

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CAMPUS PALMEIRA DAS MISSÕES  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONEGÓCIOS**

**Luiz Carlos Timm**

**PRODUÇÃO DE PASTAGENS DE TRIGO E AZEVÉM COM  
DIFERENTES DOSES DE ADUBAÇÃO NITROGENADA EM  
COBERTURA**

Palmeira das Missões, RS, Brasil  
2018



**Luiz Carlos Timm**

**PRODUÇÃO DE PASTAGENS DE TRIGO E AZEVÉM COM DIFERENTES DOSES  
DE ADUBAÇÃO NITROGENADA EM COBERTURA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronegócios da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS) como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Agronegócios.**

Orientador: João Pedro Velho

Palmeira das Missões, RS, Brasil  
2018

Timm, Luiz Carlos

Produção de pastagens de trigo e azevém com diferentes doses de adubação nitrogenada em cobertura / Luiz Carlos Timm.- 2018.

144 p.; 30 cm

Orientador: João Pedro Velho

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Campus de Palmeira das Missões, Programa de Pós Graduação em Agronegócios, RS, 2018

1. Graus-dia, nitrogênio 2. Lolium multiflorum 3. Nutrientes 4. Soma térmica 5. Triticum aestivum I. Velho, João Pedro II. Título.

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

---

© 2018

Todos os direitos autorais reservados a Luiz Carlos Timm. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

E-mail: luiztimm@gmail.com

**Luiz Carlos Timm**

**PRODUÇÃO DE PASTAGENS DE TRIGO E AZEVÉM COM DIFERENTES DOSES  
DE ADUBAÇÃO NITROGENADA EM COBERTURA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronegócios da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS) como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Agronegócios**.

**Aprovada em 31 de agosto de 2018:**

---

**João Pedro Velho, Dr. (UFSM)**  
(Presidente/Orientador)

---

**Ione Maria Pereira Haygert-Velho, Dra. (UFSM)**  
(Coorientadora)

---

**Paulo Sergio Gois Almeida, Dr. (UFSM)**

---

**Antônio Augusto Cortiana Tambara, Dr. (IFFar-SVS)**

Palmeira das Missões, RS  
2018



## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha família, o maior presente de Deus.  
Em especial à minha filha Amanda, minha esposa Luciane, minha mãe Nilza (*in memorian*),  
ao meu pai Guido (*in memorian*), e meus irmãos João, Sirley e Ruy, sobrinhos, a minha sogra  
Irene e sogro Ruy (*in memorian*), cunhados e sobrinhos por parte da minha esposa e a todos  
os amigos que me incentivaram a realizar essa etapa da minha vida.





## AGRADECIMENTOS

Primeiro a Deus, pela minha vida e tudo de maravilhoso que tenho conquistado nessa caminhada terrena.

Tenho a grande dádiva de ter na vida pessoas maravilhosas, as quais preciso fazer um agradecimento especial. Em primeiro lugar a meus maravilhosos pais Guido e Nilza, que mesmo não estando mais presentes nesse plano, sempre foram grandes incentivadores e exemplos de vida.

Minha esposa Luciane, que me incentivou, acompanhou e muito ajudou em todo este processo. Minha filha Amanda, “digna de ser amada”, sempre querida e compreensiva.

Meus sogros Ruy Miritz (*In memorian*) e Irene que sempre me incentivaram.

Meus irmãos, João, Ruy e Sirley, sobrinhos e afilhado Cristian e “namorada” Jessica, e Luciane e “namorado” Daniel, meu cunhado Zé Miritz, Sobrinha Stephanie e o afilhado Henry, minha cunhada Cristiane, Juca e Aline, que mesmo distantes sempre torceram por minhas vitórias.

Meu orientador, professor João Pedro Velho, pelo apoio e que me proporcionou a grande oportunidade de adquirir novos conhecimentos, ele por muitas vezes mais que um orientador... um grande amigo, até mesmo como um PAI, muito obrigado por apostar e acreditar e por tudo o que fez por mim. MUITO OBRIGADO!!!

Agradeço minha coorientadora Ione Maria Pereira Haygert-Velho, e ao Pedro Henrique pela boa recepção, pois muitas vezes as orientações iam até mais tarde em sua casa, obrigado e desculpe o incomodo.

Ao professor e amigo Nilson Luiz Costa e sua família, pelo apoio pois desde que surgiu a proposta do mestrado me incentivou a realizar, obrigado pela amizade.

Ao meu grande amigo Renato Ávila, por me ensinar a ser alegre e feliz, mesmos nas dificuldades do dia a dia.

Aos colegas da 1ª TURMA DO MESTRADO EM AGRONEGÓCIOS – UFSM obrigado pela amizade e companheirismo, e a todos os professores pelo conhecimento repassado.

Aos membros do Grupo de pesquisa INOAZOOT, principalmente ao Gustavo, Cássio, Júnior e Jardel por toda a ajuda na organização e seleção das amostras, ficaram até durante o final de semana me ajudando, sem essa ajuda seria mais difícil realizarmos as análises, obrigado pela parceria!!!

Não poderia esquecer de mencionar o professor/amigo e compadre Rogerio Folha Bermudes, pois foi na graduação em Zootecnia que se deu início desta minha jornada na academia, pois seus ensinamentos na pesquisa e extensão foram de grande valia para meu crescimento. Aproveito para deixar meu agradecimento para os amigos que o grupo de pesquisa NUPECLE me deixou abraço a todos, mas uma agradecimento especial para os “meus filhos da Palmeira”, Paulo Michelin, Arlindo Henrique Saul da Rosa e Alexandre Carlos Huppes muito obrigado pelo apoio e ajuda que me deram desde o tempo da graduação.

Ao Pedro Quevedo sou também grato pela amizade, conselhos e incentivo nessa trajetória .

Um agradecimento especial para o colega zootecnista Delvacir Rezende Bolke, pelo ótimo trabalho realizado e a cedência dos dados coletados e ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-Rio-Grandense, Campus Pelotas – Visconde da Graça, Pelotas, RS, local onde foi realizado o experimento de campo contidos nesta dissertação de mestrado.

Gostaria de agradecer a Cristiani Brasil (minha mãezinha), Lisete Daros, Ana Dallazen, Magnos Volpato, Luciana Bernardes, Tainara Scariot, Alessandra Moreira Silva, Rosa Crestani e a Aline Canizares (que me apresentou essas pessoas maravilhosas), vocês são parte dessa conquista.

A Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, *campus* Palmeira das Missões, que desde minha graduação é responsável por minha qualificação profissional de uma enorme qualidade com excelentes profissionais no seu quadro de seu servidores e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES pela bolsa de estudos e assim pude desempenhar minhas atividades com muito empenho e dedicação.

Muito obrigado!

“Você pode sonhar, criar, desenhar e construir o lugar mais maravilhoso do mundo. Mas é necessário ter pessoas para transformar seu sonho em realidade”.

Walt Disney



## RESUMO

### PRODUÇÃO DE PASTAGENS DE TRIGO E AZEVÉM COM DIFERENTES DOSES DE ADUBAÇÃO NITROGENADA EM COBERTURA

AUTOR: Luiz Carlos Timm  
ORIENTADOR: João Pedro Velho

Com a necessidade de aumentar a produção mundial de alimentos, motivada pelo crescimento populacional, além de melhor utilizar as terras cultiváveis, é importante aumentar a produtividade e utilização da terra, sendo que esta representa um alto custo. Objetivou-se estudar a produção de matéria seca de pastagens de trigo (*Triticum aestivum*) de duplo propósito BRS Tarumã e azevém anual (*Lolium multiflorum*) BRS Ponteio manejadas com diferentes doses de adubação nitrogenada em cobertura e avaliar o ajuste ao modelo de crescimento exponencial. Estas culturas de inverno, contribuem para melhor utilização da terra, e diluir custos quando bem manejadas. O nitrogênio é um dos elementos minerais de maior necessidade para o desenvolvimento das plantas, desta forma, foram realizados experimentos no Instituto Federal Sul Riograndense, *Campus* Pelotas Visconde da Graça (CaVG), situado em Pelotas – RS, onde para cada espécie foi utilizado delineamento completamente casualizado com quatro repetições por tratamento com parcelas de 9m<sup>2</sup> de área útil, nas quais foram distribuídos os tratamentos: 0, 150, 250, 350 e 450 quilogramas de nitrogênio por hectare aplicados de forma parcelada em ureia e sulfato de amônio. Ressaltamos que as espécies não foram comparadas, entre si, uma vez que apresentam genética para aptidões distintas, ou seja, o trigo BRS Tarumã foi desenvolvido para pastejo e produção de grãos. O azevém anual BRS Ponteio foi desenvolvido para pastejo. As cultivares analisadas sem aplicação de nitrogênio tiveram crescimento limitado e não apresentaram ajuste nem mesmo a modelo linear de primeira ordem. A aplicação de nitrogênio impactou de forma a diminuir o intervalo entre cortes e aumentou a produção de matéria seca por hectare seguindo o modelo de crescimento exponencial.

**Palavras-chave:** Graus-dia. Nitrogênio. *Lolium multiflorum*. Nutrientes. Soma térmica. *Triticum aestivum*. Matéria seca. Uso da terra.



## ABSTRACT

### PRODUCTION OF WHEAT AND RYEGRASS PASTURES WITH DIFFERENT DOSES OF NITROGEN FERTILIZATION IN TOPDRESSING

AUTHOR: Luiz Carlos Timm

ADVISOR: João Pedro Velho

With the need to increase world food production, motivated by population growth, and better use of arable land, it is important to increase productivity and land use, which is a high cost. The objective of this study was to study the dry matter production of dual-purpose wheat BRS Tarumã (*Triticum aestivum*) and annual ryegrass (*Lolium multiflorum*) pastures, managed with different doses of nitrogen fertilization in the topdressing and evaluate the adjustment to the exponential growth model. These winter crops contribute to better land use, and dilute costs when well managed. Nitrogen is one of the mineral elements of greatest need for the development of the plants. In this way, experiments were carried out at the Instituto Sul Sul Riograndense, Campus Pelotas Visconde da Graça (CaVG), located in Pelotas - RS, where for each species, completely randomized with four replicates per treatment with plots of 9m<sup>2</sup> of floor space, in which treatments were distributed: 0, 150, 250, 350 and 450 kilograms of nitrogen per hectare applied in a piecemeal way in urea and ammonium sulfate. We emphasize that the species were not compared among themselves, since they present genetics for distinct aptitudes, that is, BRS Tarumã wheat was developed for grazing and grain production. The annual BRS Ponteio ryegrass was developed for grazing. The cultivars analyzed without nitrogen application had limited growth and showed no adjustment even to the first order linear model. The nitrogen application impacted in order to reduce the interval between cuts and increased dry matter production per hectare following the exponential growth model.

**Keywords:** Degrees-day. Nitrogen. *Lolium multiflorum*. Nutrients. Thermal sum. *Triticum aestivum*. Dry matter. Land use.





## LISTA DE FIGURAS

### ADUBOS

Figura 1 – Diferentes aspectos de manejo de nutrientes são uma parte dos sistemas integrados de agricultura.....26

### ARTICLE 1

- Figure 1. Accumulated dry matter production (AcDMP), accumulated total digestible nutrients production (AcTDNP), accumulated neutral detergent fiber production (AcNDFP), accumulated acid detergent fiber production (AcADFP), and cumulative crude protein production (AcCPP) per ha for dual-purpose wheat pasture of BRS Tarumã managed without nitrogen topdressing application ..... 53
- Figure 2. Accumulated dry matter production (AcDMP), accumulated total digestible nutrients production (AcTDNP), accumulated neutral detergent fiber production (AcNDFP), accumulated acid detergent fiber production (AcADFP), and cumulative crude protein production (AcCPP) per ha for dual-purpose wheat pasture of BRS Tarumã managed with 150 kg N in topdressing ..... 54
- Figure 3. Accumulated dry matter production (AcDMP), accumulated total digestible nutrients production (AcTDNP), accumulated neutral detergent fiber production (AcNDFP), accumulated acid detergent fiber production (AcADFP), and cumulative crude protein production (AcCPP) per ha for dual-purpose wheat pasture of BRS Tarumã managed with 250 kg N in topdressing ..... 55
- Figure 4. Accumulated dry matter production (AcDMP), accumulated total digestible nutrients production (AcTDNP), accumulated neutral detergent fiber production (AcNDFP), accumulated acid detergent fiber production (AcADFP), and cumulative crude protein production (AcCPP) per ha for dual-purpose wheat pasture of BRS Tarumã managed with 350 kg N in topdressing ..... 56
- Figure 5. Accumulated dry matter production (AcDMP), accumulated total digestible nutrients production (AcTDNP), accumulated neutral detergent fiber production (AcNDFP), accumulated acid detergent fiber production (AcADFP), and cumulative crude protein production (AcCPP) per ha for dual-purpose wheat pasture of BRS Tarumã managed with 450 kg N in topdressing ..... 57
- Figure 6. Cumulative production (observed) and adjusted by the exponential growth model (estimated). A: dry matter; B: total digestible nutrients; C: neutral detergent fiber; D: acid detergent fiber; and E: crude protein (per ha for dual-purpose wheat pasture of BRS Tarumã managed with 150 kg N in topdressing).... 58
- Figure 7. Cumulative production (observed) and adjusted by the exponential growth model (estimated). A: dry matter; B: total digestible nutrients; C: neutral detergent fiber; D: acid detergent fiber; and E: crude protein (per ha for dual-purpose wheat pasture of BRS Tarumã managed with 250 kg N in topdressing).... 59
- Figure 8. Cumulative production (observed) and adjusted by the exponential growth model (estimated). A: dry matter; B: total digestible nutrients; C: neutral detergent fiber; D: acid detergent fiber; and E: crude protein (per ha for dual-purpose wheat pasture of BRS Tarumã managed with 350 kg N in topdressing).... 60
- Figure 9. Cumulative production (observed) and adjusted by the exponential growth model (estimated). A: dry matter; B: total digestible nutrients; C: neutral detergent fiber; D: acid detergent fiber; and E: crude protein (per ha for dual-purpose wheat pasture of BRS Tarumã managed with 450 kg N in topdressing).... 61

**ARTICLE 2**

Figure 1. Dry matter production adjusted (DMPAdj) by the exponential growth model for pasture of annual ryegrass BRS Ponteio managed with different doses of nitrogen fertilization as ammonium sulfate, as a function of degree-days (DG). .... 71

Figure 2. Dry matter production adjusted (DMPAdj) by the exponential growth model along the growth cycle of the pasture of dual-purpose wheat BRS Tarumã managed with different doses of nitrogen fertilization as ammonium sulfate, as a function of degree-days (DG). ..... 71

Figure 3. Cumulative dry matter production (Observed) and adjusted by the exponential growth model (Estimated) for pasture of annual ryegrass BRS Ponteio, for each treatment of topdressing nitrogen fertilization. .... 72

Figure 4. Cumulative dry matter production (Observed) and adjusted by the exponential growth model (Estimated) for pasture of dual-purpose wheat BRS Tarumã, for each treatment of topdressing nitrogen fertilization. .... 73

## LISTA DE TABELAS

### ARTICLE 1

Table 1. Climatological norms between 1981 and 2010 for Pelotas, Rio Grande do Sul, Brazil, and meteorological conditions between sowing and the end of the experimental period. ....	46
Table 2. Treatments used during the cultivation of dual-purpose wheat BRS Tarumã.....	47
Table 3. Intervals between cuts, days of dual-purpose wheat pasture BRS Tarumã cultivation managed with different nitrogen doses, and number of cuts per treatment.....	48
Table 4. Thermal sum expressed in degree-days for dual-purpose wheat pasture BRS Tarumã managed with different nitrogen doses .....	49
Table 5. Traditional daily accumulation rate (TDAR) and daily accumulation rate for each accumulated degree-day (DAcRDG) for dual-purpose wheat pasture BRS Tarumã managed with different nitrogen doses .....	50
Table 6. Costs of inputs used, nutrient yields, conversion of applied nitrogen to nutrients, nitrogen utilization efficiency, and costs per kg nutrients produced in dual-purpose wheat pasture BRS Tarumã managed with different nitrogen doses.....	51
Table 7. Summary of the impacts on dual-purpose wheat pasture BRS Tarumã managed with various nitrogen topdressing rates.....	52

### ARTICLE 2

Table 1. Climatological normals between 1981 and 2010 for Pelotas, State of Rio Grande do Sul and meteorological conditions between sowing and the end of the experimental period. ....	66
Table 2. Detail on the application of the treatments during the cultivation of pastures of annual ryegrass BRS Ponteio and dual-purpose wheat BRS Tarumã. ....	67
Table 3. Mean values of thermal sum between cuts for pasture of annual ryegrass BRS Ponteio and dual-purpose wheat BRS Tarumã under different doses of nitrogen fertilization as ammonium sulfate. ....	69
Table 4. Mean values of the daily accumulation rate for pastures of annual ryegrass BRS Ponteio and dual-purpose wheat BRS Tarumã under different doses of nitrogen fertilization as ammonium sulfate. ....	70

### ARTIGO 3

Tabela 1. Características do solo antes do estabelecimento da pastagem de azevém BRS Ponteio.....	83
Tabela 2. Normais climatológicas entre 1981 e 2010 para Pelotas e condições meteorológicas entre a semeadura e o final do período experimental.....	84
Tabela 3. Parâmetros avaliados para pastagem de azevém anual BRS Ponteio manejada com diferentes doses de adubação nitrogenada na forma de ureia.....	85
Tabela 4. Valores médios da soma térmica entre os cortes e taxa de acúmulo diário para pastagem de azevém anual BRS Ponteio manejada com diferentes doses de adubação nitrogenada na forma de ureia .....	86
Tabela 5. Produção de matéria seca acumulada ao longo do ciclo de crescimento da pastagem de azevém anual manejada com diferentes doses de adubação nitrogenada na forma de ureia .....	86

## **DISCUSSÃO GERAL**

Tabela 1 – Produções de matéria seca por hectare, por espécie, tipo de fertilizante químico, em função dos graus dia.....	94
---	----

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>21</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>25</b>
2.1	ADUBOS .....	25
2.2	NITROGÊNIO NA PLANTA.....	26
2.3	USO DA TERRA .....	28
2.4	MODELOS MATEMÁTICOS .....	30
<b>3</b>	<b>CAPÍTULO.....</b>	<b>33</b>
	<b>ARTICLE 1 - Production of nutrients in dual-purpose wheat pastures managed with different doses of nitrogen as topdressing – exponential model.....</b>	<b>33</b>
	Abstract.....	33
	Introduction.....	33
	Materials and methods .....	35
	Results .....	37
	Discussion.....	39
	Conclusions .....	42
	Acknowledgments .....	42
	References .....	43
<b>4</b>	<b>CAPÍTULO.....</b>	<b>63</b>
	<b>ARTICLE 2 - Ryegrass (<i>lolium multiflorum</i>) BRS ponteio and wheat (<i>triticum aestivum</i>) BRS tarumã pasture with different doses of ammonium sulfate as topdressing.....</b>	<b>63</b>
	Temperate pasture production .....	63
	Introduction.....	64
	Material and methods .....	65
	Results .....	68
	Discussion.....	74
	Conclusions .....	76
	Acknowledgements.....	76
	References .....	76
<b>5</b>	<b>CAPÍTULO.....</b>	<b>81</b>
	<b>ARTIGO 3 - Produção de azevém com diferentes doses de adubação nitrogenada em cobertura .....</b>	<b>81</b>
	Introdução.....	82
	Material e métodos.....	83
	Resultados e discussão .....	85
	Conclusão .....	88
	Agradecimentos .....	88
	Referências.....	89
<b>6</b>	<b>DISCUSSÃO GERAL.....</b>	<b>93</b>
<b>7</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>97</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>99</b>
	<b>ANEXO A – NORMAS PARA SUBMISSÃO DE ARTIGO PARA O PERIÓDICO <i>PLANT GROWTH REGULATION</i> .....</b>	<b>105</b>

<b>ANEXO B – NORMAS PARA SUBMISSÃO DE ARTIGO PARA O PERIÓDICO <i>ACTA SCIENTIARUM. ANIMAL SCIENCES</i>.....</b>	<b>124</b>
<b>ANEXO C – NORMAS PARA SUBMISSÃO PARA O PERIÓDICO SEMINA. CIÊNCIAS AGRÁRIAS. ....</b>	<b>131</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A crescente necessidade de aumento de produção de alimentos, está em função do crescimento populacional mundial. Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU, 2017) a população em 2017 chegou a 7,6 bilhões de habitantes, com crescimento de quase 83 milhões de pessoas a cada ano, as perspectivas são de uma população mundial de 8,6 bilhões em 2030, 9,8 bilhões em 2050 e que supere os 11,2 bilhões em 2100.

O desenvolvimento da agropecuária não somente brasileira, mas mundial, se deu principalmente através da expansão de fronteiras agrícolas e, conseqüentemente, das demandas e transações de terras. Isto ocorreu pelo crescimento do cultivo de oito *commodities* agrícolas: soja (*Glycine max*), milho (*Zea mays*), cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*), dendê (*Elaeis guineensis*) (para produção de óleo), arroz (*Oryza sativa*), canola (*Brassica napus L.*), girassol (*Helianthus annuus*) e plantio de florestas (BANCO MUNDIAL, 2010). O agronegócio é uma atividade importante para o Brasil, em função de abastecer parte do mercado interno e exportar, gerando empregos e renda, e nos últimos anos tem possibilitado o crescimento econômico do país, sendo sua participação de 21,46% do Produto Interno bruto (PIB) no ano de 2015 (CEPEA, 2018).

O setor tem um grande desempenho em produtividade principalmente por *commodities*, milho, suco de laranja, café, algodão, cana de açúcar, entre outras, mas tendo a produção de soja como a principal delas. A adoção e difusão de tecnologias é amplamente adotada, além da eficiência na comercialização principalmente no complexo da soja. Todas essas *commodities* citadas levam ao monocultivo, e não podemos somente pensar em uma única cultura para desenvolver nas empresas rurais, pois temos que ter uma eficiência produtiva durante todo o período, no caso da Região Sul, não somente nas culturas de verão onde produzimos a cultura da soja.

Atualmente o alto custo da terra é um fator determinante para termos maior eficiência produtiva nas empresas rurais, preços estes que mudaram com o passar dos tempos pois segundo Malassise et al. (2015) até a década de 50, o que determinava o preço da terra era a renda oriunda da produção, com o passar do tempo esse conceito se desfez e outros fatores entraram como parâmetros para a determinação do preço da terra, como por exemplo na década de 90 era a inflação como a principal variável. Na atualidade algumas regiões do estado do Rio Grande do Sul ficam em torno de 1.000 sacas de 60 Kg de soja, o preço de um hectare de terra agricultável.

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2018) no ano de 2017 o Rio Grande do Sul possuía 365.052 estabelecimentos rurais, totalizando 21.680.992 de hectares, onde 267.030 são de lavouras permanentes, 7.588.319 de lavouras temporárias, um total de 7.519.347 de pastagens naturais e de 1.637.833 de pastagens cultivadas, além de 2.856.477 e 920.764 hectares de matas naturais e plantadas, respectivamente, o restante divide-se entre sede das propriedades rurais e suas benfeitorias.

Analisando as áreas de lavouras permanentes e pastagens cultivadas, temos a constatação que possuímos uma grande área que fica ociosa durante boa parte do ano, isto demonstra um mau uso da terra, que atualmente tem um valor bem expressivo na maior parte do estado do Rio Grande do Sul e as principais lavouras temporárias do Estado são soja e milho, que segundo a EMATER (2018) a área cultivada no Rio Grande do Sul na safra 2017/18 foi de cerca de 5.710.091 de hectares de soja e o total de milho 721.620. Na safra de inverno, somando os principais cereais produzidos, totalizou somente 1.062.496 hectares cultivados (EMATER, 2017), representando apenas 16,52% das terras cultivadas durante o verão.

Levando em consideração a necessidade de produção de alimentos e o alto custo da terra, quanto maior for a produtividade do estabelecimento rural, melhor será sua rentabilidade. Para isso, a utilização da terra deve ocorrer em todo o período, e não apenas nas estações mais quentes, onde são produzidas as *commodities* geralmente comercializadas com base no mercado internacional.

Com base nos dados temos uma terra ociosa ou de pousio de 83,48% do total utilizado para as duas maiores espécies produzidas no verão. Estas áreas podem ser utilizadas nos períodos de inverno parcialmente com espécies forrageiras, que podem ser destinadas para a produção de ruminantes, proporcionando maior utilização da terra e conseqüentemente maior rentabilidade para a atividade agropecuária. Dentre as forrageiras mais produzidas nesta região, podemos citar o azevém anual (*Lolium multiflorum*) e as aveias (*Avena* sp.) e outras como o trigo e tritcale ambos de duplo propósito, que vem crescendo nos últimos anos.

O monocultivo e práticas culturais inadequadas na agricultura, como o preparo tradicional do solo com contínuas ações de grades, têm causado queda na produtividade, degradação do solo e dos recursos naturais (MACEDO, 2009). Uso de Sistemas Integrados de Produção Agropecuária possibilitam inúmeras possibilidades de cultivos como alternativa, não só para maior utilização da terra, mas também de máquinas e melhor aproveitamento da mão de obra existente. Esse sistema também beneficia o solo e aumenta o fluxo de caixa na empresa rural. Segundo Herrero *et al.* (2010), o futuro da alimentação do planeta está, agora,



em tecnologias de intensificação sustentável que promovam ganhos de eficiência para se produzir mais alimentos sem que se use mais área, água ou outros insumos.

