAS, F. P; MARTUSCELLO, J. A; SANTOS, M. E. R; SANTOS, M. V; PEREIRA, V. V. Morfogênese do capim Tanzânia sob doses de nitrogênio e densidades de plantas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 40, n. 7, pág. 1420-1427, 2011.

BERNARDON, A. **Dinâmica do acúmulo de forragem e seletividade por bovinos em pastos mistos de capim-quicuiu e festuca**. Lages, SC: UDESC, 2020. 89 p. Tese (Ciência Animal) - Universidade do Estado de Santa Catarina, 2020.

CARRÈRE, P.; LOUAULT, F.; SOUSSANA, J.F. et al. Tissue turnover within grassclover mixed swards grazed by sheep. Methodology for calculating growth, senescence and intake fluxes. *Journal of Applied Ecology*, v. 34, pág. 333-348, 1997.

CONFORTIN, A. C. C.; SANCHES, J. D.; DA SILVA, A. M.; MONTEIRO, I. M. Morfogênese e estrutura de azevém anual Estanzuela 284 submetido a dois intervalos entre pasteiros. *Society and Development*, v. 10, n. 10, pág. 1-8, 2021.

CHAPMAN, D.; LEMAIRE, G. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. In: BAKER, M. J. (Ed.). **Grasslands for Our World**. SIR Publishing, Wellington, pág. 55-64, 1993.

DIAS-FILHO, M. B. **Uso de Pastagens para a Produção de Bovinos de Corte no Brasil: Passado, Presente e Futuro**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2016.

DURAND, J. L.; GASTAL, F.; ETCHEBEST, S.; et al. Interspecific variability of plant water status and leaf morphogenesis in temperate forage grasses under summer water deficit. **European Journal of Agronomy**, v. 7, pág. 99-107, 1997.

DURU, M.; DUCROCQ, H. Growth and senescence of the successive grass leaves on a tiller. Ontogenic development and effect of temperature. **Annals of Botany**, v. 85, pág. 635-643, 2000.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa do Solo – CNPS. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2.ed. Rio de Janeiro, 306 p., 2006.

FAGUNDES, J. L. et al. Avaliação das características estruturais do capim-braquiária em pastagens adubadas com nitrogênio nas quatro estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 1, pág. 30-37, 2006.

FLARESSO, J. A.; ROSA, J. L.; GROSS, C. D.; ALMEIDA, E. X. de. Introdução e Avaliação de Gramíneas Perenes de Inverno no Alto Vale do Itajaí, Santa Catarina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 26, n. 5, pág. 875-880, 1997.

GARCEZ NETO, A. F.; NASCIMENTO JR, D.; REGAZZI, A. J., et al. **Avaliação das características morfológicas do *Panicum maximum* cv. Mombaça em resposta à adubação nitrogenada e alturas de corte**. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002, Recife-PE. Anais... Recife: SBZ, 2002. (CD ROM) Forragicultura. FOR-104.

GARDNER, A. L.; ALBUQUERQUE, H. 1965. **Seasonal growth of various forage species in Uruguay**. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE PASTAGENS, 99, São Paulo, 1965. *Proceedings...* Departamento da Produção Animal da Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo, 1965. pág. 1053-1058.

GASTAL, F. ; NELSON, C.J. Nitrogen use within the growing leaf blade of tall fescue. **Plant Physiology**, v. 105, pág. 191-197, 1994.

GONÇALVES, I. **Análise de crescimento e seletividade a herbicidas em duas variedades da forrageira festuca (*Lolium arundinaceum*)**. Dois Vizinhos, PR: UTFPR, 2015. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal Tecnológica do Paraná, 2017.

HANISCH, A L. et al. Parâmetros agronômicos de gramíneas perenes de clima temperado. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 15, n. 3, pág. 188-197, 2016.

HANISCH A.L.; GISLON I. Massa de forragem e valor nutritivo de gramíneas perenes de inverno no planalto norte catarinense. **Scentia Agraria**, Curitiba, v. 11, n. 1, pág. 25-32, 2010.

KOTTEK, M. et al. World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated. **Meteorologische zeitschrift**. Berlin, v.15, pág. 259-263, 2006.