A adubação nitrogenada é uma ferramenta para aumentarmos a produção agropecuária. O nitrogênio é um dos elementos minerais de maior necessidade para o desenvolvimento das plantas, pois faz parte de síntese de proteínas (PEREIRA et al., 1981). A principal fonte de N no solo é a matéria orgânica, e a maioria dos solos agrícolas contém várias toneladas de N orgânico em seus perfis (MENEHIN et al., 2008), mas poderá não estar disponível para as plantas em função da necessidade de estar liberado sob formas minerais para que possa ser absorvido pelas plantas, pois conforme Oliveira (2010) pode levar até 60 dias para estar biodisponível. Assim ocorre a necessidade do uso de fertilizantes químicos para não retardar o desenvolvimento das plantas.

O aumento do uso de fertilizantes está inteiramente relacionado com o aumento de produção, além do chamado efeito “poupa terra” (MARTHA JR.; VILELA, 2009), que segundo Lopes; Guilherme (2007) afirmam, cada tonelada de fertilizante mineral aplicado em um hectare, de acordo com princípios que permitem sua máxima eficiência, equivale à produção de quatro novos hectares sem adubação. Entretanto, durante todo o processo de expansão da agropecuária brasileira, o consumo de fertilizantes foi sustentado pelo aumento da importação. A dependência destes insumos agrícolas importados fez com que o Brasil se tornasse vulnerável às oscilações de mercado de fertilizantes, uma vez que a produção nacional das matérias-primas básicas dos fertilizantes (nitrogênio, fósforo e potássio) não acompanha o ritmo de crescimento da demanda (GONÇALVES et al., 2008).

Segundo a Associação dos Misturadores de Adubo do Brasil (AMA, 2016), o consumo de fertilizantes está aumentando gradativamente, causando ganhos significativos na produção e na produtividade agrícola, não somente em termos de volume, mas principalmente em exigência de produtos mais sofisticados que demandam uma maior aplicação de fertilizantes. Somente em 2016 foram entregues no mercado brasileiro 31,4 milhões de toneladas de fertilizantes de janeiro a novembro, representando uma ampliação de 4% em relação a 2015 (CRUZ et al., 2017). Como forma de potencializar a utilização dos adubos em pastagens é importante aumentar o ciclo de produção por meio de manejo que proporcione mais dias durante o estágio vegetativo, retardando a evolução para o estágio reprodutivo. O manejo por seis a oito meses de cultivo possibilita o estudo por meio de modelos de crescimento não-lineares, pois trabalhos com número reduzido de pastejos (dois ou três) possibilitam estudar formas de otimização das pastagens somente sob a ótica da linearidade.

Objetivou-se estudar a produção de matéria seca de pastagens de trigo (*Triticum aestivum*) de duplo propósito BRS Tarumã e azevém anual (*Lolium multiflorum*) BRS Ponteio manejadas com diferentes doses de adubação nitrogenada em cobertura e avaliar o ajuste ao modelo de crescimento exponencial.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 ADUBOS

Entre as cadeias produtivas, a agricultura tem seus processos produtivos ligados diretamente ao meio ambiente, que lhe impõe restrições ecológicas, pois sem o manejo correto pode causar efeitos deletérios sobre o ambiente. Analisando o aumento constante da população mundial e a conseqüente crescente demanda por alimentos, a FAO (2017) afirma que em 2050 a população chegará a 9,8 bilhões, 29% maior que o número atual e o crescimento mais acentuado será nos países em desenvolvimento, onde 70% da população será urbana e com níveis de renda maiores, com isso a produção de alimentos deverá aumentar em 70%. O setor agropecuário tem buscado novos processos tecnológicos que possibilitem esta superação, dentre essas tecnologias o uso racional dos insumos agrícolas é importante para a conservação dos recursos naturais e aumento de produção de alimentos.

Entre os insumos agrícolas, o uso de fertilizantes, que podem ser minerais, orgânicos ou organominerais, é um dos principais responsáveis pelo aumento de produção. Esse aumento de produção deverá ocorrer em um ambiente onde as áreas de terras permanecerão as mesmas, sendo assim o aumento da produtividade é visto como variável mais importante para suprir essa demanda. Em 2015, a demanda total de fertilizantes foi de 30,2 milhões de toneladas, das quais 13,7 milhões representavam o total de macronutrientes primários. Apesar de ser o quarto maior consumidor no mundo, o Brasil ainda não se equipara ao praticado em outros locais do mundo, como Europa, Estados Unidos e China, encontrando-se em patamares inferiores (CRUZ et al., 2017).

O Brasil possui elevado potencial produtivo no setor agrícola, sendo um dos principais responsáveis pela geração de divisas. A produção de fertilizantes no Brasil é destaque mundial, porém não atende à demanda nacional, sendo necessárias às importações (SAAB et al. 2008). Desta forma, o Brasil é um grande consumidor de fertilizantes, atrás apenas de China, Índia e Estados Unidos. Cerca de 60% dos fertilizantes utilizados para a produção no Brasil provêm de importações. A alta dependência externa deixa o país vulnerável a flutuações de câmbio e preços, ocasionando risco de escassez de insumos básicos (COSTA; SILVA, 2012).

É necessário regular o fornecimento dos fertilizantes com custos competitivos para as diversas cadeias produtivas, sendo que a agricultura brasileira passa por um processo de expansão, com crescimento na demanda nacional e internacional. Outro fator é o aumento do

uso e produção de biocombustíveis, com destaque para o etanol proveniente da cana-de-açúcar e do milho, aumentando ainda mais o consumo de fertilizantes formulados à base de NPK (CELLA; ROSSI, 2010).

Para Reetz (2017) o desafio que se apresenta é manejar de forma eficiente e sustentável os fertilizantes e o solo para que aconteça uma melhoria contínua na produção. Para este autor o uso de melhores práticas de manejo de fertilizantes faz parte de um sistema integrado de produção (Figura 1) que inclui o manejo das culturas e todos os componentes envolvendo o manejo dos nutrientes de plantas de um sistema de produção completo, e com base nos princípios de gestão de nutrientes, não somente preenchem os quatro objetivos de manejo da produtividade, lucratividade e sustentabilidade do sistema de produção, e um favorável ambiente biofísico e social.

Figura 1 – Diferentes aspectos de manejo de nutrientes são uma parte dos sistemas integrados de agricultura



Fonte: REETZ, 2017.

## 2.2 NITROGÊNIO NA PLANTA

O conhecimento do suprimento de nitrogênio no solo, como um aspecto da fertilidade do solo, é importante para determinar a resposta nas pastagens, pois o fertilizante aplicado é

usado para suprir o déficit entre a necessidade de pastagem de N e o suprimento de solo (PEMBLETON et al, 2013; SHEPHERD et al., 2015).

O nitrogênio interfere na morfogênese das gramíneas, que é definida como a dinâmica da formação e expansão de plantas, descrita com base em aparecimento de novos órgãos (organogênese), alongamento das folhas taxa crescimento e senescência e taxa de decomposição foliar (CHAPMAN; LEMAIRE, 1993). É participante ativo na síntese e composição da matéria orgânica vegetal (WERNER, 1996) e um dos processos responsáveis pelo aumento da produção de forragem com a adubação nitrogenada é o aumento na capacidade de perfilhamento (SANTOS et al, 2009).

De acordo com Martuscello et al., (2006) o nitrogênio auxilia na ativação de gemas dormentes. Assim acelera os processos de aparecimento e morte de perfilhos, assim gera maior renovação de perfilhos, o que favorece uma densidade populacional, com maior proporção de perfilhos jovens no pasto, proporcionando condições favoráveis a aumentos em produtividade (CAMINHA et al., 2010).

O nitrogênio além de proporcionar maior produção de biomassa, induz maior produção de perfilhos por planta melhorando a qualidade da pastagem, pois proporciona um acréscimo na percentagem de folhas, o que reduz o teor de fibra e aumento de proteína bruta, com isso melhorando a digestibilidade, além de a tornar mais palatável para os animais (CASSOL et al., 2011). Pearse e Wilman (1984) estudando o efeito do intervalo de cortes e doses de adubação nitrogenada em azevém perene, constataram o favorecimento da produção de primórdios foliares com a aplicação de nitrogênio, ainda verificaram que a taxa de alongamento foliar aumentou de 4,2 para 12,1 mm/perfilho.dia, devido à adição de 132 kg de N/ha.

Em seu estudo realizado em ambiente controlado em hidroponia para caracterizar a taxa e resposta metabólica de rebrote de sete genótipos de azevém perene para diferentes níveis de nitrogênio Foito et al (2013) verificou que com uma baixa dose de N indicou que a maioria dos os genótipos são afetados negativamente na taxa de rebrote e também reduziu os níveis de alguns aminoácidos, destaca.

O rendimento de biomassa de trigo de qualidade é dependente de chuvas, temperatura e nitrogênio, e segundo Trindade et al., (2006) a eficiência e/ou resposta dos genótipos de trigo a doses de nitrogênio, depende da disponibilidade de água e uma restrição hídrica no solo é um fator limitante na resposta da planta à aplicação de fertilizantes, pois retarda os processos complexos na nutrição mineral: difusão, fluxo de massa e interceptação pelas raízes.

Em seu trabalho realizado na Nova Zelândia, Shepherd et al., (2015) sugerem que taxas de aplicação de nitrogênio devem ser "pequenas e frequentes" para melhor eficiência de uso e aumento da produção de matéria seca por unidade de adubação nitrogenada aplicada.

As mudanças climáticas atualmente é uma das grandes preocupações mundiais, sabemos que existem efeitos naturais que influenciam no aquecimento global, segundo o IPCC (2015), e as pesquisas científicas defendem que o aquecimento global é causado pela emissão dos gases de efeito estufa e o dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) é o gás que mais contribui com o efeito estufa em função da grande quantidade de emissões, entretanto, o gás metano ( $\text{CH}_4$ ), mesmo que em quantidades menores que  $\text{CO}_2$ , possui um potencial de aquecimento aproximadamente 23 vezes maior. Já o óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ) exerce importante papel no controle de processos físicos e químicos da atmosfera, e é naturalmente um dos principais gases do efeito estufa e uma das substâncias responsáveis pelo consumo do ozônio ( $\text{O}_3$ ) na estratosfera. tem um potencial de aquecimento global aproximadamente 300 vezes superior ao do dióxido de carbono (RODRIGUES; MELLO, 2012).

Os fertilizantes químicos nitrogenados aplicados no solo são predominantemente compostos por amônio ( $\text{NH}_4^+$ ), nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) ou ureia. Na natureza, podem ocorrer emissões de substâncias inorgânicas para o solo e a água, como nitratos, sulfatos e fosfatos, provocando acidificação no solo e em corpos d'água (SEÓ et al., 2017).

A nível mundial, o setor da agropecuário, é responsáveis pela emissão de 2/3 do  $\text{N}_2\text{O}$  para atmosfera (FAO, 2013). Em seu estudo Seó et al (2017) tendo como um dos objetivos realizar uma análise crítica das categorias de impacto abordadas com maior frequência pela literatura como mudança climática e acidificação concluíram que a intensificação de produção à base de pasto pode vir a atender a redução desses impactos, pois além de reduzir a necessidade do uso de insumos, como fertilizante sintético e concentrado, pois temos aumento da produtividade e qualidade da pastagem, também temos a redução dos efeitos da fermentação entérica como resultado das altas taxa de sequestro de carbono pela fotossíntese.

### 2.3 USO DA TERRA

O aumento substancial da população mundial é fato que preocupa, pois temos um grande desafio para produzir alimentos sem prejudicar o meio ambiente. Segundo Pretty (2008), o interesse pela sustentabilidade da agricultura pode ser atribuído a preocupações ambientais que se iniciaram em meados das décadas de 1950 e 1960.

O papel da tecnologia é importante para a produção agrícola, onde grande parte do aumento da produção, nos últimos 40 anos, foi atribuída a maiores rendimentos em vez de expansão da área. Considerando a expansão das terras agrícolas e do desmatamento, não é de surpreender que tanto a comunidade científica quanto a política, estão dando ênfase significativa na agricultura sustentável para reduzir a pressão sobre as florestas (CEDDIA et al., 2014).

O Brasil dispõe de um enorme potencial agrícola e o agronegócio é responsável por parcela importante do Produto Interno Bruto (PIB), sendo um dos maiores produtores e fornecedores globais de alimentos. As projeções de crescimento da população e sua urbanização, a alta procura por alimentos realizada por China e Índia e o apelo para utilização de biocombustíveis exigirão uma elevação da produção agrícola para acompanhar a demanda, mas no entanto, a quantidade de terras disponíveis para a agricultura é limitada, indicando a necessidade das terras cultiváveis aumentarem sua produtividade (COSTA; SILVA, 2012).

Existe avanços na transmissão do termo agricultura sustentável, mas para que a sustentabilidade realmente aconteça, as atividades agropecuárias devem conservar ou melhorar a produção, beneficiando economicamente os produtores, sem danos ao meio ambiente, e ainda trazer benefícios à sociedade (ZIMMER et al., 2012). A intensificação do uso da terra em áreas agrícolas e o aumento da eficiência dos sistemas de produção podem contribuir para harmonizar interesses voltados para o desenvolvimento socioeconômico, sem comprometer a sustentabilidade dos recursos naturais (BALBINO et al., 2011).

Os sistemas que intensificam o uso do solo, no caso da produção de grãos em áreas de pastagens que melhoram a produtividade das pastagens em decorrência do aproveitamento da adubação residual da lavoura, possibilitam maior ciclagem de nutrientes e o incremento da matéria orgânica do solo (VILELA et al., 2008; MARTHA JR. e VILELA, 2009).

Os sistemas integrados de lavoura-pecuária entram como estratégia para a utilização sustentável da terra e vem aumentando devido a suas potencialidades de permitirem uma maior diversificação de renda e e diminuir impactos negativos para o meio ambiente (LEMAIRE et al., 2014).

Devido a ausência de opções economicamente rentáveis, e a carência de alimentação para o gado durante o inverno, de certa forma, vemos transformações do panorama agrícola brasileiro, que busca a intensificação do uso da terra e desenvolvimento de sistemas de produção mais estáveis, com base na rotação de cultivos anuais com pastagem (ASSMANN et al., 2004).

Para alcançar uma produção agrícola satisfatória, é necessário que os nutrientes estejam disponíveis em quantidades adequadas às plantas, proporcionando uma maior produtividade. A aplicação de fertilizantes é feita para repor suas perdas, pois as culturas extraem nutrientes do solo, os quais, se não forem fornecidos pelos fertilizantes, eles serão absorvidos das reservas do solo, podendo causar seu esgotamento com conseqüente diminuição de produção e até mesmo a degradação do solo.

## 2.4 MODELOS MATEMÁTICOS

A matemática está inserida nas mais diferentes áreas do conhecimento, o que possibilita desenvolver e aplicar as suas práticas, inclusive nas Ciências Agrárias com suas variadas aplicações em atividades básicas do cotidiano. Há muito tempo utilizamos modelos matemáticos para análises de sistemas e constitui uma ferramenta indispensável para o desenvolvimento eficiente de verificações e busca de soluções ótimas de produção e são partes essenciais de teorias e modelos científicos.

A atividade agropecuária é muito importante não somente para o Brasil como para o mundo pois são sistemas de produção que além de criar emprego e renda, produzem alimentos para a população. Para compreender a atividade desses sistemas, é necessário o uso de ferramentas que auxiliem os pesquisadores para a interpretação dos resultados quando fatores ambientais e de manejo são adicionados ao processo. Assim, o uso de modelos de simulação, os quais permitem descrever o funcionamento de um sistema produtivo e inter-relacionar seus componentes, pode auxiliar na identificação de lacunas de conhecimento e fornecer subsídios teóricos para estudos mais complexos (LARA; RAKOCEVIC, 2014).

A pesquisa agrícola requer, entre outros aspectos, a aplicação de modelos que descrevam processos de engenharia e biológicos (através de ferramentas matemáticas), onde são apresentados no ramo da ciência chamada “biomatemática”, com isso requer um trabalho multidisciplinar, que permita as interpretações dos resultados em um vocabulário matemático-biológico (CHUAIREY et al., 2017). Ainda os mesmos autores afirmam que modelos descrevem a dinâmica do crescimento de animais e plantas respondem aos modelos não lineares, como exemplo: do tipo logístico, Gompertz e Von-Bertalanffy.

Para aumentar a compreensão da interligação entre o crescimento de forragens, utilização de nitrogênio e água, Fessehazion et al., (2014) utilizou o modelo Soil Water Balance (SWB-Sci) onde o modelo previu, de forma eficiente, o crescimento anual de azevém, absorção de nitrogênio pela biomassa, teor de água no solo e nitrato móvel no solo,



quantidade de nitrogênio aplicado e níveis de irrigação. Em resumo o modelo SWB-Sci foi usado para explorar uma gama de estratégias de manejo de irrigação para o maior produção de azevém anual da África do Sul. Os mesmos autores afirmam que o exercício de modelagem no estudo mostrou que há oportunidades para reduzir as perdas de água e de nitrogênio por lixiviação. O uso de modelos matemáticos podem fazer o produtor ter uma economia de dinheiro através de diferentes estratégias de manejo e gestão de recursos.



### 3 CAPÍTULO

#### ARTICLE 1 - Production of nutrients in dual-purpose wheat pastures managed with different doses of nitrogen as topdressing – exponential model<sup>1</sup>

##### Abstract

The main challenge for global agriculture is a sustainable increase in productivity meeting consumer demand. The objectives of this study were to evaluate the yield and composition of dual-purpose wheat pasture BRS Tarumã managed with various urea nitrogen (N) doses and validate an exponential model for nutrient production, efficiency, and cost. The experiment was conducted in Pelotas, Rio Grande do Sul, Brazil. The completely randomized design had four replications per treatment (0, 150, 250, 350, and 450 kg N ha<sup>-1</sup>). Urea N application improved the pasture utilization cycle. For the 350 and 450 kg ha<sup>-1</sup> treatments, the cycle was 212 d whereas that of the control was 167 d. The control accumulated 1,771 kg ha<sup>-1</sup> dry matter. In contrast, the 450 kg ha<sup>-1</sup> treatment accumulated 7,011 kg ha<sup>-1</sup> DM. Topdressing nitrogen (150, 250, 350, and 450 kg ha<sup>-1</sup>) increased the traditional average daily accumulation rate by 586% relative to the control. However, the degree-days method determined a daily accumulation rate 652% higher than the control. The control had the lowest cost but a relatively high cost per kg nutrient since the yield was limited by the lack of nitrogen. The other treatments had higher costs but also relatively higher DM and nutrient levels. Nitrogen-free dual-purpose wheat pasture BRS Tarumã cultivation does not fit a first-order linear model. Topdressing nitrogen application shortens the interval between cuts and increases DM, total digestible nutrients, neutral detergent fiber, acid detergent fiber, and crude protein according to an exponential model.

*Keywords:* chemical composition, degree-days, nonlinear regression, nutrient, thermal sum, *Triticum aestivum*

##### Introduction

The main challenge for global agriculture is to increase productivity sustainably while meet consumer demands for food, animal feed, biofuels, and fiber (OECD-FAO 2012). Valin et al. (2014) concluded that their food projections are greater than those of the FAO. Nevertheless, since the human population is increasing, they estimate that there will be a 9% reduction in per capita agricultural product consumption and 18% reduction in

---

<sup>1</sup> Artigo submetido ao periódico Plant Growth Regulation.

31 per capita in livestock product consumption. At any rate, food production must increase sustainably to ensure  
32 food security (Forbord & Vik 2017).

33

34 It is necessary to develop more efficient animals and feeding systems to apply sustainable livestock  
35 intensification programs effectively in the coming decades (Tedeschi et al. 2015; Tedeschi et al.; 2017) and  
36 improve land use efficiency in grazing systems (Badgery et al. 2014; Zhang and Carter 2018), beef cattle  
37 (Tichenor et al. 2017), dairy cattle (Hanrahan et al. 2018), and ecosystem services (Baral et al. 2014; Leroy et al.  
38 2018; Setten and Brown 2018).

39

40 Dual-purpose wheat has been used for raising beef cattle (Bartmeyer et al. 2011) and producing milk with a  
41 subsequent grain harvest (Henz et al. 2016a). Dual-purpose wheat BRS Tarumã pasture was managed with 130  
42 kg N ha<sup>-1</sup> in topdressing and grazed by Holstein cows with average live weight and milk production of 570 kg  
43 and 19 kg d<sup>-1</sup>, respectively (Quatrin et al. 2017). The authors obtained an average total digestible nutrient content  
44 of 78.39% for the three grazing. Therefore, dual-purpose wheat BRS Tarumã pasture has high nutritional value.  
45 The average leaf blade proportion was 72.7% before grazing and 40.2% immediately afterwards. According to  
46 Müller et al. (2009), the basal growth temperature of the species must be established to be able to manage it  
47 physiologically and according to environmental conditions.

48

49 Ruminant production chain efficiency can be improved by integrating legumes into the system. These plants  
50 naturally incorporate nitrogen and cause no collateral damage (Lindström et al. 2014; Lüscher et al. 2014; Olivo  
51 et al. 2016). In Rio Grande do Sul, however, nitrogen is added to production systems mainly in the form of urea  
52 or other chemical fertilizers conjugated to other minerals like ammonium sulphate. These are applied when the  
53 soil is adequately hydrated. Water and nitrogen are the two most limiting resources in plant production (Pan et  
54 al. 2017) and, by extension, animal production as well (Pembleton et al. 2013). The latter authors confirmed that  
55 nitrogenous fertilization in topdressing stimulated nonlinear growth of *Lolium perenne* pasture according to a  
56 logistic model. Zaka et al. (2017) determined that the growth of alfalfa (*Medicago sativa*) and fescue (*Festuca*  
57 *arundinacea*) was also explained by a logistic model and was a function of the thermal sum. According to Lara  
58 & Rakocevic (2014), exponential modeling based on degree-days mathematically interprets plant growth  
59 dynamics under different management conditions.

60

61 The objectives of this study were to evaluate nutrient production in dual-purpose wheat (*Triticum aestivum*) BRS  
62 Tarumã managed with various urea nitrogen doses and to validate the efficacy of an exponential growth model to  
63 explain nutrient accumulation rates.

64

#### 65 **Materials and methods**

66

67 The experiment was conducted at the Instituto Federal Sul Riograndense, Campus Pelotas Visconde da Graça  
68 (CaVG), Pelotas, Rio Grande do Sul, Brazil (31°42'39,89"S; 52°18'33,13"W; average altitude 6 m. The soil there  
69 is a Planosol Solodic (Hydromorphic Planosol), Planosol Solodic Ta-A moderate with medium sandy and  
70 medium clayey texture (EMBRAPA 2013). The pre-experiment nutrient levels were: organic matter, 2.4%;  
71 calcium, 2.0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; magnesium, 0.5 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; aluminum, 1.1 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; hydrogen + aluminum, 6.2  
72 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; effective cation exchange capacity (CEC), 3.7 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; pH, 4.7; aluminum saturation, 29.7%;  
73 base saturation, 29.8%; SMP index, 5.7; clay, 24.0%; sulfur, 11.9 mg dm<sup>-3</sup>; phosphorus, 6.8 mg dm<sup>-3</sup>; CEC at pH  
74 7, 8.8 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; potassium, 44.0 mg dm<sup>-3</sup>; copper, 1.1 mg dm<sup>-3</sup>; zinc, 2.4 mg dm<sup>-3</sup>; and boron, 0.4 mg dm<sup>-3</sup>.

75

76 The Köppen climate classification is Cfa: humid temperate with hot summers (Alvares et al. 2013). Table 1 lists  
77 the climatological norms between 1981 and 2010 and the mean temperature and rainfall for the experimental  
78 period.

79

80 On April 15, 2014, the soil was turned over with a rotating hoe then sown with dual-purpose wheat (*Triticum*  
81 *aestivum*) BRS Tarumã at 140 kg viable pure seeds ha<sup>-1</sup> to a depth of 0.02 m depth in 18 rows per plot with 0.17  
82 m between rows.

83

84 The experimental design was completely randomized with four replications per treatment on 9 m<sup>2</sup> plots. The  
85 treatments were 0, 150, 250, 350, and 450 kg N ha<sup>-1</sup> in the form of urea pentose (Table 2). Basal fertilization was  
86 conducted in the sowing line as 300 kg ha<sup>-1</sup> of 5-20-20 NPK.

87

88 Partially dry matter (PDM) was measured using samples cut when the canopy was 0.20 m tall. Samples were  
89 hand-cut with scissors at 0.05 m above the ground within a 0.5 m × 0.5 m square. The other plots were then cut  
90 with a costal machine down to 0.05 m above soil level. The samples were weighed on a precision balance,  
91 packed in labeled paper bags, and dried in an oven at 55 °C for 72 h until a constant mass was attained. They

92 were then milled with a 1.0-mm sieve, dried in an oven at 105 °C for 16 h, and their total dry matter (TDM)  
 93 content was measured. Their dry matter (DM) content was calculated by multiplying PDM by TDM/100.

94

95 Total digestible nutrient (TDN), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), and crude protein  
 96 (CP) analyses were conducted at the Laboratório de Análises Físico-Químicas Ltda (LABNUTRIS) with a  
 97 Perten DA7250 (Serial No. 1512617; Perten Instruments, Hägersten, Sweden) according to PTNF-001 Rev. 00  
 98 of the Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal and Method No. 11 – NIR – Near Infrared Spectroscopy.

99

100 The traditional daily accumulation rate (TDAR) was calculated by dividing the DM production per period by the  
 101 interval between days. Degree-days (DG) were determined according to Müller et al. (2009). The basal  
 102 temperature was 0 °C. The daily accumulation rate according to degree-days (DAR-DG) was established using  
 103 TDAR and DG.

104

105 After the DM ha<sup>-1</sup> were determined for all samples, they were combined with the chemical composition analyses  
 106 to obtain the yields per ha. The control was evaluated with PROC REG in SAS v. 9.1 (SAS Institute Inc., Cary,  
 107 NC, USA (2012)). Data for the other treatments were processed in PROC NLIN following an exponential  
 108 growth model:

$$109 \quad PNutAj. = \sum PNutCuts \times \left( 1 - \left( e^{(-GR \times (DG - L))} \right) \right) \quad (1)$$

110 where:

111  $PNutAj.$  = production of each nutrient adjusted by the exponential model;

112  $\sum PNutCuts$  = sum of the production of each nutrient in the cuts;

113  $GR$  = growth rate;

114  $DG$  = degree-days;

115  $L$  = latency;

116

117 The coefficient of determination was calculated as follows to evaluate the nonlinear regression adjustments:

$$118 \quad r^2 = 1 - \left( \frac{\text{Mean square of the error}}{\text{Total mean square}} \right) \quad (2)$$

119

120 To determine the cost of nutrients produced per ha, the basal fertilization, seed, and topdressing fertilization  
 121 costs were considered. Input prices at the time of sowing were regarded. In this way, logistic planning was  
 122 simulated based on the local prices in Pelotas.

123

124 The effect of including nitrogen topdressing on BRS Tarumã dual-purpose wheat pasture was assessed by  
 125 calculating nitrogen utilization efficiency as follows:

$$126 \quad \text{Conversion of N} = \frac{(\sum \text{Prod.Nut.Treat with N} - \sum \text{Prod.Nut.ControlTreat})}{\text{Kg of N applied in topdressing by treatment}} \quad (3)$$

127 where:

128

129 *Conversion of N (Kg.Kg of N applied)* = kg N applied per treatment (disregarding the nitrogen in  
 130 the control) required to produce each kg nutrient.

131

132  $\sum \text{Prod.Nut.Treat with N}$  = sum of each nutrient produced in the pasture per treatment after adding N.

133

134  $\sum \text{Prod.Nut.ControlTreat}$  = sum of each nutrient produced in the control.

135

136 Applied topdressing nitrogen utilization efficiency was calculated as follows:

$$137 \quad \text{Efficiency of N (\%)} = \left( \frac{(\sum \text{Prod.Nut.Treat with N} - \sum \text{Prod.Nut.ControlTreat})}{\sum \text{Prod.Nut.ControlTreat}} \right) * 100 \quad (4)$$

138

## 139 **Results**

140

141 An initial 100 kg N ha<sup>-1</sup> (Table 2) was sufficed to stimulate pasture tillering (Table 3). In the first cut, the control  
 142 required 7 d longer to reach tillering than the other treatments. Nevertheless, even the control did not require a  
 143 very long time because it acquired nitrogen from the soil and the basal fertilization.

144

145 Table 3 shows that nitrogen topdressing increased the cycle of BRS Tarumã dual-purpose wheat pasture  
 146 utilization. At 350 and 450 kg N ha<sup>-1</sup>, the cycle was 212 d which permitted a greater number of cuts and shorter  
 147 intervals between them. For the 150 and 250 kg N ha<sup>-1</sup> treatments, the cycle was 188 d but the number of cuts  
 148 differed from those for the other treatments. However, plant growth was evaluated in terms of the dynamic

149 interaction between the meteorological conditions (solar radiation, temperature, and rainfall) and soil nitrogen  
150 availability. The absence of nitrogen in the topdressing (control) resulted in a nutrient deficit and limited crop  
151 performance in 167 d.

152

153 The control required relatively more degree-days (Table 4) than the 150 kg N ha<sup>-1</sup> treatment during the whole  
154 cycle. However, both TDAR and DAR-DG (Table 5) were much smaller in the former than the latter. Therefore,  
155 nitrogen deficiency impairs plant physiological development. There were 91 d between the first and second cuts  
156 of the control. There were 1,367.25 degree-days, and the TDAR and DAR-DG were only 12.8 kg d<sup>-1</sup> and 0.756  
157 kg DG<sup>-1</sup>, respectively.

158

159 Nitrogen was applied twice in the 150 kg N ha<sup>-1</sup> treatment. The intervals between cuts (Table 3) indicated that  
160 the effect continued until the fourth cut. By that time, the growth rate of this treatment was lower than that of the  
161 250 kg N ha<sup>-1</sup> treatment. The 250, 350, and 450 kg N ha<sup>-1</sup> treatments all required the same amount of degree-  
162 days (Table 4) until the ninth cut. Nevertheless, the 350 and 450 kg N ha<sup>-1</sup> treatments retained enough nutrients  
163 for regrowth, so another cut was made 212 d after sowing.

164

165 In the first cut, the TDAR and DAR-DG for the 150, 250, 350, and 450 kg N ha<sup>-1</sup> treatments were 586% and  
166 652% higher than those of the control, respectively (Table 5). It was impossible to compare the different degree-  
167 day requirements for effective plant growth in the subsequent cuts.

168

169 The accumulated DM, TDN, NDF, ADF, and CP are presented in Figures 1, 2, 3, 4, and 5 for the 0, 150, 250,  
170 350, and 450 kg N ha<sup>-1</sup> treatments, respectively. Plant development in the control is not explained by a first-order  
171 linear model because the nitrogen deficit there was severe enough to limit increases in the levels of DM and  
172 other nutrients. In the other treatments, DM, TDN, NDF, ADF, and CP were adjusted according to the  
173 exponential growth model.

174

175 Figure 1 shows the low yields per ha for the control. The mean MS values indicated that the crop would not  
176 sustain grazing animals. Figures 2, 3, 4, and 5 show that fibrous carbohydrates had the highest yields per ha.  
177 Temperate pastures are sources of carbohydrates (energy) and nitrogen (crude protein). Figure 6, 7, 8 and 9  
178 illustrates the adjustment of the exponential growth model for the accumulated DM, TDN, NDF, ADF, and CP in



179 the 150, 250, 350, and 450 kg N ha<sup>-1</sup> treatments. Cycles and nutrient yields per ha increase with topdressing  
180 nitrogen fertilization rates.

181

182 Table 6 presents variables used to evaluate the effects of topdressing nitrogen fertilization on double-purpose  
183 wheat BRS Tarumã pasture. The cost shown refers only to the inputs used for pasture establishment and  
184 cultivation. In terms of conversion to nutrients per kg N, the 150 kg N ha<sup>-1</sup> treatment was the most efficacious. In  
185 terms of efficiency, however, the 450 kg N ha<sup>-1</sup> treatment was the best. Regarding the biological metrics,  
186 efficiency increased with nitrogen dose. The control yields were discounted in all calculations.

187

188 The absence of nitrogen fertilization in the topdressing reduces nutrient production to the extent that the pasture  
189 does not support grazing or, by extension, economic return. Therefore, there would only be expenses rather than  
190 profitability in this treatment. The various levels of topdressing nitrogen fertilization (150, 250, 350, and 450 kg  
191 N ha<sup>-1</sup>) increased production costs but allowed economic returns because they could support grazing animals.  
192 Therefore, they would ultimately become financially viable. However, the 150 and 350 kg N ha<sup>-1</sup> gave the best  
193 results since they had comparatively lower nutrient costs per ha. Since production systems are dynamic,  
194 however, there may not be one single ideal treatment. Rather, the application rates may have to be adjusted for  
195 optimization.

196

## 197 **Discussion**

198

199 Topdressing nitrogen fertilization is a simple and easy approach to increasing the pasture production cycle (Henz  
200 et al. 2016b). Ruminant production systems dependent on grazing pastures (pasture and semi-confinement  
201 systems) must maximize pasture utilization to reduce production costs. However, Alizadeh et al. (2017), Lam et  
202 al. (2018), and van der Weerden et al. (2016) reported that the greenhouse gas (GHG) nitrous oxide is generated  
203 from nitrogen fertilizer (urea, ammonium sulfate, and ammonium nitrate) use in pastures. On the other hand, the  
204 same authors conceded that these fertilizers also enhance both plant and animal production. Intensifying nitrogen  
205 fertilization use increases pasture grazing and pasture cut frequency and, by consequence, animal production  
206 (Soussana and Lemaire 2014).

207

208 According to The Royal Society (2009), global agricultural production must be intensified sustainably. Yields  
209 must be increased without adverse environmental impact or the expansion of arable land cultivation. Considering

210 the results obtained for the control in the present study (Tables 3, 4, 5, and 6; Figure 1), the lack of any  
211 topdressing nitrogen fertilization would necessitate the expansion of the cultivated area because of low  
212 production rates. This approach would result in economic losses. Therefore, the absence of nitrogen in  
213 topdressing is not feasible. Tedeschi et al. (2015) stated that sustainability must be economically viable,  
214 environmentally correct, and socially fair. Nitrogen deficiency (Table 6 and Figure 1) limits plant growth even  
215 when the environmental conditions are conducive to crop development (Thornley & France 2004).

216

217 Foito et al. (2013) raised twelve different *Lolium perenne* genotypes in a hydroponic system using low, medium,  
218 and high nitrogen doses. They evaluated the short-term foliar metabolic responses to the various treatments and  
219 found that changes in nitrogen supply rapidly and significantly altered leaf metabolite levels. Some of these  
220 included changes in amino acid levels but others were adaptive responses like increases in secondary aromatic  
221 metabolite precursors and very-long-chain fatty acids. The latter are carbon sinks under low-nitrogen conditions  
222 and may mitigate carbohydrate repression during short-term photosynthesis. These mechanisms are consistent  
223 among distinctly different genotypes, represent a wide range of responses to nitrogen levels, and indicate a  
224 common response. The data also demonstrated that chlorophyll metabolism may respond to high nitrogen  
225 concentrations independently of the sugar level. However, genotype and treatment may interact. It remains to be  
226 determined whether this correlation is associated with superior plant performance. The studies by Foito et al.  
227 (2013) and others revealed that there is much to be elucidated about the physiological responses of plants to  
228 nitrogen supply. Field work in the Pampa Biome must, therefore, be conducted using new plant species and/or  
229 cultivars because the genotypes and environment are dynamic. Alterations in the amino acid composition and  
230 proportions in pasture may interfere with milk cow metabolism (Fagundes et al. 2018). Silva et al. (2013)  
231 worked with capim-marandu (*Urochloa brizantha*) and reported the sulfur in the ammonium sulfate fertilizer  
232 they used may have accounted for the relatively high tiller densities in the plants treated with this nitrogen  
233 source. In view of the study of Foito et al. (2013), ammonium sulfate may also affect the deposition of sulfur-  
234 containing amino acids like cysteine and methionine. Pan et al. (2017) reported that *Lolium multiflorum*  
235 subjected to simulated short-term water deficit presented with altered protein deposition.

236

237 The areas between the DM and TDN yield curves represent the indigestible pasture component. This fraction  
238 increases with time. Even if the management keeps the plants in a vegetative stage for grazing, some of them  
239 will put forth inflorescences to produce seeds. Simultaneously, lignin production increases, which reduced the

240 digestibility of the fibrous portion. Nevertheless, the physiological state of the animals also influences  
241 digestibility (Weiss et al. 1992).

242

243 The differences between the accumulated NDT and digestible NDF yields (150, 250, 350, and 450 kg N ha<sup>-1</sup>) are  
244 the sums of the digestible crude protein and other unidentified nutrients which form part of the cellular content  
245 (digestible starch and soluble sugars). The latter are also essential components of animal feed. Henz et al.  
246 (2016b) evaluated the effects of 0, 75, 150, 225, and 300 kg N ha<sup>-1</sup> on the non-fibrous carbohydrate (NFC) levels  
247 in double-purpose wheat BRS Tarumã by the simple linear regression model  $16.61 - 0.029 \times DN$  ( $P = 0.0186$ ).  
248 The NFC levels decreased with increasing N dose but remained high even at the maximum N levels. Starch and  
249 soluble sugars in pasture are vital for ruminal microbial protein production (Tylutki et al. 2008).

250

251 Figures 2, 3, 4, and 5 show that nutrient yields increase with nitrogen rate both in the cell wall (NDF and ADF)  
252 and the cell content. The CP production also increases with applied nitrogen dose but not proportionately. Wheat  
253 plants are genetically selected to produce energy (fiber and non-fibrous carbohydrates) in pasture and starch in  
254 the grains. NDF and ADF differ in terms of their hemicellulose content (Van Soest 1994). These are complex  
255 non-cellulosic polysaccharides which constitute ~1/3 of the plant cell wall (Kaur et al., 2017). They include  
256 xyloglucan, which contains a  $\beta$ -(1,4)-linked glucan backbone substituted with  $\alpha$ -(1,6)-linked xylosyl residues or  
257 xylosyl, galactosyl, and fucosyl side chains (Lionetti et al. 2017). Therefore, hemicelluloses are generally more  
258 digestible than cellulose.

259

260 An Integrated Agricultural Production System experiment with rice (*Oryza sativa*) in the Pelotas lowland can be  
261 run during the hot season and temperate pastures can be raised and tested the rest of the year. In this way, the  
262 land is used 100% of the time. The time between soil preparation and rice harvest is ~5 mo. Consequently, 215 d  
263 yr<sup>-1</sup> remain to cultivate other crops. In the present study, the 350 and 450 kg N ha<sup>-1</sup> treatments allowed the soil to  
264 be used for 98.6% of the year (212 d). In contrast, the 150 and 250 kg N ha<sup>-1</sup> treatments supported land use for  
265 87.44% of the year. Pasture also grew in the control plot for 77.6 % of the year. Nevertheless, this treatment did  
266 not realize a financial return because it could not support grazing. Therefore, land use in the control was  
267 inefficient. For 215 d of the year, land not receiving any N topdressing would fail to generate any financial  
268 revenue. This situation is unacceptable because of the high land value and production and maintenance costs.

269

270 Table 7 summarizes the social, economic, and environmental impacts of dual-purpose wheat BRS Tarumã  
271 pasture managed with various topdressing nitrogen doses in Pelotas, Rio Grande do Sul, Brazil. The results show  
272 significant differences in the relative effects of the various treatments. The short-, medium-, and long-term  
273 impacts of not applying or using low doses of nitrogen fertilizer by the local producers may have substantial  
274 consequences for the society in that region.

275

276 According to Marin et al. (2016), significant increases in fertilizer demand and the lack of investment in new  
277 crops in recent decades have made Brazil a major net importer of fertilizers. Therefore, it is important to know  
278 how to use fertilizers effectively so as to optimize crop yield sustainably. The present study showed that the  
279 strategic use of topdressing nitrogen fertilization increases both plant and animals yields exponentially compared  
280 to land receiving little or no nitrogen topdressing.

281

## 282 **Conclusions**

283

284 Dual-purpose wheat BRS Tarumã cultivation is limited without nitrogen application and does not even fit a first-  
285 order linear model.

286

287 The application of urea nitrogen in topdressing shortens the intervals between cuts and increases DM ha<sup>-1</sup> in  
288 dual-purpose wheat BRS Tarumã.

289

290 The application of urea nitrogen in topdressing stimulates the production of DM and other nutrients (total  
291 digestible nutrients, neutral detergent fiber, acid detergent fiber, and crude protein) per ha in dual-purpose wheat  
292 BRS Tarumã. The growth follows an exponential model.

293

294 Adequate nitrogen application in topdressing supports grazing, generates revenue, increases the value and  
295 improves the maintenance of the land, and favors sustainable agriculture.

296

## 297 **Acknowledgments**

298

299 The authors thank the Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) of the Ministério da Ciência e Tecnologia  
300 (MCT) for the financial resources made available in the Public Call MCT/FINEP/CT-INFRA – CAMPI

301 REGIONAIS – 01/2010 which allowed the Universidade Federal de Santa Maria – Campus of Palmeira das  
 302 Missões to establish the Laboratório de Estudos sobre a Interface Planta-Animal. This study was financed in part  
 303 by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES; Finance Code 001)  
 304 with a scholarship to Luiz Carlos Timm in the Master's degree in Agribusiness program of UFSM, Campus of  
 305 Palmeira das Missões.

306

307 **References**

308

- 309 Alizadeh H, Kandula DRW, Hampton JG, Stewart A, Leung DWM, Edwards Y, Smith C (2017) Urease  
 310 producing microorganisms under dairy pasture management in soils across New Zealand. *Geoderma*  
 311 *Regional* 11:78–85. <http://dx.doi.org/10.1016/j.geodrs.2017.10.003>
- 312 Alvares CA, Stape JL, Sentelhas PC, Gonçalves JLM, Sparovek G (2013) Köppen's climate classification map  
 313 for Brazil. *Meteorol Z* 22: 711–728. <http://dx.doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>
- 314 Badgery WB, Simmons AT, Murphy BW, Rawson A, Andersson KO, Lonergan VE (2014) The influence of  
 315 land use and management on soil carbon levels for crop-pasture systems in Central New South Wales,  
 316 Australia. *Agr Ecosyst Environ* 196:147–157. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2014.06.026>
- 317 Baral H, Keenan RJ, Sharma SK, Stork NE, Kasel S (2014) Economic evaluation of ecosystem goods and  
 318 services under different landscape management scenarios. *Land Use Policy* 39:54–64.  
 319 <http://dx.doi.org/10.1016/j.landusepol.2014.03.008>
- 320 Bartmeyer TN, Dittrich JR, Silva HA, Moraes A, Piazzetta RG, Gazda TL, Carvalho PCF (2011) Trigo de duplo  
 321 propósito submetido ao pastejo de bovinos nos Campos Gerais do Paraná. *Pesq Agropec Bras* 4:1247-1253  
 322 <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2011001000019>
- 323 EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA (2013) Sistema Brasileiro de  
 324 classificação de solos, 3rd ed. Centro Nacional de Pesquisa de Solos, Brasília.
- 325 Fagundes MA, Yang SY, Eun JS, Hall JO, Moon, JO, Park JS (2018). Influence of supplementing a methionine  
 326 derivative, N-acetyl-L-methionine, in dairy diets on production and ruminal fermentation by lactating cows  
 327 during early to mid lactation. *J Dairy Sci* 101:7082-7094. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-14130>
- 328 Foito A, Byrne SL, Hackett CA, Hancock RD, Stewart D, Barth S (2013). Short-term response in leaf  
 329 metabolism of perennial ryegrass (*Lolium perenne*) to alterations in nitrogen supply. *Metabolomics* 9:145–  
 330 156. <https://doi.org/10.1007/s11306-012-0435-3>
- 331 Forbord M; Vik J (2017). Food, farmers, and the future: Investigating prospects of increased food production  
 332 within a national context. *Land Use Policy* 67:546–557. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.06.031>
- 333 Hanrahan L, McHugh N, Hennessy T, Moran B, Kearney R, Wallace M, Shalloo L (2018) Factors associated  
 334 with profitability in pasture-based systems of milk production. *J Dairy Sci* 101:5474–5485.  
 335 <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13223>
- 336 Henz EL, de Almeida PSG, Velho JP, Nörnberg JL, da Silva L, Massaro Júnior FL, Guerra GL (2016a) Nitrogen  
 337 fertilization for wheat growing in dual purpose integrated system of agricultural production. *Semin Ciênc*  
 338 *Agrár* 37:1679-1688. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2016v37n3p1679>
- 339 Henz EL, de Almeida, Velho JP, Nörnberg JL, da Silva L, Backes TR, Guerra GL (2016b) Dual purpose wheat  
 340 production with different levels of nitrogen topdressing. *Semin Ciênc Agrár* 37:1091-1100.  
 341 <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2016v37n2p1091>
- 342 Kaur S, Dhugga KS, Beech R, Singh J (2017) Genome-wide analysis of the cellulose synthase-like (Csl) gene  
 343 family in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) *BMC Plant Biol* 17:193. <https://doi.org/10.1186/s12870-017-1142-z>  
 344

- 345 Lam SK, Suter H, Bai M, Walker M, Davies R, Mosier AR, Chen D (2018) Using urease and nitrification  
346 inhibitors to decrease ammonia and nitrous oxide emissions and improve productivity in a subtropical  
347 pasture. *Sci Total Environ* 644:1531–1535. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.07.092>
- 348 Lara MAS, Rakocevic M (2014). Uso de modelos matemáticos no estudo de pastagens. *Forragicultura: ciência,*  
349 *tecnologia e gestão dos recursos forrageiros.* Funep, Jaboticabal, pp. 333-346.
- 350 Leroy G, Baumunga R, Boettchera P, Besbesa B, Froma T, Hoffmann I (2018) Animal genetic resources  
351 diversity and ecosystem services. *Glob Food Secur* 17:84–91. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2018.04.003>
- 352 Lindström, BE, Frankow-Lindberg BE, Dahlin AS, Watson CA, Wivstad M (2014). Red clover increases  
353 micronutrient concentrations in forage mixtures. *Field Crops Res* 169:99-106.  
354 <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2014.09.012>
- 355 Lionetti V, Fabri E, Caroli M, Hansen AR, Willats WGT, Piro G, Bellincampi D (2017) Three pectin  
356 methylesterase inhibitors protect cell wall integrity for Arabidopsis immunity to Botrytis *Plant Physiol*  
357 173:1844–1863. <http://www.plantphysiol.org/cgi/doi/10.1104/pp.16.01185>
- 358 Lüscher A, Mueller-Harvey I, Soussana JF, Rees RM, Peyraud JL (2014) Potential of legume-based grassland–  
359 livestock systems in Europe: a review. *Grass Forage Sci* 69: 206-228. <https://doi.org/10.1111/gfs.12124>
- 360 Marin FR, Pilau FG, Spolador HFS, Otto R, Pedreira+ CGS (2016) Intensificação sustentável da agricultura  
361 brasileira. *Cenários para 2050.* *Rev Polít Agríc* 25:108-124.
- 362 Müller L, Manfron PA, Medeiros SLP, Streck NA, Mittelmann A; Dourado Neto D, Bandeira AH, Morais KP  
363 (2009). Temperatura base inferior e estacionalidade de produção de genótipos diplóides e tetraplóides de  
364 azevém. *Cienc Rural* 39:1343-1348. <https://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782009005000098>
- 365 OECD-FAO. *Environmental Outlook to 2050: The consequences of inaction*, Paris (2012) Disponível:  
366 [http://www.oecd.org/document/31/0,3746,en\\_2649\\_37465\\_49742047\\_1\\_1\\_37465,00.html](http://www.oecd.org/document/31/0,3746,en_2649_37465_49742047_1_1_37465,00.html). Accessed June  
367 3, 2018.
- 368 Olivo CJ, Santos JCD, Quatrin MP, Simonetti GD, Seibt DC, Diehl MS (2016) Forage mass and nutritive value  
369 of bermudagrass mixed to forage peanut or common vetch. *Acta Sci Anim Sci* 38:255-260.  
370 <http://dx.doi.org/10.4025/actascianimsci.v38i3.30284>
- 371 Pan L, Yang Z, Wang J, Wang P, Ma X, Zhou M, Li J, Gang N, Feng G, Zhao J, Zhang X (2017) Comparative  
372 proteomic analyses reveal the proteome response to short-term drought in Italian ryegrass (*Lolium*  
373 *multiflorum*). *PLoS One* 12:e0184289. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0184289>
- 374 Pembleton KG, Rawnsley RP, Burkitt LL (2013) Environmental influences on optimum nitrogen fertiliser rates  
375 for temperate dairy pastures. *Eur J Agron* 45:132– 141. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eja.2012.09.006>
- 376 Quatrin MP, Olivo CJ, Bratz VF, Alessio V, dos Santos FT, Aguirre PF (2017) Nutritional value of dual-purpose  
377 wheat genotypes pastures under grazing by dairy cows. *Acta Sci Anim Sci* 39: 303-308.  
378 10.4025/actascianimsci.v39i3.34420
- 379 SAS Institute (2012) SAS Institute. 2000. Release 8.02. 2000. SAS Inst. Inc., Cary, NC.
- 380 Setten G, Brown KM (2018) Ecosystem services as an integrative framework: What is the potential? *Land Use*  
381 *Policy* 75:549–556. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.04.023>
- 382 Silva DRG, Costa KAP, Faquin V, Oliveira IP, Bernades TF (2013) Doses e fontes de nitrogênio na recuperação  
383 das características estruturais e produtivas do capim-marandu. *Rev Cienc Agron* 44:184-191.  
384 <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-66902013000100023>
- 385 Soussana JF, Lemaire G (2014) Coupling carbon and nitrogen cycles for environmentally sustainable  
386 intensification of grasslands and crop-livestock systems. *Agric Ecosyst Environ* 190:9-17.  
387 <https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.10.012>
- 388 Tedeschi LO, Fonseca MA, Muir JP, Poppi DP, Cartens GE, Angerer JP, Fox DG (2017) Invited Review: A  
389 glimpse of the future in animal nutrition science. 2. Current and future solutions. *Rev Bras de Zootec*  
390 46:452-469. <http://dx.doi.org/10.1590/s1806-92902017000500012>

- 391 Tedeschi LO, Muir JP, Riley DG, Fox DG (2015) The role of ruminant animals in sustainable livestock  
 392 intensification programs. *Int J Sust Dev World* 22:452-465.  
 393 <http://dx.doi.org/10.1080/13504509.2015.1075441>
- 394 The Royal Society. Reaping the benefits. Science and the sustainable intensification of global agriculture.  
 395 October 2009. Disponível em  
 396 [https://royalsociety.org/~media/royal\\_society\\_content/policy/publications/2009/4294967719.pdf](https://royalsociety.org/~media/royal_society_content/policy/publications/2009/4294967719.pdf). Accessed  
 397 July 3, 2018.
- 398 Tichenor NE, Van Zanten HHE, Boer IJM, Peters CJ, Mccarthy AC, Griffin TS (2017). Land use efficiency of  
 399 beef systems in the Northeastern USA from a food supply perspective. *Agr Syst* 156:34–42.  
 400 <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.05.011>
- 401 Tylutki TP, Fox DG, Durbal VM, Tedeschi LO, Russell JB, Van Amburgh ME, Overton TR, Chase LE, Pell AN  
 402 (2008) Cornell net carbohydrate and protein system: A model for precision feeding of dairy cattle. *Anim*  
 403 *Feed Sci Tech* 143:174–202. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2007.05.010>
- 404 Valin H, Sands, RD, van der Mensbrugge D, Nelson GC, Ahammad H, Blanc E, Bodirsky B, Fujimori, S,  
 405 Hasegawai T, Havlika P, Heyhoe E, Kyle P, Mason-D'croz D, Paltsev S, Rolinski S, Tabeau A, Van Meijk  
 406 H, Von Lampe M, Willenbockel D (2014) The future of food demand: understanding differences in global  
 407 economic models. *Agric Econ* 45:51–67. <https://doi.org/10.1111/agec.12089>
- 408 Van der Weerden TJ, Luo J, Di HJ, Podolyan A, Phillips RL, Saggar S, de Klein CAM, Cox N, Ettema P, Rys G  
 409 (2016) Nitrous oxide emissions from urea fertiliser and effluent with and without inhibitors applied to  
 410 pasture. *Agr Ecosyst Environ* 219:58–70. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2015.12.006>
- 411 Van Soest PJ (1994) *Nutritional ecology of the ruminant*. Ithaca, Cornell University Press.
- 412 Weiss WP, Conrad HR, St Pierre NR (1992) A theoretically-based model for predicting total digestible nutrient  
 413 values of forages and concentrates. *Anim Feed Sci Tech* 39:95-110. [https://doi.org/10.1016/0377-  
 414 8401\(92\)90034-4](https://doi.org/10.1016/0377-8401(92)90034-4)
- 415 Zaka S, Ahmed LQ, Escobar-Gutiérrez AJ, Gastal F, Julier B, Louarn G (2017) How variable are non-linear  
 416 developmental responses to temperature in two perennial forage species? *Agr Forest Meteorol* 232:433–  
 417 442. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2016.10.004>
- 418 Zhang B, Carter J (2018) FORAGE – An online system for generating and delivering property-scale decision  
 419 support information for grazing land and environmental management. *Comput Electron Agr* 150:302–311.  
 420 <https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.05.010>
- 421

422 Table 1. Climatological norms between 1981 and 2010 for Pelotas, Rio Grande do Sul, Brazil, and meteorological  
 423 conditions between sowing and the end of the experimental period.