LEMAIRE, G., AGNUSDEI, M. Leaf tissue turn-over and efficiency of herbage utilization. In: LEMAIER, G., HODGSON, J., MORAES, A., et al. (Eds.). Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology. **CAB International**. pág. 265-288, 2000.

LEMAIRE, G. e CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plant communities. In: HODGSON, J., ILLIUS, A. W. (Eds.) The ecology and management of grazing systems. **CAB international**. pág. 03-36, 1996.

LEMAIRE, G. 1988. **Sward dynamics under different management programs**. Proceedings of the 12th General Meeting of the European Grassland Federation, pág. 07-22.

MACHADO, M. L. da S.; MACHADO, N. M.; NAGORNNY, J.; SOUZA, G. F. de. Forrageiras para o Primeiro Planalto do Paraná. **Circular IAPAR**, Londrina, n. 26, 52 p., 1982.

MORAES, A. de; LUSTOSA, S. B. C. **Forrageiras de inverno como alternativas na alimentação animal em períodos críticos**. Simpósio sobre Nutrição de Bovinos, v. 7, pág. 147-166, 1999.

NABINGER, C. **Aspectos ecofisiológicos do manejo de pastagens e utilização de modelos como ferramenta de diagnóstico e indicação de necessidades de pesquisa**. Disponível em: <[http://conevajr.ufsc.br/files/2015/03/Aspectosecofisiol\\_gicosnomanejodepastagens\\_Nabinger1.pdf](http://conevajr.ufsc.br/files/2015/03/Aspectosecofisiol_gicosnomanejodepastagens_Nabinger1.pdf)>. Acesso em: 10 de maio de 2023.

NABINGER, C.; PONTES, L. da S. **Morfogênese de plantas forrageiras e estrutura do pasto**. Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia, v. 38, pág. 755-771, 2001.

NELSON, C.J.; MOSER, L.E. **Plant factors affecting forage quality**. In: FAHEY Jr., G.C., COLLINS, M., MERTENS, D.R. et al. Forage quality, evaluation, and utilization. Lincoln: University of Nebraska. pág.115-154, 1994.

PAIVA, A. J. **Características morfológicas e estruturais de faixas etárias de perfilhos em pastos de capim-marandu submetidos à lotação contínua e ritmos morfológicos contrastantes**. 2009 Dissertação (Ciência Animal e Pastagens), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ/USP, Piracicaba, São Paulo – Brasil, 2009.

Projeto MapBiomas – Coleção v.7 da **Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil**, acessado em 25 abr. 2023 através do link: <https://mapbiomas.org/>.

R Core Team (2022). **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL: <https://www.R-project.org/>.

RYLE, G. J. A. Effects of photoperiod in the glasshouse on the growth of leaves and tillers in three perennial grasses. **Ann. Appl. Biol.** v. 57, pág. 257-268, 1966.

SILVEIRA, M. C. T. et al. Morphogenetic and structural comparative characterization of tropical forage grass cultivars under free growth. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 67, n. 2, pág. 136-142, 2010.

SLEPER, D. A.; BUCKER, R. C. **The fescues**. In: BARNES, R. F.; MILLER, D. A.; NELSON, C. J. (Eds.). Forages. Ames: Iowa State University Press, 5. ed., v.1, pág. 345-356, 1995.

SCHOFFEL, A.; LIBRELOTTO, J. A. S.; NOWICK, A.; SILVA, A. N.; COLLING, A.; ARALDI, D. F. **Manejo e produtividade forrageira da festuca para cultivo na região sul do Brasil**. Cruz Alta, RS: UNICRUZ, 2012. Seminário Interinstitucional de Ensino, Pesquisa e Extensão. Universidade de Cruz Alta, 2012.

THOMAS, H. Analysis of the nitrogen response of leaf extension in *Lolium temulentum* seedlings. **Annals of Botany**, v. 51, pág. 363-371, 1983.

Van ESBROECK, G. A.; KING, J. R.; BARON, V. S. Effects of temperature and photoperiod on the extension growth of six temperate grasses. In: **International Grassland Congress**, 16, Nice, Proceedings... Nice, s.ed., pág. 459-4460. 1989.

WILHELM, W.W.; McMASTER, G.S. Importance of the phyllochron in studying development and growth in grasses. **Crop Science**, v. 35, n. 1, pág. 1-3, 1995.