Period	Meteorological conditions			
	Climatological norms (1981 – 2010)		Experiment (2014)	
	Average temperature (°C)	Rainfall (mm)	Average temperature (°C)	Rainfall (mm)
April	18.8	106.6	17.5	2.6
May	15.1	129.1	20.2	91.4
June	12.7	114.8	14.1	155.0
July	12.2	99.6	14.3	204.8
August	13.5	126.5	14.5	82.5
September	15.0	122.9	16.5	180.3
October	17.8	87.1	19.4	213.8
November	20.0	102.3	20.2	85.4
Sum	--	888.9	--	1,015.8

424 Source: National Institute of Meteorology (INMET 2018).

425



426 Table 2. Treatments used during the cultivation of dual-purpose wheat BRS Tarumã

Time and dose of urea application	Treatments = Nitrogen doses (kg N ha <sup>-1</sup> )				
	0	150	250	350	450
1 <sup>st</sup> dose – tillering	SAC	100	100	100	100
2 <sup>nd</sup> dose	SAC	50	50	50	50
3 <sup>rd</sup> dose	SAC	NA	50	50	50
4 <sup>th</sup> dose	SAC	NA	50	50	50
5 <sup>th</sup> dose	SAC	NA	NA	50	50
6 <sup>th</sup> dose	SAC	NA	NA	50	50
7 <sup>th</sup> dose	SAC	NA	NA	NA	50
8 <sup>th</sup> dose	SAC	NA	NA	NA	50

427 SAC = no topdressing fertilization; NA = Not applied.

428

429 Table 3. Intervals between cuts, days of dual-purpose wheat pasture BRS Tarumã cultivation managed with different  
 430 nitrogen doses, and number of cuts per treatment

Variable	Nitrogen fertilization doses (kg N ha <sup>-1</sup> )				
	0	150	250	350	450
Intervals between cuts					
Sowing up to the 1 <sup>st</sup> cut	45	38	38	38	38
Between the 1 <sup>st</sup> and 2 <sup>nd</sup> cuts	91	17	17	17	17
Between the 2 <sup>nd</sup> and 3 <sup>rd</sup> cuts	31	22	22	22	22
Between the 3 <sup>rd</sup> and 4 <sup>th</sup> cuts	--	20	20	20	20
Between the 4 <sup>th</sup> and 5 <sup>th</sup> cuts	--	39	15	15	15
Between the 5 <sup>th</sup> and 6 <sup>th</sup> cuts	--	31	16	16	16
Between the 6 <sup>th</sup> and 7 <sup>th</sup> cuts	--	--	19	19	19
Between the 7 <sup>th</sup> and 8 <sup>th</sup> cuts	--	--	20	20	20
Between the 8 <sup>th</sup> and 9 <sup>th</sup> cuts	--	--	21	21	21
Between the 9 <sup>th</sup> and 10 <sup>th</sup> cuts	--	--	--	24	24
Total days of cultivation	167	188	188	212	212
Number of cuts in the cycle	3	6	9	10	10

431

432 Table 4. Thermal sum expressed in degree-days for dual-purpose wheat pasture BRS Tarumã managed with different  
 433 nitrogen doses

Thermal sum (Degree-days)	Nitrogen fertilization doses (kg N ha <sup>-1</sup> )				
	0	150	250	350	450
Degree-days until the first cuts	772.35	685.65	685.65	685.65	685.65
Between the 1 <sup>st</sup> and 2 <sup>nd</sup> cuts	1,367.25	229.95	229.95	229.95	229.95
Between the 2 <sup>nd</sup> and 3 <sup>rd</sup> cuts	524.95	320.55	320.55	320.55	320.55
Between the 3 <sup>rd</sup> and 4 <sup>th</sup> cuts	--	324.45	324.45	324.45	324.45
Between the 4 <sup>th</sup> and 5 <sup>th</sup> cuts	--	564.15	214.50	214.50	214.50
Between the 5 <sup>th</sup> and 6 <sup>th</sup> cuts	--	525.00	230.65	230.65	230.65
Between the 6 <sup>th</sup> and 7 <sup>th</sup> cuts	--	--	311.40	311.40	311.40
Between the 7 <sup>th</sup> and 8 <sup>th</sup> cuts	--	--	332.55	332.55	332.55
Between the 8 <sup>th</sup> and 9 <sup>th</sup> cuts	--	--	390.75	390.75	390.75
Between the 9 <sup>th</sup> and 10 <sup>th</sup> cuts	--	--	--	511.55	511.55
Total	2,664.55	2,649.75	3,040.45	3,552.00	3,552.00

434

435 Table 5. Traditional daily accumulation rate (TDAR) and daily accumulation rate for each accumulated degree-day  
 436 (DAcRDG) for dual-purpose wheat pasture BRS Tarumã managed with different nitrogen doses

Variable	Nitrogen fertilization doses (kg N ha <sup>-1</sup> )				
	0	150	250	350	450
Traditional daily accumulation rate (TDAR) (kg DM ha <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> )					
Between the 1 <sup>st</sup> and 2 <sup>nd</sup> cuts	7.14	40.58	43.52	39.41	44.11
Between the 2 <sup>nd</sup> and 3 <sup>rd</sup> cuts	12.80	30.45	31.81	33.18	34.09
Between the 3 <sup>rd</sup> and 4 <sup>th</sup> cuts	--	27.50	42.50	45.50	40.00
Between the 4 <sup>th</sup> and 5 <sup>th</sup> cuts	--	21.79	36.66	44.00	56.00
Between the 5 <sup>th</sup> and 6 <sup>th</sup> cuts	--	21.54	19.06	32.50	38.75
Between the 6 <sup>th</sup> and 7 <sup>th</sup> cuts	--	--	16.84	38.94	46.84
Between the 7 <sup>th</sup> and 8 <sup>th</sup> cuts	--	--	19.25	27.00	32.50
Between the 8 <sup>th</sup> and 9 <sup>th</sup> cuts	--	--	18.33	28.33	34.52
Between the 9 <sup>th</sup> and 10 <sup>th</sup> cuts	--	--	--	14.58	13.33
Average	9.97	28.37	28.50	30.34	34.01
Daily accumulation rates according to degree-days (DAcRDG) (kg DM ha <sup>-1</sup> degree-days <sup>-1</sup> )					
Between the 1 <sup>st</sup> and 2 <sup>nd</sup> cuts	0.475	3.000	3.218	2.913	3.261
Between the 2 <sup>nd</sup> and 3 <sup>rd</sup> cuts	0.756	2.090	2.183	2.277	2.339
Between the 3 <sup>rd</sup> and 4 <sup>th</sup> cuts	--	1.695	2.619	2.804	2.465
Between the 4 <sup>th</sup> and 5 <sup>th</sup> cuts	--	1.506	2.564	3.076	3.916
Between the 5 <sup>th</sup> and 6 <sup>th</sup> cuts	--	1.272	1.322	2.254	2.688
Between the 6 <sup>th</sup> and 7 <sup>th</sup> cuts	--	--	1.027	2.376	2.858
Between the 7 <sup>th</sup> and 8 <sup>th</sup> cuts	--	--	1.157	1.624	1.954
Between the 8 <sup>th</sup> and 9 <sup>th</sup> cuts	--	--	0.985	1.522	1.855
Between the 9 <sup>th</sup> and 10 <sup>th</sup> cuts	--	--	--	0.684	0.625
Average	0.615	1.913	1.884	1.953	2.196

438 Table 6. Costs of inputs used, nutrient yields, conversion of applied nitrogen to nutrients, nitrogen utilization  
 439 efficiency, and costs per kg nutrients produced in dual-purpose wheat pasture BRS Tarumã managed with different  
 440 nitrogen doses

Variable	Nitrogen fertilization doses (kg N ha <sup>-1</sup> )				
	0	150	250	350	450
Costs of inputs and costs per ha (BRL ha <sup>-1</sup> )					
Basal fertilization	294.00	294.00	294.00	294.00	294.00
Seeds	210.00	210.00	210.00	210.00	210.00
Nitrogen fertilization	0.00	342.00	570.00	798.00	1,026.00
Cost with inputs	504.00	846.00	1,074.00	1,302.00	1,530.00
Nutrient production (kg ha <sup>-1</sup> )					
Accumulated dry matter production	1,771	4,430	4,880	6,335	7,011
Accumulated total digestible nutrients production	1,275	3,234	3,583	4,608	5,126
Accumulated neutral detergent fiber production	843	2,014	2,172	2,871	3,145
Accumulated acid detergent fiber production	400	949	1,018	1,366	1,475
Accumulated crude protein production	248	850	1,105	1,400	1,607
Conversion of applied nitrogen to nutrients (kg kg <sup>-1</sup> N, discounting control)					
Dry matter	--	17.73	12.44	13.04	11.64
Total digestible nutrients	--	13.06	9.23	9.52	8.56
Neutral detergent fiber	--	7.80	5.32	5.79	5.11
Acid detergent fiber	--	3.66	2.47	2.76	2.39
Crude protein	--	4.02	3.43	3.29	3.02
Nitrogen utilization efficiency (% relative to control)					
Dry matter	--	150.15	175.55	257.68	295.87
Total digestible nutrients	--	153.55	180.96	261.30	301.90
Neutral detergent fiber	--	138.82	157.58	240.47	272.95
Acid detergent fiber	--	137.01	154.43	241.23	268.33
Crude protein	--	242.98	345.95	464.42	547.91
Costs per kg nutrient produced (BRL kg <sup>-1</sup> )					
Dry matter	0.2846	0.1910	0.2201	0.2055	0.2182
Total digestible nutrients	0.3952	0.2616	0.2997	0.2825	0.2985
Neutral detergent fiber	0.5977	0.4201	0.4944	0.4535	0.4865
Acid detergent fiber	1.2588	0.8915	1.0543	0.9530	1.0374
Crude protein	2.0324	0.9947	0.9712	0.9302	0.9523

441

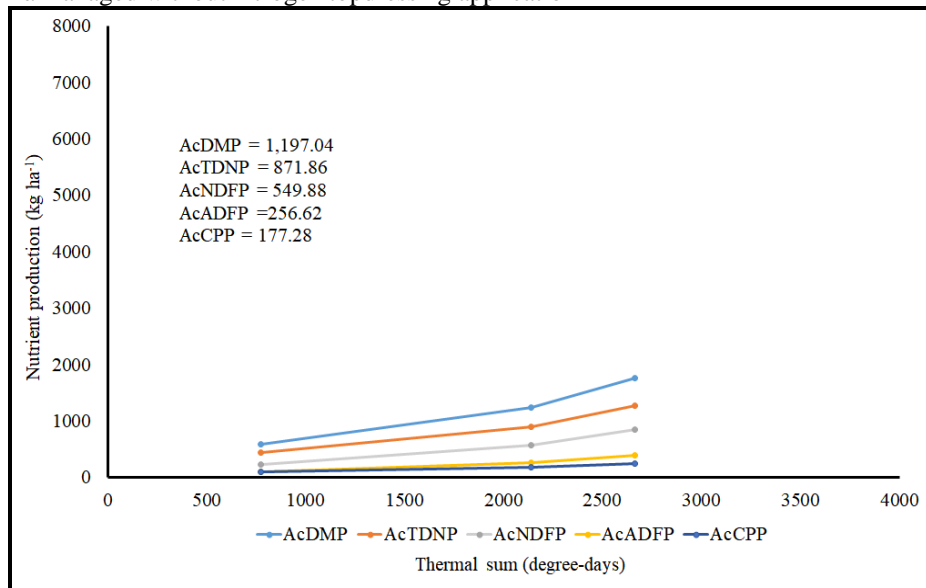
442 Table 7. Summary of the impacts on dual-purpose wheat pasture BRS Tarumã managed with various nitrogen  
 443 topdressing rates

Cause	Effect	Social, economic, and environmental impacts
Absence of nitrogen topdressing fertilization	Limited fodder production	Inefficient land use Minimal nitrous oxide production No grazing or poor meat or milk production and and loss of revenue Increased methane production, reduced voluntary feed intake, limited ruminal microbial growth.
Presence of nitrogen topdressing fertilization	Variable forage production rate according to exponential growth model	Efficient land use Increased nitrous oxide production Grazing, adequate meat or milk production, financial income Methane output reduction, increased voluntary fodder intake, enhanced ruminal microbial growth.

444

445

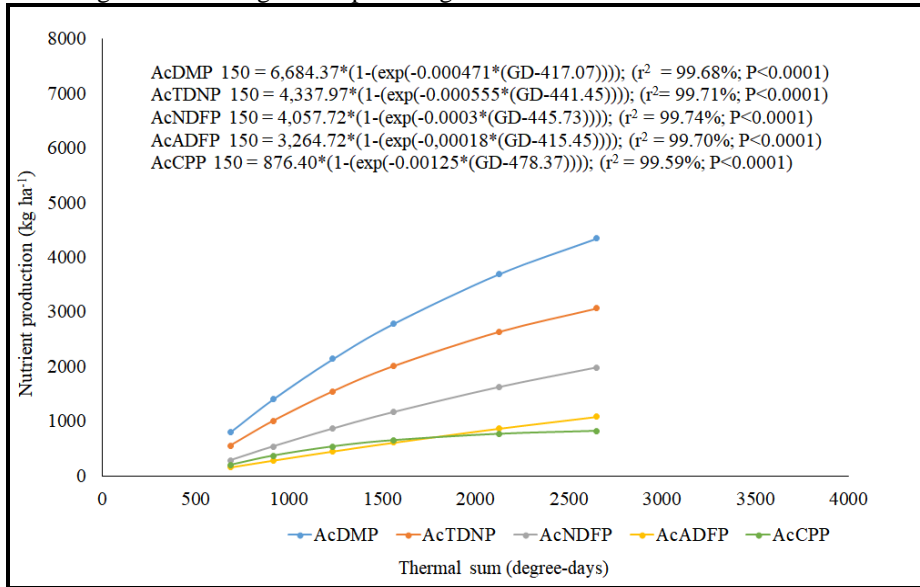
446 Figure 1. Accumulated dry matter production (AcDMP), accumulated total digestible nutrients production  
447 (AcTDNP), accumulated neutral detergent fiber production (AcNDFP), accumulated acid detergent fiber  
448 production (AcADFP), and cumulative crude protein production (AcCPP) per ha for dual-purpose wheat pasture  
449 of BRS Tarumã managed without nitrogen topdressing application



450

451

452 Figure 2. Accumulated dry matter production (AcDMP), accumulated total digestible nutrients production  
 453 (AcTDNP), accumulated neutral detergent fiber production (AcNDFP), accumulated acid detergent fiber  
 454 production (AcADFP), and cumulative crude protein production (AcCPP) per ha for dual-purpose wheat pasture  
 455 of BRS Tarumã managed with 150 kg N in topdressing

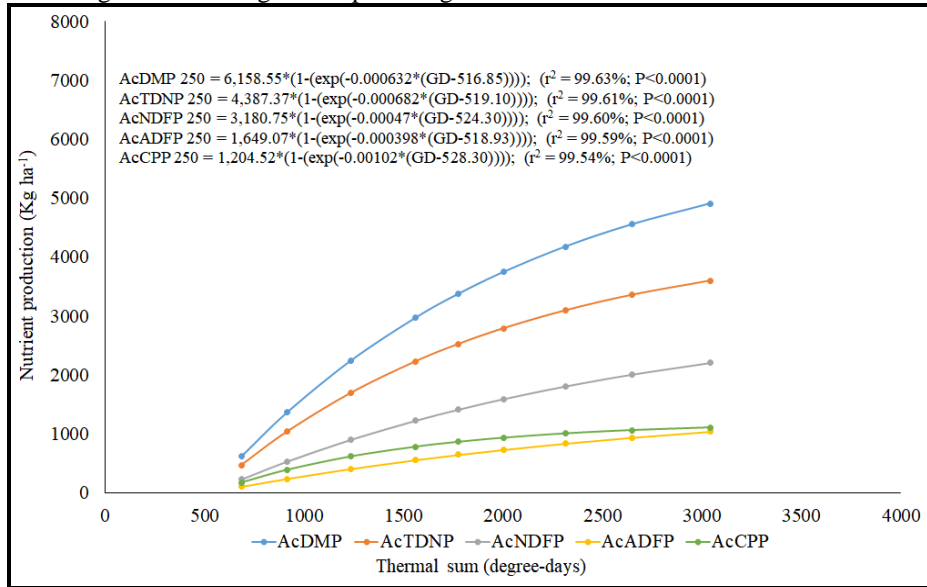


456

457



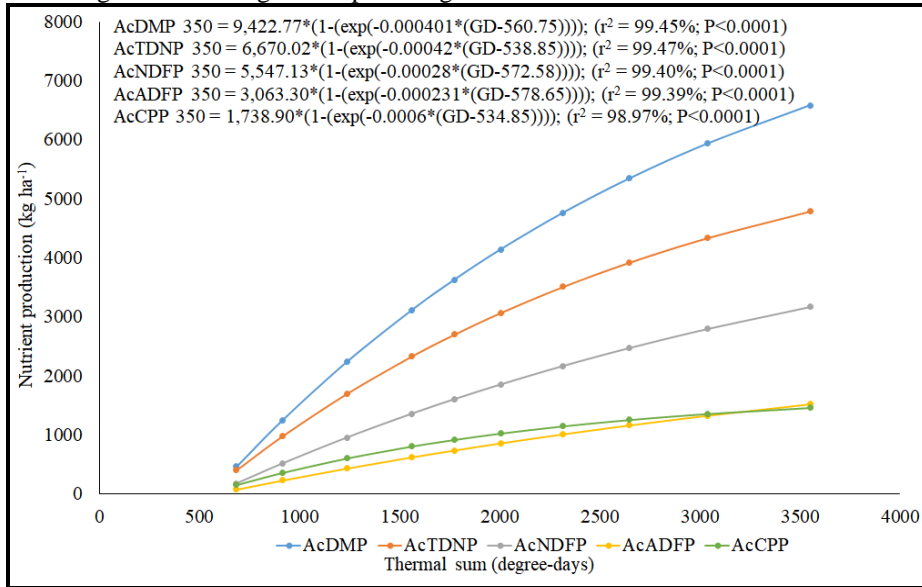
458 Figure 3. Accumulated dry matter production (AcDMP), accumulated total digestible nutrients production  
 459 (AcTDNP), accumulated neutral detergent fiber production (AcNDFP), accumulated acid detergent fiber  
 460 production (AcADFP), and cumulative crude protein production (AcCPP) per ha for dual-purpose wheat pasture  
 461 of BRS Tarumã managed with 250 kg N in topdressing



462

463

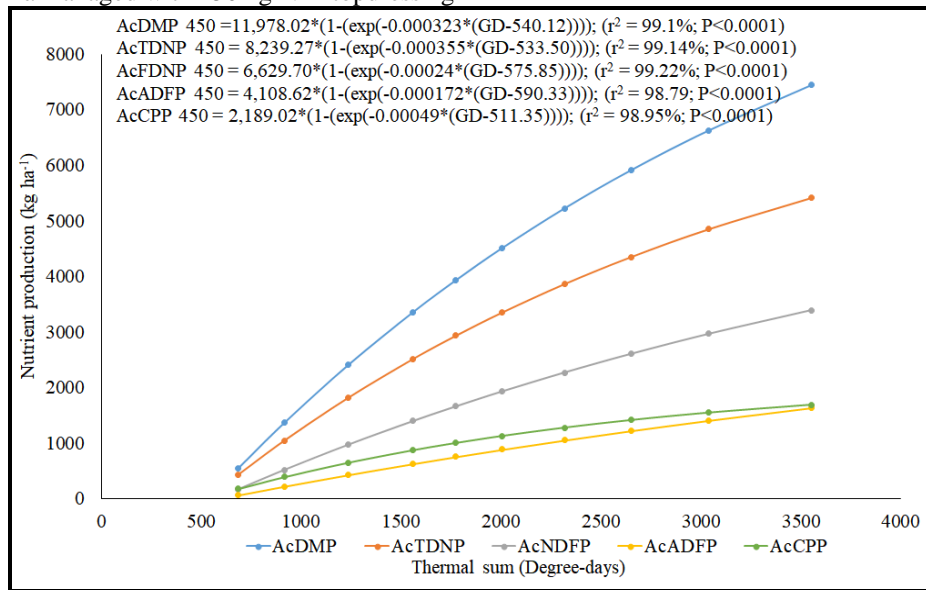
464 Figure 4. Accumulated dry matter production (AcDMP), accumulated total digestible nutrients production  
 465 (AcTDNP), accumulated neutral detergent fiber production (AcNDFP), accumulated acid detergent fiber  
 466 production (AcADFP), and cumulative crude protein production (AcCPP) per ha for dual-purpose wheat pasture  
 467 of BRS Tarumã managed with 350 kg N in topdressing



468

469

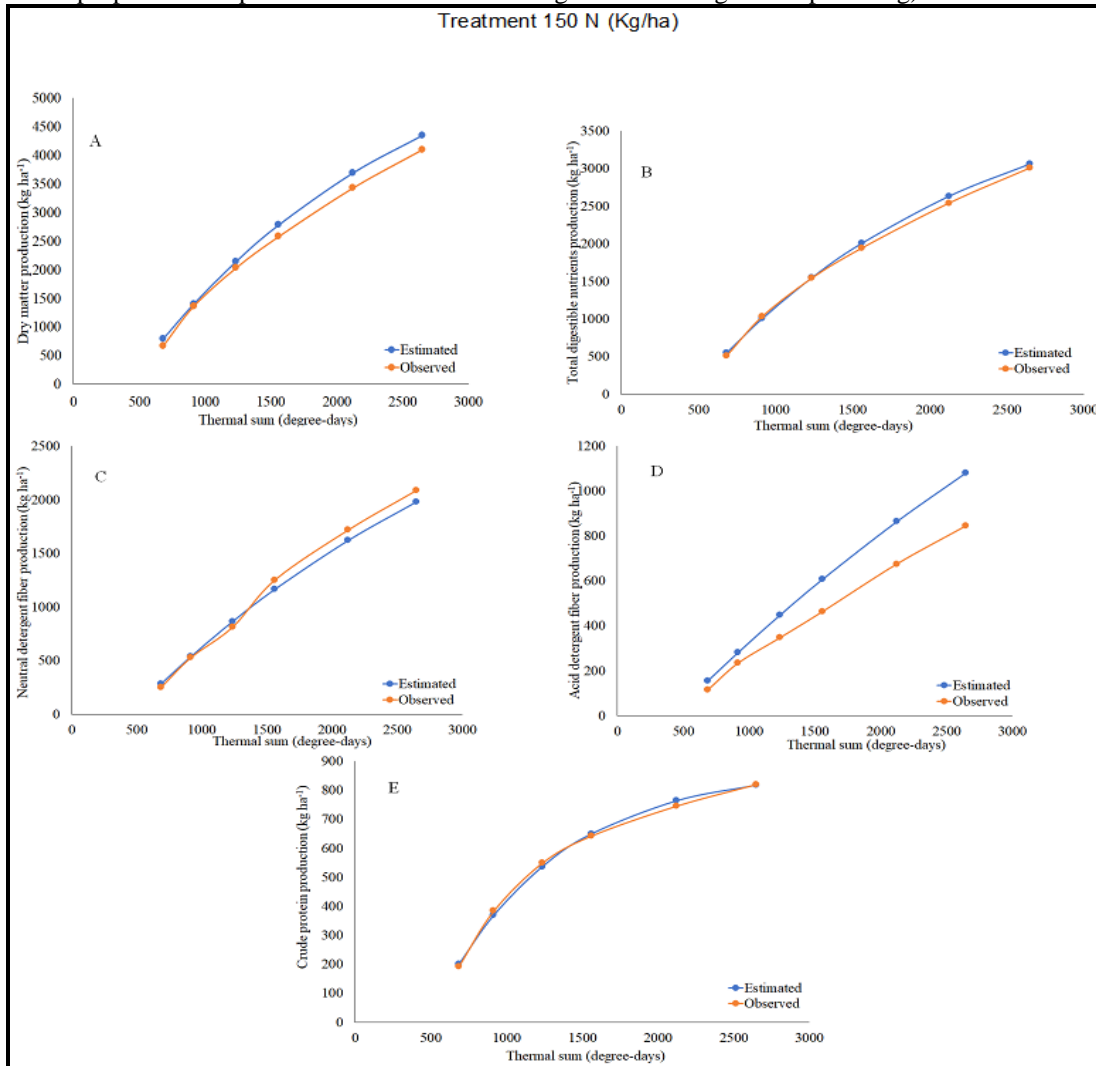
470 Figure 5. Accumulated dry matter production (AcDMP), accumulated total digestible nutrients production  
 471 (AcTDNP), accumulated neutral detergent fiber production (AcNDFP), accumulated acid detergent fiber  
 472 production (AcADFP), and cumulative crude protein production (AcCPP) per ha for dual-purpose wheat pasture  
 473 of BRS Tarumã managed with 450 kg N in topdressing



474

475

476 Figure 6. Cumulative production (observed) and adjusted by the exponential growth model (estimated). A: dry  
 477 matter; B: total digestible nutrients; C: neutral detergent fiber; D: acid detergent fiber; and E: crude protein (per  
 478 ha for dual-purpose wheat pasture of BRS Tarumã managed with 150 kg N in topdressing)

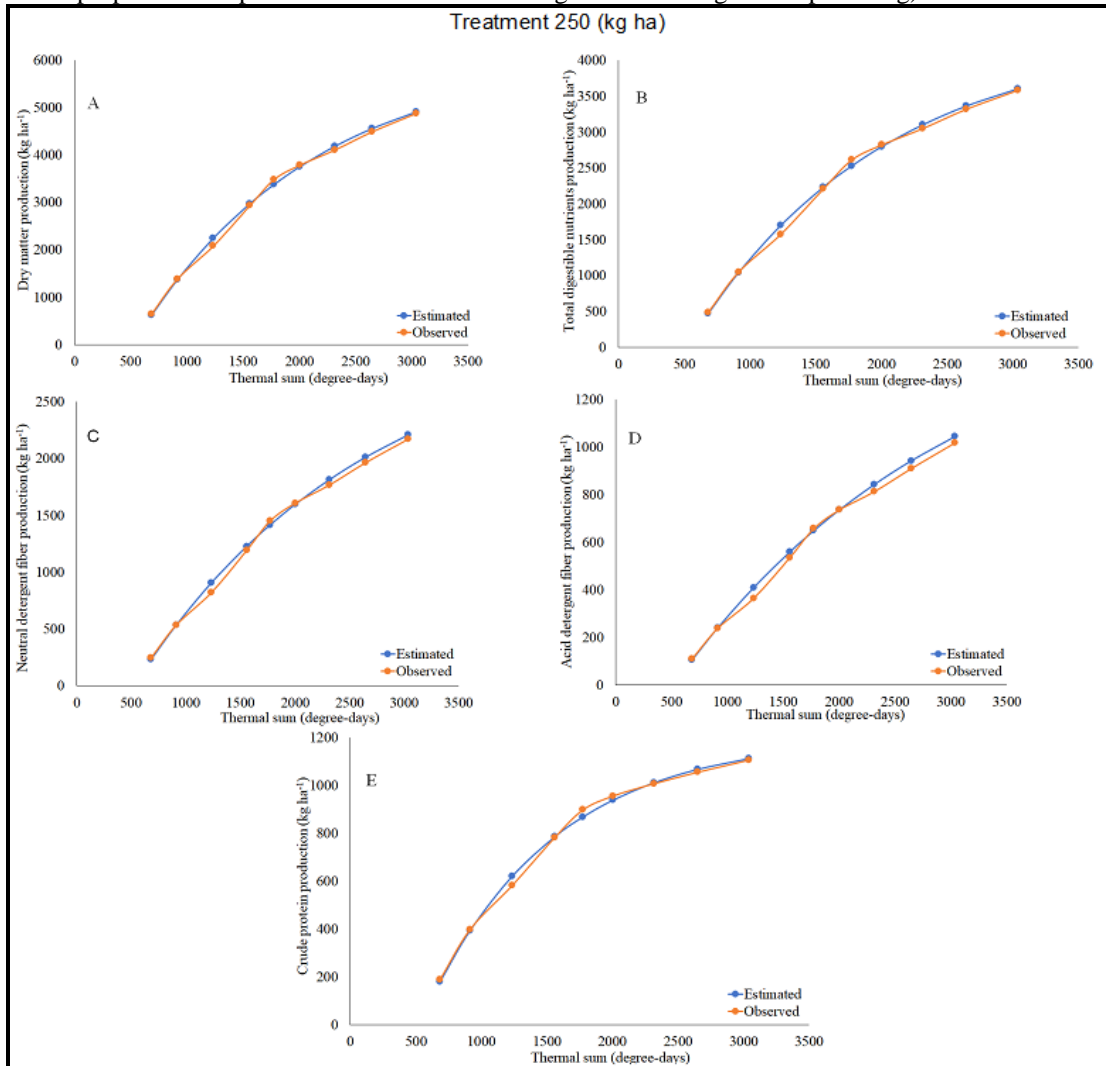


479

480

481

482 Figure 7. Cumulative production (observed) and adjusted by the exponential growth model (estimated). A: dry  
 483 matter; B: total digestible nutrients; C: neutral detergent fiber; D: acid detergent fiber; and E: crude protein (per  
 484 ha for dual-purpose wheat pasture of BRS Tarumã managed with 250 kg N in topdressing)

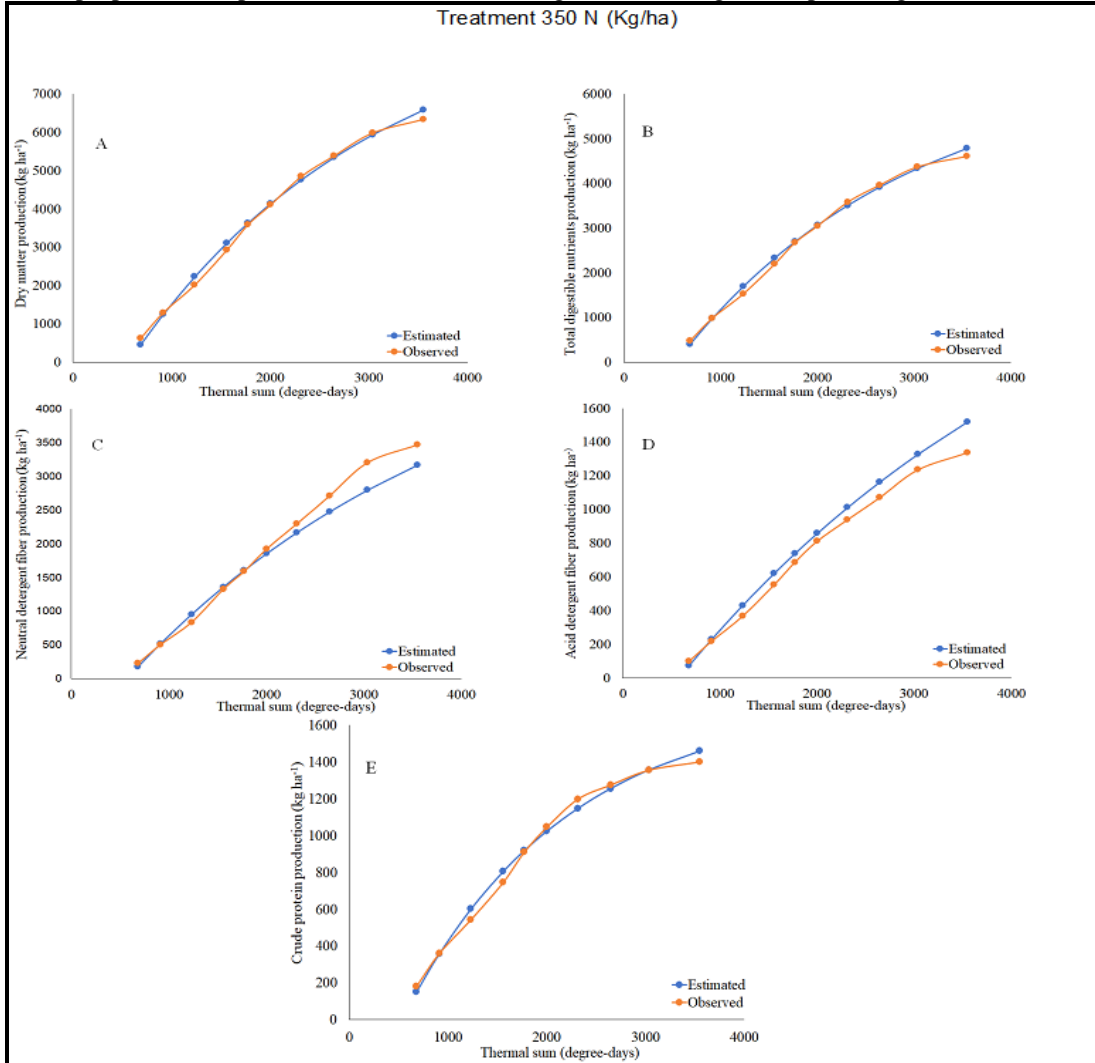


485

486

487

488 Figure 8. Cumulative production (observed) and adjusted by the exponential growth model (estimated). A: dry  
489 matter; B: total digestible nutrients; C: neutral detergent fiber; D: acid detergent fiber; and E: crude protein (per  
490 ha for dual-purpose wheat pasture of BRS Tarumã managed with 350 kg N in topdressing)

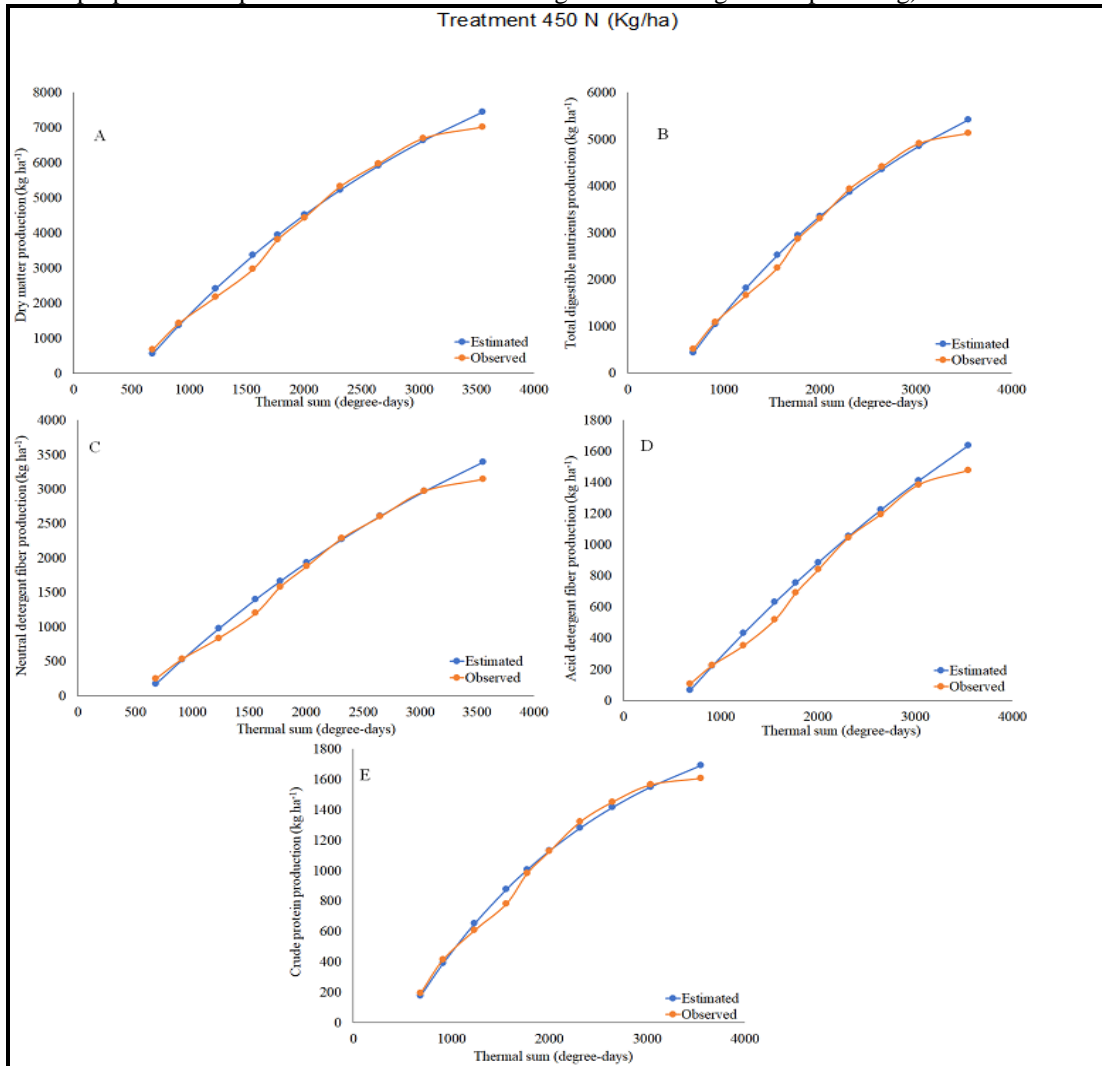


491

492

493

494 Figure 9. Cumulative production (observed) and adjusted by the exponential growth model (estimated). A: dry  
 495 matter; B: total digestible nutrients; C: neutral detergent fiber; D: acid detergent fiber; and E: crude protein (per  
 496 ha for dual-purpose wheat pasture of BRS Tarumã managed with 450 kg N in topdressing)



497

498





## 4 CAPÍTULO

### ARTICLE 2 - Ryegrass (*lolium multiflorum*) BRS ponteio and wheat (*triticum aestivum*) BRS tarumã pasture with different doses of ammonium sulfate as topdressing<sup>2</sup>

#### Temperate pasture production

Luiz Carlos Timm<sup>3</sup>, Ione Maria Pereira Haygert-Velho<sup>3</sup>, Delvacir Rezende Bolke<sup>4</sup>,  
Gustavo Veiverberg Antunes<sup>3</sup>, Dileta Regina Moro Alessio<sup>5</sup> and João Pedro Velho<sup>3</sup>

**ABSTRACT:** This study analyzed the behavior of the annual ryegrass (*Lolium multiflorum*) BRS Ponteio and dual-purpose wheat (*Triticum aestivum*) BRS Tarumã with different doses of ammonium sulfate as topdressing and evaluated the exponential growth model to explain the physiological development of both species. For each species, a completely randomized design was used with four replications per treatment with 9m<sup>2</sup> area, in which the following treatments were distributed: 0, 150, 250, 350 and 450 kg nitrogen per hectare applied as ammonium sulfate. The cumulative and adjusted productions to the exponential growth model at the end of the cycle were, respectively: BRS Ponteio 150 = 5,620; 250 = 5,920; 350 = 7,585 and 450 = 8,491 and BRS Tarumã 150 = 3,922; 250 = 5,060; 350 = 7,024 and 450 = 7,491 kg dry matter per hectare. The cultivars analyzed without nitrogen application had limited growth and showed no adjustment even to the first order linear model. The application of nitrogen decreased the interval between cuts and increased dry matter production per hectare following the exponential growth model.

**Keywords:** degree-days, *Lolium multiflorum*, dry matter, exponential model, nitrogen, *Triticum aestivum*

**Pastagens de azevém (*Lolium multiflorum*) BRS Ponteio e trigo (*Triticum aestivum*) BRS Tarumã com diferentes doses de sulfato de amônio em cobertura**  
**Produções de pastagens temperadas**

<sup>2</sup> Artigo aprovado para publicação no periódico Acta Scientiarum. Animal Sciences (No prelo)

<sup>3</sup>Universidade Federal de Santa Maria, *Campus* de Palmeira das Missões, Avenida Independência, 3751, 98.300-000, Palmeira das Missões, Rio Grande do Sul, Brasil. \*Autor para correspondência. E-mail: [velhojp@ufsm.br](mailto:velhojp@ufsm.br)

<sup>4</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense, *Campus* Pelotas – Visconde da Graça, Av. Ildefonso Simões Lopes, 2791, 96.060-290, Bairro Arco-íris, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil.

<sup>5</sup>Doutora em Ciência Animal, Integrante do Grupo de Pesquisa Gestão na Integração Produção Vegetal com Produção de Ruminantes, sediado no *Campus* de Palmeira das Missões da Universidade Federal de Santa Maria.

29 **RESUMO:** Este trabalho foi realizado para estudar o comportamento da cultura de azevém  
30 anual (*Lolium multiflorum*) BRS Ponteio e trigo de duplo propósito (*Triticum aestivum*) BRS  
31 Tarumã com diferentes doses de sulfato de amônio aplicadas em cobertura e avaliar o modelo  
32 de crescimento exponencial para explicar o desenvolvimento fisiológico de ambas as  
33 espécies. Para cada espécie foi utilizado delineamento completamente casualizado com quatro  
34 repetições por tratamento com parcelas de 9 m<sup>2</sup> de área útil, nas quais foram distribuídos os  
35 tratamentos: 0, 150, 250, 350 e 450 kg de nitrogênio por hectare aplicados de forma parcelada  
36 na forma de sulfato de amônio. As produções acumuladas e ajustadas ao modelo de  
37 crescimento exponencial ao final do ciclo foram, respectivamente, BRS Ponteio 150 = 5.620;  
38 250 = 5.920; 350 = 7.585 e 450 = 8.491 e BRS Tarumã 150 = 3.922; 250 = 5.060; 350 =  
39 7.024 e 450 = 7.491 kg de matéria seca por hectare. As cultivares analisadas sem aplicação de  
40 nitrogênio tiveram crescimento limitado e não apresentaram ajuste nem mesmo ao modelo  
41 linear de primeira ordem. A aplicação de nitrogênio diminuiu o intervalo entre cortes e  
42 aumentou a produção de matéria seca por hectare seguindo o modelo de crescimento  
43 exponencial.

44  
45 **Palavras-chave:** Graus-dia, *Lolium multiflorum*, matéria seca, modelo exponencial,  
46 nitrogênio, *Triticum aestivum*

## 47 48 **Introduction**

49 The valuation of agricultural commodities, mainly soybean (*Glycine max.* (L.) Merr.), has  
50 altered the land occupation in the South Region of the State of Rio Grande do Sul, due to the  
51 expansion of the oilseed, which competes with livestock production during the summer  
52 season in the Pampa Biome (Oliveira et al., 2017). However, in winter there is a greater  
53 amount of land that can be occupied with temperate pastures, including contributing to  
54 improve the animal production of small and large ruminants (Silveira, González, & Fonseca,  
55 2017). According to Dick, Silva, & Dewes (2015) and Ruviaro, Léis, Lampert, Barcellos &  
56 Dewes (2015), cultivated pastures (temperate and tropical) contribute to the mitigation of  
57 greenhouse gases in the production of beef cattle in the State of Rio Grande due to the better  
58 performance of the herds.

59 In recent years, there has been an increase in the availability of seeds of several species  
60 such as wheat (*Triticum* sp.) and triticale (*X Triticosecale*) with breeding for dual-purposes:  
61 forage and grains. However, some dual-purpose cultivars have been used only for grazing,  
62 due to the quantity and quality of the forage produced, which are due to the number of inputs

63 applied and mainly the management. According to Henz et al., (2016) the use of dual-purpose  
64 wheat for grazing allows for early cropping by minimizing and/or nullifying the effects of  
65 forage shortage in the fall.

66 It is fundamental to carry out studies with relatively new species and/or cultivars  
67 evaluating forage production, since the management may be different from the annual  
68 ryegrass (*Lolium multiflorum*) alone and/or its classic combination *Avena strigosa*, which  
69 continue to be the main pastures cultivated in winter, in the Pampa Biome. According to  
70 Tambara, Sippert, Jauris, Flores, Henz & Velho, (2017), it is necessary to optimize forage  
71 production with high nutritional value throughout the year as a way to reduce costs and  
72 improve animal performance.

73 Nitrogen fertilization is a resource to increase dry matter production and increase animal  
74 production by increasing the pasture stocking rate (Pellegrini et al., 2010; Skonieski et al.,  
75 2011), reducing production costs (Karen, Andrew, Richard, Matthew & Richard, 2018). The  
76 intensification of the use of nitrogen fertilization increases the frequency of grazing or pasture  
77 cuts and therefore increases animal production (Soussana & Lemaire, 2014). In general, grass  
78 pastures have longer growth periods than other forage genera, and are more responsive to  
79 nitrogen fertilization (Assmann, Pelissari, Moraes, Assmann, Oliveira & Sandini, 2004).

80 However, to understand the results obtained with the pastures it is necessary to understand  
81 the effect of the meteorological conditions and soil fertility on the development of plants  
82 (Cichota, Vogeler, Werner, Wigley & Paton, 2018). It is necessary to know the basal growth  
83 temperature of the species to be able to manage it physiologically and according to the  
84 environmental conditions (Müller et al., 2009). Considering that the natural development of  
85 living beings is represented by non-linear equations such as exponential, Logistic and  
86 Gompertz it is important to use such models to study pasture development.

87 The present study analyzed the behavior of annual ryegrass (*Lolium multiflorum*) BRS  
88 Ponteio and dual-purpose wheat (*Triticum aestivum*) BRS Tarumã with different doses of  
89 ammonium sulfate applied as topdressing and evaluated the exponential growth model to  
90 explain the physiological development of both species.

91

## 92 **Material and methods**

93 The experiment was carried out at the Instituto Federal Sul Riograndense, Campus Pelotas  
94 Visconde da Graça (CaVG), located in the municipality of Pelotas, State of Rio Grande do  
95 Sul (31°42'39,89"S and 52°18'33,13"W), with average altitude of 6 m. The soil of the  
96 experimental area is classified as Planosol Solodic (Hidromorphic Planosol), Planosol Solodic

97 Ta-A moderate, medium sandy and medium clayey texture as described by EMBRAPA  
 98 (2013), whose nutrient concentration before the onset of the experiment was: organic matter  
 99 2.4%; calcium 2.0 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>; magnesium 0.5 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>; aluminum 1.1 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>; hydrogen  
 100 + aluminum 6.2 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>; effective CEC 3.7 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>; pH 4.7; aluminum saturation  
 101 29.7%; base saturation 29.8%; SMP index 5.7; clay 24.0%; sulfur 11.9 mg/dm<sup>3</sup>; phosphorus  
 102 6.8 mg/dm<sup>3</sup>; CEC at pH 7 8.8 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>; potassium 44.0 mg/dm<sup>3</sup>; copper 1.1 mg/dm<sup>3</sup>; zinc  
 103 2.4 mg/dm<sup>3</sup>; and boron 0.4 mg/dm<sup>3</sup>.

104 The climate following the classification of Köppen is humid temperate with hot summers  
 105 “Cfa” (Alvares, Stape, Sentelhas, Gonçalves & Sparovek, 2013). Table 1 lists the  
 106 climatological normals of the period between 1981 and 2010 and the mean values of  
 107 temperature and rainfall for the experimental period.

108

109 **Table 1.** Climatological normals between 1981 and 2010 for Pelotas, State of Rio Grande do Sul and meteorological  
 110 conditions between sowing and the end of the experimental period.

Period	Meteorological conditions			
	Climatological normals (1981 – 2010)		Experiment (2014)	
	Average temperature (°C)	Rainfall (mm)	Average temperature (°C)	Rainfall (mm)
April	18.8	106.6	17.5	2.6
May	15.1	129.1	20.2	91.4
June	12.7	114.8	14.1	155.0
July	12.2	99.6	14.3	204.8
August	13.5	126.5	14.5	82.5
September	15.0	122.9	16.5	180.3
October	17.8	87.1	19.4	213.8
November	20.0	102.3	20.2	85.4
Sum	--	888.9	--	1,015.8

111 Source: National Institute of Meteorology (INMET, 2018).

112

113 On April 15, 2014, the soil was turned over with a rotating hoe and subsequent sowing: -  
 114 annual ryegrass (*Lolium multiflorum*) BRS Ponteio at a density of 25 kg viable pure seeds/ha;  
 115 - dual-purpose wheat (*Triticum aestivum*) BRS Tarumã at a density of 140 kg viable pure  
 116 seeds/ha. Both crops were sown at 0.02 m depth, with 18 rows in each plot spaced 0.17 m  
 117 apart.

118 The other cultural treatments also occurred on the same days for both plant species. For  
 119 each species, a completely randomized design was used with four replications per treatment  
 120 with 9m<sup>2</sup> useful area, in which the following treatments were distributed: 0, 150, 250, 350 and  
 121 450 kg nitrogen per hectare applied as ammonium sulfate, as shown in Table 2. The basal  
 122 fertilization was carried out in the sowing row with 300 kg/ha of NPK formulation 5-20-20.

123 **Table 2.** Detail on the application of the treatments during the cultivation of pastures of annual ryegrass BRS Ponteio  
 124 and dual-purpose wheat BRS Tarumã.

Time and dose applied of ammonium sulfate	Treatments = Doses of nitrogen (kg N/ha)				
	0	150	250	350	450
1 <sup>st</sup> dose of N – tillering	SAC	100	100	100	100
2 <sup>nd</sup> dose of N	SAC	50	50	50	50
3 <sup>rd</sup> dose of N	SAC	NA	50	50	50
4 <sup>th</sup> dose of N	SAC	NA	50	50	50
5 <sup>th</sup> dose of N	SAC	NA	NA	50	50
6 <sup>th</sup> dose of N	SAC	NA	NA	50	50
7 <sup>th</sup> dose of N	SAC	NA	NA	NA	50
8 <sup>th</sup> dose of N	SAC	NA	NA	NA	50

125 SAC = no topdressing fertilization; NA = Not applied.

126

127 The determination of the dry matter was done from samples cut when the sward height  
 128 reached 0.20 m. The cut was done manually with scissors (0.05 m from the ground) with the  
 129 aid of a square of 0.5 m x 0.5 m. After cutting the samples, the rest of the plots was cut with a  
 130 backpack machine, also at 0.05 m from the ground. Subsequently, the samples were weighed  
 131 on a precision scale, packed in properly identified paper bags and placed in the oven at 55°C  
 132 for 72 hours to constant mass.

133 The daily accumulation rate (DAR) was calculated by dividing the dry matter production  
 134 of each period by the interval between days. The degree-days determination was performed  
 135 according to Müller et al. (2009); and for annual ryegrass, the basal temperature was 7°C and  
 136 for wheat, 0°C. After all the cuts, the dry matter production per hectare was determined. The  
 137 control treatment was evaluated by PROC REG of the SAS software (version 9.1 SAS/2012).  
 138 The results of the other treatments were subjected to PROC NLIN following the exponential  
 139 growth model:

$$140 \quad PDMA_{adj} = \sum SDMP_{Cuts} \times \left(1 - \left(e^{-GR \times (DG - L)}\right)\right)$$

141 where:

142  $PDMA_{adj}$  = production of dry matter adjusted by the exponential model;

143  $\sum SDMP_{Cuts}$  = sum of dry matter production of the cuts;

144  $GR$  = growth rate;

145  $DG$  = degree-days;

146  $L$  = latency;

147 the coefficient of determination was calculated as follows:

$$148 \quad r^2 = 1 - \left(\frac{\text{Mean square of the error}}{\text{Total mean square}}\right)$$

149 to evaluate the nonlinear regression adjustments.

**150 Results**

151 The results are presented chronologically, separated by plant species, since there was no  
152 intention to compare them, since the annual ryegrass BRS Ponteio was developed specifically  
153 for grazing while dual-purpose wheat BRS Tarumã was genetically improved for production  
154 of pasture and grains. However, in this experiment it was used only as pasture.

155 The initial application of ammonium sulfate to stimulate the tillering of plants of both  
156 species had a positive effect, since the control treatments required a higher thermal sum  
157 (Table 3) and more days (45 days) to reach the predetermined point for the first cut. The  
158 treatment 150 kg N that was split in twice (Table 2) allowed, seven and six cuts, respectively,  
159 in ryegrass BRS Ponteio and in wheat BRS Tarumã. While treatments 250 that were split in  
160 four doses provided nine cuts and treatments 350 and 450 that were split out in six and eight  
161 applications allowed ten cuts and increased the pasture cycle (212 days), relative to the  
162 control treatments (167 days); however, with much larger yields, in both plant species. The  
163 lack of nitrogen decreased the production of annual ryegrass BRS Ponteio and dual-purpose  
164 wheat BRS Tarumã.

165 The mean values of thermal sum (Table 3) show that there is a dynamic interaction with  
166 the availability of nitrogen for the regrowth of both species. At the beginning of the vegetative  
167 cycle of the plants, the nitrogen utilization is higher, resulting in a shorter interval between  
168 cuts and a higher daily accumulation rate (Table 4). It has been shown that lower doses of  
169 nitrogen as topdressing limits pasture production and therefore, the second and third cuts of  
170 the control treatments were with a longer interval of days than the other treatments and the  
171 rates of daily accumulation were reduced.

172

173

174

175

176

177

178

179

180

181

182

183 **Table 3.** Mean values of thermal sum between cuts for pasture of annual ryegrass BRS Ponteio and dual-purpose  
 184 wheat BRS Tarumã under different doses of nitrogen fertilization as ammonium sulfate.

Thermal sum (Degree-days)	Doses of nitrogen fertilization (kg N.ha <sup>-1</sup> )				
	0	150	250	350	450
Annual ryegrass BRS Ponteio					
Sowing up to the 1 <sup>st</sup> cut	450.36	412.50	412.50	412.50	412.50
Between the 1 <sup>st</sup> and the 2 <sup>nd</sup> cut	725.35	110.95	110.95	110.95	110.95
Between the 2 <sup>nd</sup> and the 3 <sup>rd</sup> cut	307.95	166.55	166.55	166.55	166.55
Between the 3 <sup>rd</sup> and the 4 <sup>th</sup> cut	--	184.45	184.45	184.45	184.45
Between the 4 <sup>th</sup> and the 5 <sup>th</sup> cut	--	291.50	291.50	291.50	291.50
Between the 5 <sup>th</sup> and the 6 <sup>th</sup> cut	--	308.00	308.00	308.00	308.00
Between the 6 <sup>th</sup> and the 7 <sup>th</sup> cut	--	243.75	178.40	178.40	178.40
Between the 7 <sup>th</sup> and the 8 <sup>th</sup> cut	--	--	192.55	192.55	192.55
Between the 8 <sup>th</sup> and the 9 <sup>th</sup> cut	--	--	243.75	243.75	243.75
Between the 9 <sup>th</sup> and the 10 <sup>th</sup> cut	--	--	--	343.55	343.55
Total	1,483.66	1,717.70	2,088.65	2,432.20	2,432.20
Dual-purpose wheat BRS Tarumã					
Sowing up to the 1 <sup>st</sup> cut	772.35	685.65	685.65	685.65	685.65
Between the 1 <sup>st</sup> and the 2 <sup>nd</sup> cut	1367.25	229.95	229.95	229.95	229.95
Between the 2 <sup>nd</sup> and the 3 <sup>rd</sup> cut	524.95	320.55	320.55	320.55	320.55
Between the 3 <sup>rd</sup> and the 4 <sup>th</sup> cut	--	324.45	324.45	324.45	324.45
Between the 4 <sup>th</sup> and the 5 <sup>th</sup> cut	--	564.15	214.50	214.50	214.50
Between the 5 <sup>th</sup> and the 6 <sup>th</sup> cut	--	525.00	230.65	230.65	230.65
Between the 6 <sup>th</sup> and the 7 <sup>th</sup> cut	--	--	311.40	311.40	311.40
Between the 7 <sup>th</sup> and the 8 <sup>th</sup> cut	--	--	332.55	332.55	332.55
Between the 8 <sup>th</sup> and the 9 <sup>th</sup> cut	--	--	390.75	390.75	390.75
Between the 9 <sup>th</sup> and the 10 <sup>th</sup> cut	--	--	--	511.55	511.55
Total	2,664.55	2,649.75	3,040.45	3,552.00	3,552.00

185

186

187

188

189

190

191

192

193

194

195

196

197

198

199

200

201

202

203

204 **Table 4.** Mean values of the daily accumulation rate for pastures of annual ryegrass BRS Ponteio and dual-purpose  
 205 wheat BRS Tarumã under different doses of nitrogen fertilization as ammonium sulfate.

Daily Accumulation Rate (Kg DM/ha)	Doses of nitrogen fertilization (kg N.ha <sup>-1</sup> )				
	0	150	250	350	450
Annual ryegrass BRS Ponteio					
Between the 1 <sup>st</sup> and the 2 <sup>nd</sup> cut	8.35	50.00	51.76	51.76	54.70
Between the 2 <sup>nd</sup> and the 3 <sup>rd</sup> cut	22.74	32.27	40.90	43.63	46.36
Between the 3 <sup>rd</sup> and the 4 <sup>th</sup> cut	--	24.25	57.50	59.00	57.00
Between the 4 <sup>th</sup> and the 5 <sup>th</sup> cut	--	19.74	38.66	50.66	51.33
Between the 5 <sup>th</sup> and the 6 <sup>th</sup> cut	--	26.61	25.31	44.37	43.75
Between the 6 <sup>th</sup> and the 7 <sup>th</sup> cut	--	11.77	20.78	39.47	50.00
Between the 7 <sup>th</sup> and the 8 <sup>th</sup> cut	--	--	25.00	33.75	49.50
Between the 8 <sup>th</sup> and the 9 <sup>th</sup> cut	--	--	21.42	20.47	28.33
Between the 9 <sup>th</sup> and the 10 <sup>th</sup> cut	--	--	--	13.54	19.16
Mean	15.54	27.44	35.17	35.66	40.01
Dual-purpose wheat BRS Tarumã					
Between the 1 <sup>st</sup> and the 2 <sup>nd</sup> cut	7.91	41.17	42.35	36.47	42.94
Between the 2 <sup>nd</sup> and the 3 <sup>rd</sup> cut	17.63	25.90	34.09	33.18	36.36
Between the 3 <sup>rd</sup> and the 4 <sup>th</sup> cut	--	24.25	46.00	49.50	44.00
Between the 4 <sup>th</sup> and the 5 <sup>th</sup> cut	--	18.71	38.66	49.33	49.33
Between the 5 <sup>th</sup> and the 6 <sup>th</sup> cut	--	20.96	18.43	45.00	36.25
Between the 6 <sup>th</sup> and the 7 <sup>th</sup> cut	--	--	17.89	38.42	48.94
Between the 7 <sup>th</sup> and the 8 <sup>th</sup> cut	--	--	18.00	29.75	43.50
Between the 8 <sup>th</sup> and the 9 <sup>th</sup> cut	--	--	17.38	24.28	31.19
Between the 9 <sup>th</sup> and the 10 <sup>th</sup> cut	--	--	--	15.20	15.20
Mean	12.77	26.20	29.10	32.11	34.77

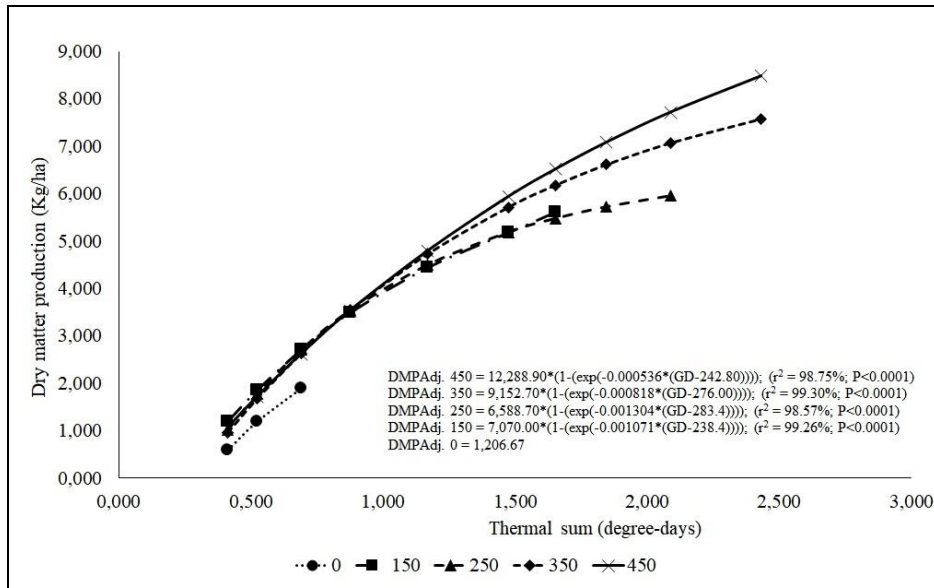
206  
 207 The absence of nitrogen in topdressing (control treatment) caused nutritional deficiency,  
 208 evident in the field and also demonstrated in Figures 1 and 2 that both species could not  
 209 develop in a physiological way, so that no adjustment was obtained even to the first order  
 210 linear model. The other treatments 150, 250, 350 and 450 kg nitrogen as topdressing allowed  
 211 the plants to grow physiologically, but with different exponential magnitudes, since the  
 212 growth rates were different between treatments (BRS Ponteio 150 = 0.001071; 250 =  
 213 0.001304; 350 = 0.000818 and 450 = 0.000536; BRS Tarumã 150 = 0.000517; 250 =  
 214 0.000671; 350 = 0.000398 and 450 = 0.000292).

215 The cumulative and adjusted productions to the exponential growth at the end of the cycle  
 216 were: (BRS Ponteio 150 = 5,620; 250 = 5,920; 350 = 7,585 and 450 = 8,491 kg dry matter per  
 217 hectare, BRS Tarumã 150 = 3,922; 250 = 5,060; 350 = 7,024 and 450 = 7,491 kg dry matter  
 218 per hectare). If the management of the residue of each cut had been greater than five  
 219 centimeters, probably both species would have generated more cuts and produced even more,  
 220 since the regrowth depends on the presence of leaf blade. Thus, growth rates could still be  
 221 more diluted over the vegetative season. The latency rates (BRS Ponteio 150 = 238.4; 250 =  
 222 283.4; 350 = 276.0 and 450 = 242.8, BRS Tarumã 150 = 398.8; 250 = 531.0; 350 = 570.4 and



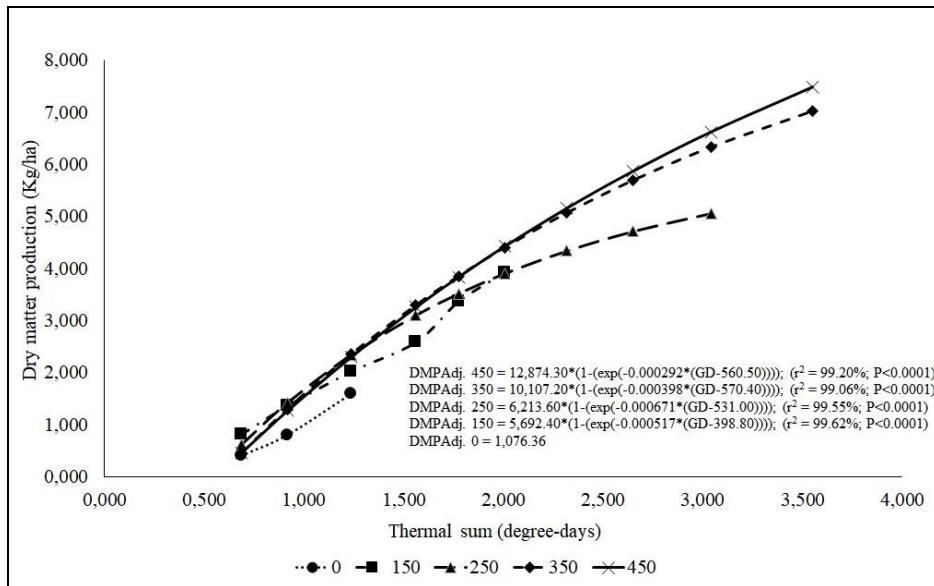
223 450 = 560.5) show that for the effective growth of the temperate pastures it is necessary the  
 224 accumulation of degree-days.

225



226

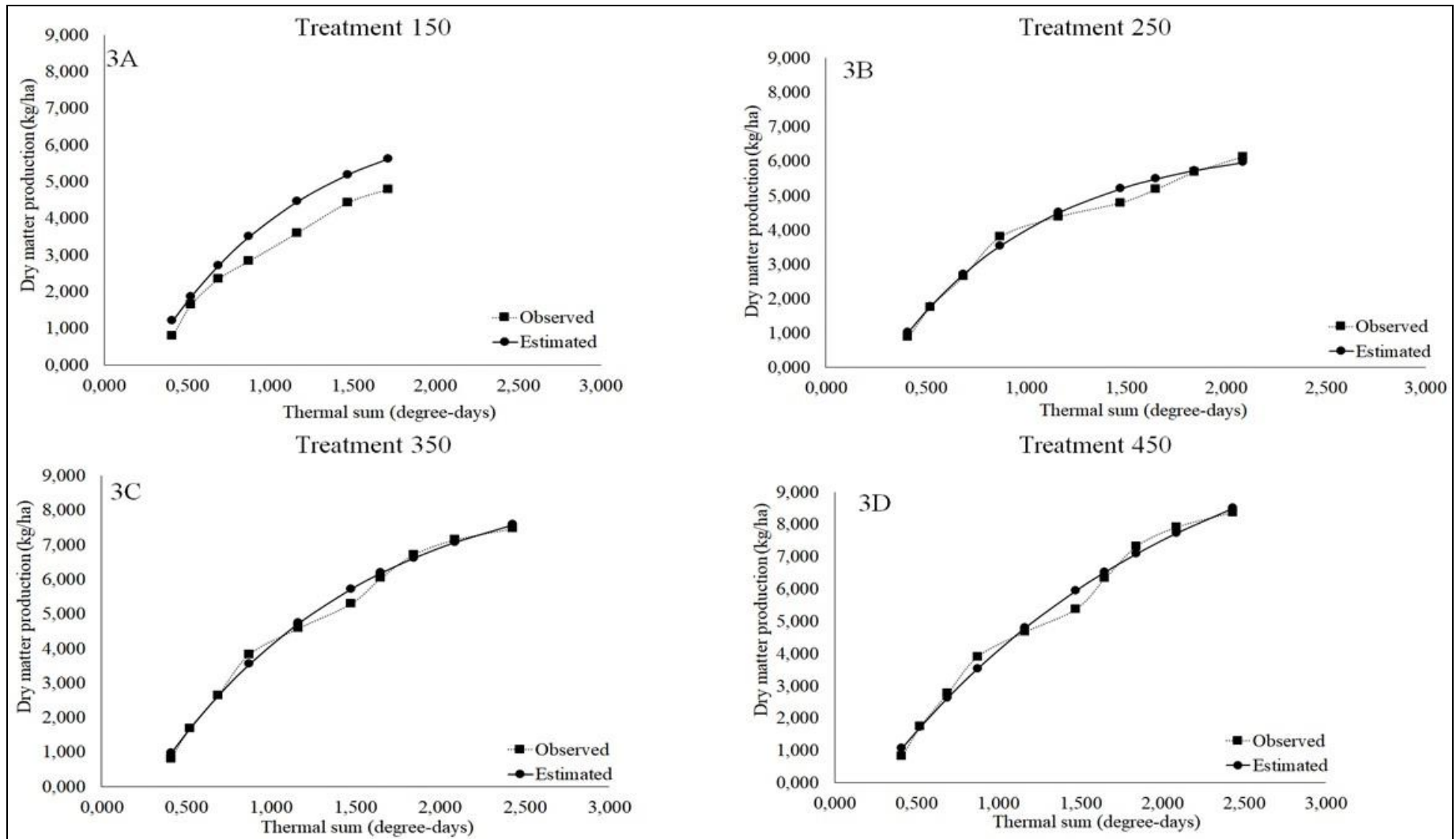
227 **Figure 1.** Dry matter production adjusted (DMPAdj) by the exponential growth model for pasture of annual  
 228 ryegrass BRS Ponteio managed with different doses of nitrogen fertilization as ammonium sulfate, as a function  
 229 of degree-days (DG).  
 230



231

232 **Figure 2.** Dry matter production adjusted (DMPAdj) by the exponential growth model along the growth cycle of  
 233 the pasture of dual-purpose wheat BRS Tarumã managed with different doses of nitrogen fertilization as  
 234 ammonium sulfate, as a function of degree-days (DG).  
 235

236 The adjustments of the models can also be visualized in Figures 3 and 4, since the non-linear  
 237 equations are in agreement with the values observed during the cultivation. The higher the  
 238 todressing nitrogen fertilization rates the longer the cycle and the dry matter production per  
 239 hectare

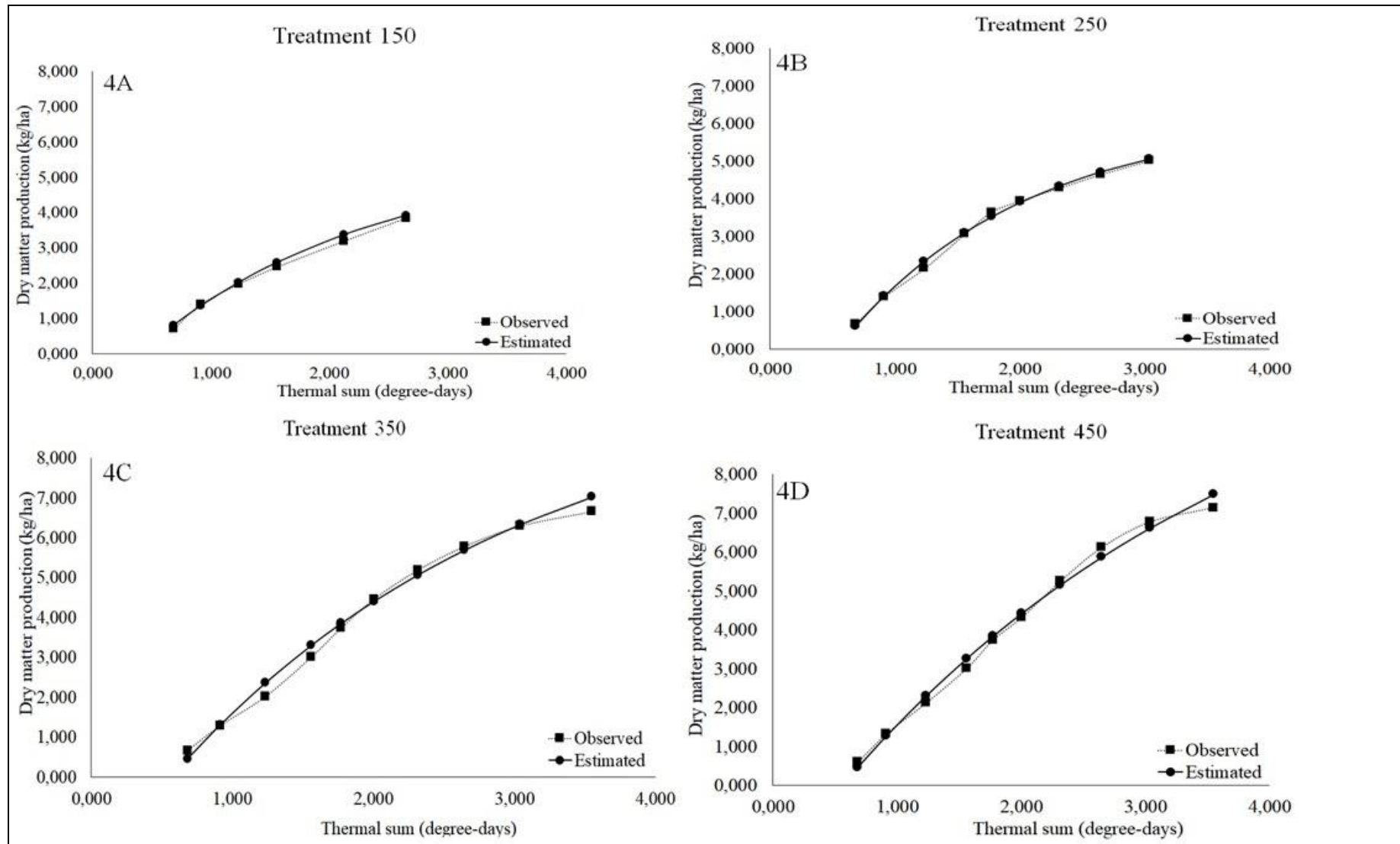


240

241

242

**Figure 3.** Cumulative dry matter production (Observed) and adjusted by the exponential growth model (Estimated) for pasture of annual ryegrass BRS Ponteio, for each treatment of topdressing nitrogen fertilization.



243

244

245

**Figure 4.** Cumulative dry matter production (Observed) and adjusted by the exponential growth model (Estimated) for pasture of dual-purpose wheat BRS Tarumã, for each treatment of topdressing nitrogen fertilization.

**246 Discussion**

247 Chemical fertilizers in general are considered onerous (Profeta & Braga, 2011). Thus,  
248 technicians often apply lower doses (less than 50 kg N/ha) during the cultivation of temperate  
249 pastures (cycle between 80 and 240 days) or not even apply topdressing fertilizers. However,  
250 the results observed in the present study (Table 4 and Figures 1, 2, 3 and 4) show that larger  
251 doses 350 and 450 kg N/ha split-applied increase the daily accumulation rate and production  
252 of dry matter.

253 Production of food of animal origin such as meat, milk and its derivatives must be  
254 intensified in a sustainable way in the world, i.e., following the three pillars: economically  
255 viable, environmentally correct and socially fair (Tedeschi, Muir, Riley & Fox, 2015).  
256 Comparing grazing management in annual ryegrass in the Traditional Rotational System with  
257 the system called Rotatinuous (where pasture is not so low), Savian et al. (2018) recommend  
258 using this latter system, as it resulted in better digestibility of forage and intake of organic  
259 matter and metabolizable energy by sheep, besides mitigating methane emissions by 64% per  
260 area and 170% per unit of animal product. Therefore, increased pasture production favors  
261 management and, above all, the generation of revenues.

262 In order to evaluate urea or ammonium sulfate as a nitrogen source as topdressing for black  
263 oats and annual ryegrass pastures grown in the State of Rio Grande do Sul, Restle, Roso,  
264 Soares, Lupatini, Alves Filho & Brondani (2000) concluded that nitrogen source does not  
265 cause changes in the animal performance, as well as in the animal load supported by the  
266 pasture and in the total pasture production. Therefore, the decision to use urea or ammonium  
267 sulfate as a source of nitrogen as topdressing should be based on the price of kg of nitrogen.  
268 Nevertheless, working with tropical species (Marandu palisadegrass) Silva, Costa, Faquin,  
269 Oliveira & Bernardes (2013) commented that a factor that may have contributed to a higher  
270 density of tillers with the use of ammonium sulfate would be the presence of sulfur.  
271 Currently, the diet formulation for ruminants has taken into account the amount of sulfur  
272 amino acids (mainly methionine) in diet ingredients and when necessary are added  
273 synthetically (Fagundes, Yang, Eun, Hall, Moon & Park, 2018). Costa, Severiano, Silva,  
274 Borges, Epifânio & Guimarães (2013) working with Xaraes palisadegrass also verified high  
275 efficacy for the use of ammonium sulfate, but recommend the execution of works that  
276 consider economic analysis.

277 The effect of fertilization with 200 kg N/ha as ammonium sulfate split in three times in the  
278 annual ryegrass pasture for 202 days (sowing on April 14 and last evaluation on November 8,  
279 1994) was investigated by Soares, Restle, Roso, Lupatini & Alves Filho (2001), who reported

280 that the average daily accumulation rate was 36.1 kg dry matter, reaching a cumulative dry  
281 matter production of 6,618 kg, whose values are close to those obtained in the present study  
282 with treatment 250. Applying 90 kg N/ha as topdressing in four equal doses of urea in annual  
283 ryegrass, Quadros, Bandinelli, Pigatto & Rocha (2005) observed that the interval for  
284 emergence of leaves was 11.7 days and the phyllochron was 156 degrees-day, on the average  
285 of treatments and periods. Pedroso, Medeiros, Silva, Jornada, Saibro & Teixeira (2004)  
286 evaluating annual ryegrass with topdressing nitrogen fertilizer at 140 kg N/ha obtained 2,144  
287 degrees-day in the pre-flowering period. The aforementioned studies help to explain the  
288 results verified in the present study, but as the nitrogen doses are higher, the regrowth was  
289 probably faster, that is, fewer days were required for the emergence of a new leaf and the  
290 management was carried out so that there was no flowering of the pastures, since the main  
291 objective in both species was to produce pastures.

292 Meinerz, Olivo, Fontaneli, Agnolin, Horst & Bem (2012), in an experiment carried out in  
293 the Central Depression of Rio Grande do Sul, evaluated several temperate species with  
294 topdressing nitrogen fertilization at 120 kg N/ha as urea and obtained a daily accumulation  
295 rate mean and total production of dry matter, respectively, of 63.04 and 5,888 kg in three  
296 evaluations for dual-purpose wheat BRS Tarumã. Quatrin et al. (2017) evaluated the same  
297 wheat cultivar with 130 kg N/ha as urea under grazing by lactating cows and verified a daily  
298 accumulation rate of 40.78 kg and a dry matter production of 4,143 kg. Henz et al. (2016)  
299 evaluated BRS Tarumã managed with different doses of nitrogen as topdressing (0, 75, 150,  
300 225 and 300 kg N/ha as urea) and grazed by lactating Holstein cows found that accumulation  
301 rate presented a quadratic upward trend with a maximum point close to treatment 150 and  
302 greater than 100 kg dry matter per day. The experiments mentioned, along with the results  
303 obtained in the present experiment demonstrate the ability of regrowth and production of  
304 wheat, but it is important to emphasize that the growth rates were changed exponentially with  
305 the different doses of nitrogen as topdressing.

306 In Australia, Pembleton, Rawnsley & Burkitt (2013) tested different doses of nitrogen (0,  
307 20, 40, 60, 80 and 100 kg N/ha) as topdressing fertilization in *Lolium perenne* in three  
308 experiments and reported that the production of accumulated dry matter also presented  
309 nonlinear growth with the presence of nitrogen; but the adjusted model was the Logistic one,  
310 and emphasized that the best efficiency of nitrogen utilization is dependent on conditions such  
311 as temperature and water availability. Due to the abundance of luminosity, temperature and  
312 water availability in Brazil, it is important to conduct experiments with temperate pastures

313 that evaluate the crops for a longer time, also allowing the use of nonlinear models facilitating  
314 the understanding of the effect of nitrogen and other nutrients on the development of plants.

315

### 316 **Conclusions**

317 Annual ryegrass BRS Ponteio and dual-purpose wheat BRS Tarumã, alone, with no  
318 nitrogen application, is limited and does not fit even the first order linear model.

319 The application of nitrogen as ammonium sulfate decreases the interval between cuts and  
320 increases the dry matter production per hectare in annual ryegrass BRS Ponteio and dual-  
321 purpose wheat BRS Tarumã.

322 The application of nitrogen as ammonium sulfate stimulates the production of dry matter in  
323 annual ryegrass BRS Ponteio and dual-purpose BRS Tarumã, following the exponential  
324 growth model.

325

### 326 **Acknowledgements**

327 We thank the Research and Projects Financier (FINEP) of the Ministry of Science and  
328 Technology (MCT) that through the financial resources made available in the Public Call  
329 MCT/FINEP/CT-INFRA – CAMPI REGIONAIS – 01/2010 allowed the Federal University  
330 of Santa Maria - Campus of Palmeira das Missões to establish the Laboratory of Studies on  
331 Plant-Animal Interface. This study was financed in part by the Coordenação de  
332 Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Finance Code 001, with  
333 the scholarship to Luiz Carlos Timm in the Master degree course in Agribusiness – UFSM,  
334 Campus of Palmeira das Missões.

335

### 336 **References**

- 337 Alvares, C. A., Stape, J. L., Sentelhas, P. C., Gonçalves, J. L. M., & Sparovek, G. (2013).  
338 Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22(6),  
339 711–728. DOI: <http://dx.doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>.
- 340 Assmann, A. L., Pelissari, A., Moraes, A. de, Assmann, T. S., Oliveira, E. B. de, & Sandini, I.  
341 (2004). Produção de gado de corte e acúmulo de matéria seca em sistema de  
342 integração lavoura-pecuária em presença ou ausência de trevo branco e nitrogênio.  
343 *Revista Brasileira de Zootecnia*, 33(1), 37-44. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982004000100006>.
- 344 Cichota, R., Vogeler, I., Werner, A., Wigley, K., & Paton, B. (2018). Performance of a  
345 fertiliser management algorithm to balance yield and nitrogen losses in dairy systems.  
346 *Agricultural Systems*, 162, 56–65. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2018.01.017>.
- 347 Costa, K. A. de P., Severiano, E. da C., Silva, F. G., Borges, E. F., Epifânio, P. S., &  
348 Guimarães, K. C. (2013). Doses and sources of nitrogen on yield and bromatological  
349

- 350 composition of *xaraés* grass. *Ciência Animal Brasileira*, 14(3), 288-298. DOI:  
351 <http://dx.doi.org/10.5216/cab.v14i3.15206>.
- 352 Dick, M., Silva, M. A. da, & Dewes, H. (2015). Mitigation of environmental impacts of beef  
353 cattle production in southern Brazil – Evaluation using farm-based life cycle  
354 assessment. *Journal of Cleaner Production*, 87, 58-67. DOI:  
355 <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.10.087>.
- 356 EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. (2013).  
357 *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. 3rd ed. Brasília, DF: Centro Nacional  
358 de Pesquisa de Solos.
- 359 Fagundes, M. A., Yang, S. Y., Eun, J. S., Hall, J. O., Moon, J. O., & Park, J. S. (2018).  
360 Influence of supplementing a methionine derivative, *N*-acetyl-L-methionine, in dairy  
361 diets on production and ruminal fermentation by lactating cows during early to mid  
362 lactation. *Journal of Dairy Science*, 101(8), 7082-7094. DOI:  
363 <https://doi.org/10.3168/jds.2017-14130>.
- 364 Henz, E. L., Almeida, P. S. G. de, Velho, J. P., Nörnberg, J. L., Silva, L. das D. F. da, Backes,  
365 T. R., & Guerra, G. L. (2016). Dual purpose wheat production with different levels of  
366 nitrogen topdressing. *Semina. Ciências Agrárias*, 37(2), 1091-1100. DOI:  
367 <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2016v37n2p1091>.
- 368 Instituto Nacional de Meteorologia [INMET]. 2018. Rede de Estações Climatológicas.  
369 <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas>. Acesso  
370 em 15 de junho de 2018.
- 371 Karen, M. C., Andrew, P. S., Richard, P. R., Matthew, T. H., & Richard, J. E. (2018).  
372 Simulated seasonal responses of grazed dairy pastures to nitrogen fertilizer in SE  
373 Australia: Pasture production. *Agricultural Systems*, 166, 36–47. DOI:  
374 <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2018.07>.
- 375 Meinerz, G. R., Olivo, C. J., Fontaneli, R. S., Agnolin, C. A., Horst, T., & Bem, C. M. de.  
376 (2012). Produtividade de cereais de inverno de duplo propósito na depressão central  
377 do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 41(4), 873-882. DOI:  
378 <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982012000400007>.
- 379 Müller, L., Manfron, P. A., Medeiros, S. L. P., Streck, N. A., Mittelmann, A.; Dourado Neto,  
380 D., ... Morais, K. P. (2009). Temperatura base inferior e estacionalidade de produção  
381 de genótipos diplóides e tetraplóides de azevém. *Ciência Rural*, 39(5), 1343-1348.  
382 DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782009005000098>.
- 383 Oliveira, T. E. de, Freitas, D. S. de, Gianezini, M., Ruviaro, C. F., Zago, D., Mércio, T. Z.,...  
384 Barcellos, J. O. J. (2017). Agricultural land use change in the Brazilian Pampa Biome:  
385 The reduction of natural grasslands. *Land Use Policy*, 63, 394-400. DOI:  
386 <http://dx.doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.02.010>.
- 387 Pedroso, C. E. da S., Medeiros, R. B. de, Silva, M. A. da, Jornada, J. B. J. da, Saibro, J. C. de,  
388 & Teixeira, J. R. F. (2004). Produção de ovinos em gestação e lactação sob pastejo em  
389 diferentes estádios fenológicos de azevém anual. *Revista Brasileira de Zootecnia*,  
390 33(5), 1345-1350. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982004000500029>.
- 391 Pellegrini, L. G. de, Monteiro, A. L. G., Neumann, M., Moraes, A. de, Sanquetta, A. C. R. de  
392 P., & Lustosa, S. B. C. (2010). Produção e qualidade de azevém-anual submetido a  
393 adubação nitrogenada sob pastejo por cordeiros. *Revista Brasileira de Zootecnia*,  
394 39(9), 1894-1904. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982010000900006>.
- 395 Pembleton, K. G., Rawnsley, R. P., & Burkitt, L. L. (2013). Environmental influences on  
396 optimum nitrogen fertiliser rates for temperate dairy pastures. *European Journal of*  
397 *Agronomy*, 45, 132– 141. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.eja.2012.09.006>.

- 398 Profeta, G. A., & Braga, M. J. (2011). Poder de mercado na indústria brasileira de fertilizantes  
399 NPK (04-14-08), no período de 1993-2006. *Revista de Economia e Sociologia Rural*,  
400 49(4), 837-856. DOI: <https://dx.doi.org/10.1590/S0103-20032011000400002>.
- 401 Quadros, F. L. F. de, Bandinelli, D. G., Pigatto, A. G. S., & Rocha, M. G. da (2005).  
402 Morfogênese de *Lolium multiflorum* Lam. e *Paspalum urvillei* Steud sob níveis de  
403 adubação de fósforo e potássio. *Ciência Rural*, 35(1), 181-186. DOI:  
404 <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782005000100029>.
- 405 Quatrin, M. P., Olivo, C. J., Meinerz, G. R., Fontaneli, R. S., Aguirre, P. F., Seibt, D. C., ...  
406 Silva, A. R. (2017). Produtividade de genótipos de trigo duplo propósito submetidos  
407 ao pastejo com vacas em lactação. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e*  
408 *Zootecnia*, 69(6), 1615-1623. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4162-9470>.
- 409 Restle, J., Roso, C., Soares, A. B., Lupatini, G. C., Alves Filho, D. C., & Brondani, I. L.  
410 (2000). Produtividade animal e retorno econômico em pastagem de aveia preta mais  
411 azevém adubada com fontes de nitrogênio em cobertura. *Revista Brasileira de*  
412 *Zootecnia*, 29(2), 357-364. DOI: [http://dx.doi.org/10.1590/S1516-](http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982000000200006)  
413 [35982000000200006](http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982000000200006).
- 414 Ruviaro, C. F., Léis, C. M. de, Lampert, V. do N., Barcellos, J. O. J., & Dewes, H. (2015).  
415 Carbon footprint in different beef production systems on a southern Brazilian farm: a  
416 case study. *Journal of Cleaner Production*, 96, 435-443. DOI:  
417 <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.01.037>.
- 418 SAS Institute (2012) SAS Institute. 2000. Release 8.02. 2000. SAS Inst. Inc., Cary, NC.
- 419 Savian, J. V., Schons, R. M. T., Marchi, D. E., Freitas, T. S. de, Silva Neto, G. F., Mezzalira,  
420 J. C., ... Carvalho, P. C. de F. (2018). Rotatinoous stocking: A grazing management  
421 innovation that has high potential to mitigate methane emissions by sheep. *Journal of*  
422 *Cleaner Production*, 186, 602-608. DOI:  
423 <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.03.162>.
- 424 Silva, D. R. G., Costa, K. A. de P., Faquin, V., Oliveira, I. P. de, & Bernades, T. F. (2013).  
425 Doses e fontes de nitrogênio na recuperação das características estruturais e produtivas  
426 do capim-marandu. *Revista Ciência Agronômica*, 44(1), 184-191. DOI:  
427 <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-66902013000100023>.
- 428 Silveira, V. C. P., González, J. A., & Fonseca, E. L. da. (2017) Land use changes after the  
429 period commodities rising price in the Rio Grande do Sul State, Brazil. *Ciência Rural*,  
430 47(4). DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20160647>.
- 431 Skonieski, F. R., Viégas, J., Bermudes, R. F., Nörnberg, J. L., Ziech, M. F., Costa, O. A. D.,  
432 & Meinerz, G. R. (2011). Composição botânica e estrutural e valor nutricional de  
433 pastagens de azevém consorciadas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40(3), 550-556.  
434 DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982011000300012>.
- 435 Soares, A. B., Restle, J., Roso, C., Lupatini, G. C., & Alves Filho, D. C. (2001). Dinâmica,  
436 qualidade, produção e custo de produção de forragem da mistura aveia preta e azevém  
437 anual adubada com diferentes fontes de nitrogênio. *Ciência Rural*, 31(1), 117-122.  
438 DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782001000100019>.
- 439 Soussana, J. F., & Lemaire, G. (2014). Coupling carbon and nitrogen cycles for  
440 environmentally sustainable intensification of grasslands and crop-livestock systems.  
441 2014. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 190, 9-17. DOI:  
442 <https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.10.012>.
- 443 Tambara, A. A. C., Sippert, M. R., Jauris, G. C., Flores, J. L. C., Henz, E. L., & Velho, J. P.  
444 (2017). Production and chemical composition of grasses and legumes cultivated in  
445 pure form, mixed or in consortium. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 39(3), 235-  
446 241. DOI: 10.4025/actascianimsci.v39i3.34661.



447 Tedeschi, L. O., Muir, J.P., Riley, D. G., & Fox, D. G. (2015). The role of ruminant animals  
448 in sustainable livestock intensification programs. *International Journal of Sustainable*  
449 *Development & World Ecology*, 22:452-465. DOI:  
450 <http://dx.doi.org/10.1080/13504509.2015.1075441>.  
451



## 5 CAPÍTULO

### ARTIGO 3 - Produção de azevém com diferentes doses de adubação nitrogenada em cobertura<sup>6</sup>

#### Production of annual ryegrass with different doses of nitrogen fertilization in coverage

**RESUMO.** Objetivou-se estudar o comportamento da cultura de azevém anual (*Lolium multiflorum*) BRS Ponteio com diferentes doses de nitrogênio aplicadas em cobertura ajustando-as ao modelo de crescimento Exponencial. Foi utilizado delineamento completamente casualizado com quatro repetições por tratamentos com parcelas de 9m<sup>2</sup> de área útil, nas quais foram distribuídos os tratamentos: 0, 150, 250, 350 e 450 quilogramas de nitrogênio por hectare aplicados de forma parcelada. No dia 15 de abril de 2014 realizou-se a semeadura do azevém na densidade de 25 Kg de sementes puras viáveis/ha na profundidade de 0,02 m, com 18 linhas em cada parcela espaçadas 0,17 m. No tratamento testemunha (zero de nitrogênio) a pastagem durou 167 dias com apenas três cortes, enquanto nas doses de 350 e 450 quilogramas de nitrogênio por hectare a espécie estendeu-se por mais 45 dias com número de cortes 333% maior. Nos tratamentos 150 e 250 quilogramas de nitrogênio por hectare verificou-se que o tempo de utilização da pastagem foi o mesmo, 188 dias, mas houve diferença de dois cortes, ou seja, as diferentes doses de nitrogênio impactam sobre os intervalos entre cortes. O intervalo de dias entre cada corte e os graus-dia interagem de forma dinâmica ocasionando crescimento distintos. O cultivo de azevém anual BRS Ponteio sem aplicação de nitrogênio é limitado e não apresenta ajuste nem mesmo a modelo linear de primeira ordem. A aplicação de nitrogênio em cobertura na forma de ureia diminui o intervalo entre cortes e aumenta a produção de matéria seca por hectare. A aplicação de nitrogênio em cobertura na forma de ureia estimula a produção de matéria seca, seguindo o modelo de crescimento Exponencial.

**Palavras-chave:** Exponencial, graus-dia, matéria seca, soma térmica, taxa de acúmulo, ureia.

**ABSTRACT.** The objective of this study was to study the behavior of annual ryegrass (*Lolium multiflorum*) BRS Ponteio with different doses of nitrogen applied in the coverage, adjusting them to the Exponential growth model. It was used a completely randomized design with four replications for treatments with 9m<sup>2</sup> plots of land, in which the treatments were distributed: 0, 150, 250, 350 and 450 kilograms of nitrogen per hectare applied in installments. On April 15, 2014, annual ryegrass was sown at the density of 25 kg of viable pure seeds/ha at a depth of 0.02 m, with 18 rows in each plot spaced 0.17 m. In the control treatment (zero nitrogen) pasture lasted 167 days with only three cuts, while at 350 and 450 kilograms of nitrogen per hectare the species was extended for another 45 days with a number of cuts 333% higher. In the treatments 150 and 250 kilograms of nitrogen per hectare it was verified that the time of use of the pasture was the same, 188 days, but there was difference of two cuts, that is, the different doses of nitrogen impact on the intervals between cuts. The interval of days between each cut and the degree-days interact dynamically causing distinct growth. The annual BRS Ponteio ryegrass cultivation without nitrogen application is limited and does not show fit even to the first order linear model. The application of nitrogen under cover in the form of urea decreases the interval between cuts and increases the dry matter production per hectare. The application of nitrogen under cover in the form of urea stimulates the production of dry matter, following the Exponential growth model.

**Keywords:** Exponential, degree-days, dry matter, thermal sum, rate of accumulation, urea.

---

<sup>6</sup> Artigo submetido ao periódico Semina: Ciências Agrárias.

## Introdução

Dentre os recursos forrageiros usados na estação fria, o azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) é a gramínea com maior área cultivada na Região Sul do Brasil (SILVA et al., 2014). Estudando 36 populações de azevém para a caracterização agrônômica na Região Sul do Brasil, Mittelman et al. (2010), consideram a forrageira como espécie importante no cenário econômico da pecuária e descrevem ter encontrado diferenças entre os caracteres das variáveis estudadas: hábito de crescimento e produção de matéria seca por corte e acumulada.

Vários aspectos podem interferir na produção e na qualidade da forragem, aspectos estes que não são controlados, via de regra, pelo produtor, como disponibilidade hídrica, temperatura, luminosidade, etc. No entanto, uma das formas de otimizar a produção das pastagens é através da utilização de nitrogênio em cobertura, desde que haja água suficiente no solo (FESSEHAZION et al., 2014). Em função da elevada exigência desse mineral pelas plantas, de modo geral, a adubação nitrogenada é um recurso para aumentar a produção de matéria seca e aumentar a produção animal por meio do aumento da taxa de lotação de pastagem (PELLEGRINI et al., 2010; SKONIESKI et al., 2011).

A cultura do azevém anual tem demonstrado elevado potencial forrageiro pelas produções alcançadas (SILVA NETO et al., 2006; PEREIRA et al., 2008), bem como por sua composição bromatológica que, por exemplo, apresentou baixos teores de fibra em detergente neutro (46,44%) e proteína bruta da ordem de 19,60% na matéria seca (TAMBARA et al., 2017), valores que favorecem o consumo voluntário e a fermentação ruminal (VAN SOEST, 1994). Avaliando o desempenho de novilhos Simental PO em pastagem exclusiva de azevém anual Hellbrugge et al., (2008) obtiveram ganho médio diário de 1,36 quilogramas, durante 54 dias de pastejo. Estudando azevém anual manejado com diferentes doses de adubação nitrogenada em cobertura (50, 100 e 150 quilogramas de nitrogênio por hectare), para vacas de leite em lactação Quatrin et al., (2015) conseguiram atingir carga animal de 1.035; 1.327 e 1.494 quilogramas de peso vivo por hectare, respectivamente, para os tratamentos mencionados.

Entretanto, para compreender os resultados obtidos com as pastagens é necessário entender o efeito das condições meteorológicas e fertilidade do solo sobre o desenvolvimento das plantas (CICHOTA et al., 2018). Deve-se conhecer a temperatura basal de crescimento da espécie para conseguir manejá-la de forma fisiológica e de acordo com as condições ambientais (MÜLLER et al., 2009). Considerando que o desenvolvimento natural dos seres vivos é representado por equações não-lineares como por exemplo Exponencial, Logístico e Gompertz é importante utilizar tais modelos para estudar o desenvolvimento das pastagens. Assim, objetivou-se estudar o comportamento da cultura de azevém anual (*Lolium multiflorum*) BRS Ponteio com diferentes doses de nitrogênio aplicadas em cobertura ajustando-as ao modelo de crescimento Exponencial.

## Material e métodos

O experimento foi realizado no Instituto Federal Sul Riograndense, *Campus* Pelotas Visconde da Graça (CaVG), situado em Pelotas – RS, (31°42'39,89"S e 52°18'33,13"W), altitude média de 7 m. O solo da área experimental é classificado como Planossolo Solódico (Planossolo Hidromórfico), Planossolo Solódico Ta-A moderado, textura arenosa/média e média/argilosa conforme é descrito pela EMBRAPA (2013), cuja concentração de nutrientes antes do estabelecimento do experimento podem ser visualizadas na tabela 1.

**Tabela 1.** Características do solo antes do estabelecimento da pastagem de azevém BRS Ponteio

Parâmetro	Valores
pH	4,7
Cálcio (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	2,0
Magnésio (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	0,5
Alumínio (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	1,1
Hidrogênio + Alumínio (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	6,2
CTC efetiva (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	3,7
Saturação por Alumínio (%)	29,7
Saturação de bases (%)	29,8
Índice SMP	5,7
Matéria orgânica (%)	2,4
Argila (%)	24,0
Textura	3,0
Enxofre (mg/dm <sup>3</sup> )	11,9
Fósforo – Mehlich (mg/dm <sup>3</sup> )	6,8
CTC pH 7 (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	8,8
Potássio (mg/dm <sup>3</sup> )	44,0
Cobre (mg/dm <sup>3</sup> )	1,1
Zinco (mg/dm <sup>3</sup> )	2,4
Boro (mg/dm <sup>3</sup> )	0,4

O clima é do tipo temperado úmido com verões quentes "Cfa" (ALVARES et al., 2013). Na tabela 2 são informadas as normais climatológicas do período entre 1981 e 2010 e os valores médios de temperatura e precipitação pluviométrica para o período experimental.

Foi utilizado delineamento completamente casualizado com quatro repetições por tratamentos com parcelas de 9m<sup>2</sup> de área útil, nas quais foram distribuídos os tratamentos: 0, 150, 250, 350 e 450 quilogramas de nitrogênio por hectare aplicados de forma parcelada. No dia 15 de abril de 2014 realizou-se o revolvimento do solo com enxada rotativa e subsequente semeadura do azevém na densidade de 25 Kg de sementes puras viáveis/ha na profundidade de 0,02 m, com 18 linhas em cada parcela espaçadas 0,17 m.

**Tabela 2.** Normais climatológicas entre 1981 e 2010 para Pelotas e condições meteorológicas entre a semeadura e o final do período experimental

Período	Condições meteorológicas			
	Normais climatológicas (1981 – 2010)		Experimento (2014)	
	Temperatura média (°C)	Precipitação pluviométrica (mm)	Temperatura média (°C)	Precipitação pluviométrica (mm)
Abril	18,8	106,6	17,5	2,6
Mai	15,1	129,1	20,2	91,4
Junho	12,7	114,8	14,1	155,0
Julho	12,2	99,6	14,3	204,8
Agosto	13,5	126,5	14,5	82,5
Setembro	15,0	122,9	16,5	180,3
Outubro	17,8	87,1	19,4	213,8
Novembro	20,0	102,3	20,2	85,4
Soma	--	888,9	--	1.015,8

Fonte: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

A adubação de base foi efetuada na linha de semeadura com 300 Kg/ha da formulação NPK 5-20-20. A adubação nitrogenada foi realizada em doses de 100 Kg/ha no perfilhamento e de 50 Kg/ha em cada corte realizado de acordo com cada tratamento, exceto o tratamento testemunha que não recebeu nenhuma adubação de cobertura.

A determinação da matéria seca foi realizada a partir de amostras cortadas quando a altura do dossel atingiu 0,20 m. O corte foi realizado manualmente com tesoura, a 0,05 m do solo, com o auxílio de um quadrado de ferro de 0,5 m x 0,5 m. Após o corte das amostras, o restante das parcelas foi cortado com uma máquina costal, também a 0,05 m do solo. Posteriormente, as amostras foram pesadas em balança de precisão, acondicionadas em sacos de papel devidamente identificados e colocadas na estufa a 55 °C por um período de 72 horas, até atingirem massa constante.

A taxa de acúmulo diário (TAD) foi calculada, dividindo-se a produção de matéria seca de cada período pelo intervalo entre dias. A determinação dos graus-dias foi realizada conforme Müller et al., (2009). Após todos os cortes foi determinada a produção de matéria seca por hectare. O tratamento testemunha foi avaliado por PROC REG do software SAS (versão 9.1 SAS/2012). Os resultados dos demais tratamentos foram submetidos ao PROC NLIN para avaliação do modelo Exponencial:

$$PMSAj. = \sum PNutCortes \times \left( 1 - \left( e^{-TC \times (GD-L)} \right) \right)$$

em que:

$PMSAj.$  = produção de matéria seca ajustada pelo modelo Exponencial;

$\sum PMSCortes$  = somatório da produção de matéria seca dos cortes;

$TC$  = taxa de crescimento;

$GD$  = graus-dia;

$TL$  = latência;

o coeficiente de determinação foi calculado da seguinte forma:

$$r^2 = 1 - (\text{Quadrado médio do erro} / \text{Quadrado médio total})$$

para avaliar os ajustes das regressões não-lineares.

### Resultados e discussão

O ciclo vegetativo do azevém anual BRS Ponteio apresentou aumento em função das diferentes doses de nitrogênio em cobertura (Tabela 3). No tratamento testemunha (zero de nitrogênio) a pastagem durou 167 dias com apenas três cortes, enquanto nas doses de 350 e 450 quilogramas de nitrogênio por hectare a espécie estendeu-se por mais 45 dias, proporcionando número de cortes 333% maior. A taxa de acúmulo (Tabela 4) e produção de matéria seca no tratamento testemunha (Tabela 5) foram tão pequenas que não é indicado colocar animais para pastejar, ou seja, houve investimento na pastagem, mas nenhum retorno financeiro.

**Tabela 3.** Parâmetros avaliados para pastagem de azevém anual BRS Ponteio manejada com diferentes doses de adubação nitrogenada na forma de ureia

Variável	Doses de adubação nitrogenada (kg N.ha <sup>-1</sup> )				
	0	150	250	350	450
Data de semeadura	15 de abril de 2014				
Número de dias até o primeiro corte	45	38	38	38	38
Graus-dia até o primeiro corte	450,36	412,50	412,50	412,50	412,50
Número de dias até o último corte	167	188	188	212	212
Número de cortes ao longo do ciclo	3	7	9	10	10
	Intervalo de dias				
Entre o 1º e o 2º corte	91	17	17	17	17
Entre o 2º e o 3º corte	31	22	22	22	22
Entre o 3º e o 4º corte	--	20	20	20	20
Entre o 4º e o 5º corte	--	39	15	15	15
Entre o 5º e o 6º corte	--	31	16	16	16
Entre o 6º e o 7º corte	--	21	19	19	19
Entre o 7º e o 8º corte	--	--	20	20	20
Entre o 8º e o 9º corte	--	--	21	21	21
Entre o 9º e o 10º corte	--	--	--	24	24

**Tabela 4.** Valores médios da soma térmica entre os cortes e taxa de acúmulo diário para pastagem de azevém anual BRS Ponteio manejada com diferentes doses de adubação nitrogenada na forma de ureia

Variável	Doses de adubação nitrogenada (kg N.ha <sup>-1</sup> )				
	0	150	250	350	450
Soma térmica (Graus-dia necessários)					
Entre o 1º e o 2º corte	725,35	110,95	110,95	110,95	110,95
Entre o 2º e o 3º corte	307,95	166,55	166,55	166,55	166,55
Entre o 3º e o 4º corte	--	184,45	184,45	184,45	184,45
Entre o 4º e o 5º corte	--	291,50	291,50	291,50	291,50
Entre o 5º e o 6º corte	--	308,00	308,00	308,00	308,00
Entre o 6º e o 7º corte	--	243,75	178,40	178,40	178,40
Entre o 7º e o 8º corte	--	--	192,55	192,55	192,55
Entre o 8º e o 9º corte	--	--	243,75	243,75	243,75
Entre o 9º e o 10º corte	--	--	--	343,55	343,55
Taxa de acúmulo diário (kg de MS.ha <sup>-1</sup> .dia <sup>-1</sup> )					
Entre o 1º e o 2º corte	8,13	62,94	51,76	52,35	45,88
Entre o 2º e o 3º corte	23,07	32,27	40,45	41,82	39,55
Entre o 3º e o 4º corte	--	27,75	54,50	54,50	59,50
Entre o 4º e o 5º corte	--	20,38	37,33	50,00	51,33
Entre o 5º e o 6º corte	--	29,84	21,88	39,38	36,88
Entre o 6º e o 7º corte	--	16,43	17,90	40,53	45,27
Entre o 7º e o 8º corte	--	--	21,25	30,75	58,00
Entre o 8º e o 9º corte	--	--	22,14	21,91	31,90
Entre o 9º e o 10º corte	--	--	--	19,79	17,92

**Tabela 5.** Produção de matéria seca acumulada ao longo do ciclo de crescimento da pastagem de azevém anual manejada com diferentes doses de adubação nitrogenada na forma de ureia

Número do corte	Doses de adubação nitrogenada (kg N.ha <sup>-1</sup> )				
	0 <sup>1</sup>	150 <sup>2</sup>	250 <sup>3</sup>	350 <sup>4</sup>	450 <sup>5</sup>
Um	480	890	760	850	810
Dois	1.220	1.960	1.640	1.740	1.590
Três	1.935	2.670	2.530	2.660	2.460
Quatro	--	3.225	3.620	3.750	3.650
Cinco	--	4.020	4.180	4.500	4.420
Seis	--	4.945	4.530	5.130	5.010
Sete	--	5.290	4.870	5.900	5.870
Oito	--	--	5.295	6.515	7.030
Nove	--	--	5.760	6.975	7.700
Dez	--	--	--	7.450	8.130

1. PMSAj. 0 = 1.212;

2. PMSAj. 150 = 6431,80\*(1-(exp(-0,00116\*(GD-253,6)))); (r<sup>2</sup> = 99,02%; P<0,0001);

3. PMSAj. 250 = 5.917,60\*(1-(exp(-0,00145\*(GD-304,2)))); (r<sup>2</sup> = 98,65%; P<0,0001);

4. PMSAj. 350 = 9.256,10\*(1-(exp(-0,000741\*(GD-251,4)))); (r<sup>2</sup> = 99,28%; P<0,0001);

5. PMSAj. 450 = 13.992,50\*(1-(exp(-0,000408\*(GD-229,5)))); (r<sup>2</sup> = 98,67%; P<0,0001);

Segundo Clark et al., (2018) a maximização do consumo de pasto e a produção de leite podem aumentar com a proporção diária de pasto oferecido aos bovinos durante a noite, sendo que o fornecimento de azevém fresco pode alcançar um acréscimo de 8% na produção de leite e 14% na produção de proteína. O aumento da adubação nitrogenada incrementa a produção de metano por unidade de consumo de matéria seca em função da maior digestibilidade, porém este aumento na



produção de metano foi compensado pela maior produção de leite corrigida para gordura e proteína (WARNER et al., 2015).

Nos tratamentos 150 e 250 quilogramas de nitrogênio por hectare verifica-se que o tempo de utilização da pastagem foi o mesmo (188 dias), mas houve diferença de dois cortes, ou seja, as diferentes doses de nitrogênio impactam sobre os intervalos entre cortes. Em trabalho realizado em casa de vegetação em Capão do Leão – RS, Oliveira et al. (2014) verificaram em diferentes cultivares de azevém, entre dois e dez cortes, bem como ciclo vegetativo variando entre 100 e 225 dias, demonstrando que há diferenças entre cultivares e que as mesmas são influenciadas pelo manejo.

Ressalta-se que os tratamentos foram somente às doses de nitrogênio, ou seja, as demais características de solo, precipitação pluviométrica e manejos foram semelhantes. No entanto, verifica-se que o intervalo de dias entre cada corte e os graus-dia interagem de forma dinâmica ocasionando crescimento distintos, como pode ser observado nos parâmetros contidos na Tabela 4. Avaliando quatro doses de nitrogênio em cobertura (0, 75, 150 e 225) Pellegrini et al. (2010) verificaram que as TAD foram de 27,6; 40,9; 57,8 e 68,8 quilogramas de matéria seca por hectare por dia, respectivamente, para os tratamentos citados. Em relação a produção de matéria seca total por hectare alcançaram 4.203; 5.696; 6.851 e 7.778 para as doses 0, 75, 150 e 225 kg/ha de N, respectivamente. Os valores verificados para o tratamento 150 do artigo referenciado é próximo às produções verificadas para a mesma dose do presente estudo (Tabela 5).

A produção de matéria seca do azevém anual BRS Ponteio (Tabela 5) sem aplicação de nitrogênio foi reduzida, de modo que não houve ajuste, nem mesmo para modelo linear de primeira ordem, demonstrando que a carência de nitrogênio limita o crescimento dessa espécie. A baixa disponibilidade de nitrogênio está associada a redução da divisão e expansão celular, da área foliar e da fotossíntese (CHAPIN, 1980). Nas doses de nitrogênio avaliadas o efeito de aplicação foi não linear, ajustando-se ao modelo de crescimento Exponencial, conforme também verificado por Lara (2011) para pastagem de braquiária. Estudando o manejo de alfafa (*Medicago sativa*) e festuca (*Festuca arundinacea*) na França, Zaka et al. (2017) verificaram que o crescimento de ambas as espécies foi explicado por modelo de crescimento Logístico, em função, da soma térmica.

O nitrogênio assimilado pelas plantas produz uma série de aminoácidos, proteínas, ácidos nucléicos, enzimas, coenzimas, vitaminas, clorofilas e hormônios. A disponibilidade de nitrogênio solúvel para a assimilação pelas plantas é determinante para o bom desenvolvimento vegetal (FOWLER et al., 2013). O nitrogênio participa de vários processos fisiológicos das plantas como absorção iônica, respiração, multiplicação e diferenciação celular e é um constituinte da molécula de clorofila (MALAVOLTA, 2006).

O tempo transcorrido após a sementeira tem sido usado como variável independente em vários modelos de crescimento. Todavia, em função da importância da relação entre temperatura do ambiente de cultivo e o acúmulo de biomassa, a variável graus-dia acumulados tem mostrado resultados melhores para estimativa do crescimento em ambientes diferentes dos utilizados para estimativa dos

parâmetros dos modelos (LYRA et al., 2008), conforme verificou-se nas equações não lineares ajustadas para os diferentes tratamentos com aplicação de nitrogênio (Tabela 5).

Na Austrália avaliando diferentes doses de nitrogênio (0, 20, 40, 60, 80 e 100 Kg de N/ha) na forma de adubação em cobertura em *Lolium perenne* em três experimentos Pembleton et al. (2013), verificaram que a produção de matéria seca acumulada também apresentou crescimento não-linear com a presença de nitrogênio, porém o modelo ajustado foi o Logístico. Os autores discutem que a melhor eficiência de utilização do nitrogênio é dependente de condições como temperatura e disponibilidade de água. Em outro experimento conduzido com as mesmas doses e também na Austrália, mas em que houve déficit hídrico, o nitrogênio não estimulou o desenvolvimento da pastagem, visto que não houve absorção do mesmo. No presente trabalho, entre maio e novembro de 2014 a precipitação pluviométrica foi 14,3% superior ao registrado pelas normas climatológicas para Pelotas – RS, entre 1981 e 2010 (Tabela 2). No Brasil, ainda são raros os trabalhos de pesquisa que avaliam a influência do nitrogênio nas pastagens através de modelos de não-lineares, como por exemplo Exponencial, Logístico, Gompertz, entre outros. Portanto, fica a sugestão para próximos projetos que avaliem o desenvolvimento de pastagens utilizem modelos não-lineares com o intuito de melhorar a precisão e acurácia e assim possibilitar que os dados sejam extrapolados para condições de campo, em que há a interação de vários fatores simultaneamente.

## **Conclusão**

O cultivo de azevém anual BRS Ponteio sem aplicação de nitrogênio é limitado e não apresenta ajuste nem mesmo a modelo linear de primeira ordem.

A aplicação de nitrogênio em cobertura na forma de ureia diminui o intervalo entre cortes e aumenta a produção de matéria seca por hectare.

A aplicação de nitrogênio em cobertura na forma de ureia estimula a produção de matéria seca, seguindo o modelo de crescimento Exponencial.

## **Agradecimentos**

Agradecemos a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) que através dos recursos financeiros disponibilizados na Chamada Pública MCT/FINEP/CT-INFRA – CAMPI REGIONAIS – 01/2010 possibilitou que a Universidade Federal de Santa Maria – *Campus* de Palmeira das Missões estabelecesse o Laboratório de Estudos sobre Interface Planta-Animal. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, referente a bolsa de mestrado do aluno Luiz Carlos Timm no Mestrado em Agronegócios – UFSM, *Campus* de Palmeira das Missões.

## Referências

- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, Berlin, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.
- CHAPIN, F. S. III. The Mineral Nutrition of Wild Plants. *Annual Review of Ecology and Systematics*. Palo Alto, 1980 11:1, 233-260
- CICHOTA, R.; VOGELER, I.; WERNER, A.; WIGLEY, K.; PATON, B. Performance of a fertiliser management algorithm to balance yield and nitrogen losses in dairy systems. *Agricultural Systems*, Essex, v. 162, p. 56 – 65, 2018.
- CLARK, C. E. F.; KAUR, R.; MILLAPAN, L. O.; GOLDBERGER, H. M.; THOMSON, P. C.; HORADAGODA, A.; ISLAM, M. R.; KERRISK, K. L.; GARCIA, S. C. The effect of temperate or tropical pasture grazing state and grain-based concentrate allocation on dairy cattle production and behavior. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v. 101, n. 6, p.5454 – 5465, 2018.
- CONFORTIN, A. C. C.; QUADROS, F. L. F. de; ROCHA, M. G. da; CAMARGO, D. G. de; GLIENKE, C. L.; KUINCHTNER, B. C. Morfogênese e estrutura de azevém anual submetido a três intensidades de pastejo. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, Maringá, v. 32, n. 4, p. 385-391, 2010.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. (2013). *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. 3rd ed. Brasília, DF: Centro Nacional de Pesquisa de Solos.
- FESSEHAZION, M. K.; ANNANDALE, J. G.; EVERSON, C. S.; STIRZAKER, R. J.; TESFAMARIAM, E. H. Evaluating of soil water balance (SWB-Sci) model for water and nitrogen interactions in pasture: Example using annual ryegrass. *Agricultural Water Management*, Amsterdam, v. 146, p. 238–248, 2014.
- FOWLER D.; COYLE M.; SKIBA U.; SUTTON M. A.; CAPE J. N.; REIS S.; SHEPPARD L. J.; JENKINS A.; GRIZZETTI B.; GALLOWAY J. N.; VITOUSEK P.; LEACH A.; BOUWMAN AF.; BUTTERBACH-BAHL K.; DENTENER F.; STEVENSON D.; AMANN M.; VOSS M. 2013. The global nitrogen cycle in the twenty-first century. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, Londres, 368: 20130164.
- HELLBRUGGE, C.; MOREIRA, F. B.; MIZUBUTI, I. Y.; PRADO, I. N. do; SANTOS, B. P. dos; PIMENTA, E. P. Desempenho de bovinos de corte em pastagem de azevém (*Lolium Multiflorum*) com ou sem suplementação energética. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 29, n.3, p. 723-730, 2008.

LARA, M. A. S. Respostas morfofisiológicas de genótipos de *Brachiaria spp.* sob duas intensidades de desfolhação e modelagem da produção de forragem em função das variações estacionais da temperatura e fotoperíodo: adaptação do modelo CROPGRO. 2011. 212 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

LYRA, G. B.; SOUZA, J. L. DE; LYRA, G. B.; TEODORO, I.; MOURA FILHO, G. Modelo de crescimento logístico e exponencial para o milho BR 106, em três épocas de plantio. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, Sete Lagoas, v.7, p.211-230, 2008.

MALAVOLTA E. Manual de nutrição mineral de plantas. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 631 p.

MITTELMANN, A.; MONTARDO, D. P.; CASTRO, C. M.; NUNES, C. D. M.; BUCHWEITZ, E. D.; CORRÊA, B. O. Caracterização agrônômica de populações locais de azevém na Região Sul do Brasil. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.40, n.12, p. 2527-2533, 2010.

MÜLLER, L.; MANFRON, P. A.; MEDEIROS, S. L. P.; STRECK, N. A.; MITTELMANN, A.; DOURADO NETO, D.; BANDEIRA, A. H.; MORAIS, K. P. Temperatura base inferior e estacionalidade de produção de genótipos diplóides e tetraplóides de azevém. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 39, n. 5, p. 1343-1348, 2009.

OLIVEIRA, L. V.; FERREIRA, O. G. L.; COELHO, R. A. T.; FARIAS, P. P.; SILVEIRA, R. F. Características produtivas e morfofisiológicas de cultivares de azevém. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, v. 44, n. 2, p. 191-197, 2014.

PELLEGRINI, L. G. de; MONTEIRO, A. L. G.; NEUMANN, M.; MORAES, A. de; SANQUETTA, A. C. R. de P.; LUSTOSA, S. B. C. Produção e qualidade de azevém-anual submetido a adubação nitrogenada sob pastejo por cordeiros. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 39, n. 9, p. 1894-1904, 2010.

PEMBLETON, K. G.; RAWNSLEY, R. P.; BURKITT, L. L. Environmental influences on optimum nitrogen fertiliser rates for temperate dairy pastures. *European Journal of Agronomy*, Amsterdam, v.45, p.132– 141, 2013.

PEREIRA, A. V.; MITTELMANN, A.; LEDO, F. J. DA S.; SOUZA SOBRINHO, F. DE; AUAD, A. M.; OLIVEIRA, J. S. Comportamento agrônômico de populações de azevém anual (*Lolium multiflorum* L.) para cultivo invernal na região sudeste. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 32, n. 2, p. 567-572, 2008.

QUATRIN, M. P.; OLIVO, C. J.; AGNOLIN, C. A.; MACHADO, P. R.; NUNES, J. S.; CORREA, M. da R.; RODRIGUES, P. F.; BRATZ, V. F.; SIMONETTI, G. D. Efeito da adubação nitrogenada na produção de forragem, teor de proteína bruta e taxa de lotação em pastagens de azevém. *Boletim da Indústria Animal*, Nova Odessa, v. 72, n.1, p.21-26, 2015.

SAS Institute (2012) SAS Institute. 2000. Release 8.02. 2000. SAS Inst. Inc., Cary, NC.

SILVA NETO, B.; SCHNEIDER, M.; VIÉGAS, J. (2006). Modelo de simulação de sistemas de pastejo rotativo e contínuo de azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) na bovinocultura. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 36, n. 4, p. 1272-1277, 2006.

SILVA, A. E. L. da; REIS, E. M.; TONIN, R. F.; DANELLI, A. L. D.; AVOZANI, A. Identificação e quantificação de fungos associados a sementes de azevém (*Lolium multiflorum* Lam.). *Summa Phytopathologica*, Botucatu, v. 40, n. 2, p. 156-162, 2014.

SKONIESKI, F. R.; VIÉGAS, J.; BERMUDEZ, R. F.; NÖRNBERG, J. L.; ZIECH, M. F.; COSTA, O. A. D.; MEINERZ, G. R. Composição botânica e estrutural e valor nutricional de pastagens de azevém consorciadas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 40, n. 3, p. 550-556, 2011.

TAMBARA, A. A. C.; SIPPERT, M. R.; JAURIS, G. C.; FLORES, J. L. C.; HENZ, E. L.; VELHO, J. P. Production and chemical composition of grasses and legumes cultivated in pure form, mixed or in consortium. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, Maringá, v. 39, n. 3, p. 235-241, 2017.

VAN SOEST, P. J. *Nutritional ecology of the ruminant*. Ithaca: Cornell University, 1994. 476 p.

WARNER, D.; PODESTA, S. C.; HATEW, B.; KLOP, G.; VAN LAAR, H.; BANNINK A.; DIJKSTRA, J. Effect of nitrogen fertilization rate and regrowth interval of grass herbage on methane emission of zero-grazing lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v. 98, n. 5, p. 3383 – 3393, 2015.

ZAKA, S.; AHMED, L. Q.; ESCOBAR-GUTIÉRREZ, A. J.; GASTAL, F.; JULIER, B.; LOUARN, G. How variable are non-linear developmental responses to temperature in two perennial forage species? *Agricultural and Forest Meteorology*, Amsterdam, v. 232, p. 433–442, 2017.



## 6 DISCUSSÃO GERAL

Este capítulo compreende uma breve discussão geral dos resultados apresentados nos três artigos intitulados: *Pastagens de trigo manejadas com diferentes doses de nitrogênio em cobertura – Modelo Exponencial*<sup>7</sup>; *Pastagens de azevém BRS Ponteio e trigo BRS Tarumã com diferentes doses de sulfato de amônio em cobertura*<sup>8</sup>; e *Produção de azevém com diferentes doses de adubação nitrogenada em cobertura*<sup>9</sup>, como forma de não ficar repetitivo com o que já foi abordado em cada artigo. Ressaltamos que as espécies não foram comparadas, entre si, uma vez que apresentam genética para aptidões distintas, ou seja, o trigo (*Triticum aestivum*) de duplo propósito BRS Tarumã foi desenvolvido para pastejo e produção de grãos, ou seja, tem em seus genes a característica para acúmulo de amido sobretudo no grão. Henz et al., (2016) realizando experimento em Boa Vista das Missões – RS com a referida cultivar e diferentes doses de nitrogênio em cobertura verificaram que ocorrem alterações ( $P < 0,05$ ) nos teores de carboidratos totais e nos carboidratos não fibrosos, mas os teores de fibra em detergente neutro mantiveram-se constantes (50,73% da MS).

O azevém anual (*Lolium multiflorum*) BRS Ponteio foi desenvolvido para pastejo, o qual produz fibra digestível e bastante conteúdo celular, mas sem ter aptidão específica para acúmulo de amido. Em relação, aos adubos (ureia e sulfato de amônio) também não foram realizadas comparações, pois no início do projeto de pesquisa realizado em 2014, desejava-se avaliar se os diferentes fertilizantes proporcionariam alterações na composição aminoacídica das proteínas, mas como não tivemos recursos financeiros para as análises bromatológicas, tais comparações não foram efetivadas.

Os resultados apresentados nas tabelas e gráficos contidos nos artigos, demonstram que as cultivares BRS Tarumã e BRS Ponteio, manejadas com diferentes doses de nitrogênio (0, 150, 250, 350 e 450 kg de N/ha) na forma de ureia e sulfato de amônia foram semelhantes, ou seja, na ausência de nitrogênio as produções de matéria seca por hectare foram limitadas, de modo que não houve adequação a modelo linear simples (Tabela 1). No entanto, com adição de nitrogênio em cobertura as respostas foram não lineares de acordo com o modelo de crescimento exponencial.

Segundo Müller et al., (2009) as plantas não reconhecem o tempo medido por meio de descritores determinados pelo homem (horas, dias, meses) e sim um calendário biológico

---

<sup>7</sup> Artigo submetido ao Journal ao periódico Plant Growth Regulation.

<sup>8</sup> Artigo submetido e aprovado no periódico Acta Scientiarum. Animal Sciences.

<sup>9</sup> Artigo submetido ao periódico Semina: Ciências Agrárias.

governado pela temperatura do ambiente, geralmente, utiliza-se como descritor de tempo das variáveis morfológicas o conceito de tempo térmico, com unidade °C dia ou graus dia.

Tabela 1 – Produções de matéria seca por hectare, por espécie, tipo de fertilizante químico, em função dos graus dia

Tratamento	Equação, coeficiente de determinação e probabilidade
<b>BRS Tarumã – Ureia</b>	
0	1.197
150	$6.684*(1-(\exp(-0,000471*(GD-417,07))))$ ; ( $r^2 = 99,68\%$ ; $P<0,0001$ )
250	$6.158*(1-(\exp(-0,000632*(GD-516,85))))$ ; ( $r^2 = 99,63\%$ ; $P<0,0001$ )
350	$9.422*(1-(\exp(-0,000401*(GD-560,75))))$ ; ( $r^2 = 99,45\%$ ; $P<0,0001$ )
450	$11.978*(1-(\exp(-0,000323*(GD-540,12))))$ ; ( $r^2 = 99,10\%$ ; $P<0,0001$ )
<b>BRS Tarumã – Sulfato de amônio</b>	
0	1.076
150	$5.692*(1-(\exp(-0,000517*(GD-398,80))))$ ; ( $r^2 = 99,62\%$ ; $P<0,0001$ )
250	$6.213*(1-(\exp(-0,000671*(GD-531,00))))$ ; ( $r^2 = 99,55\%$ ; $P<0,0001$ )
350	$10.107*(1-(\exp(-0,000398*(GD-570,40))))$ ; ( $r^2 = 99,06\%$ ; $P<0,0001$ )
450	$12.874*(1-(\exp(-0,000292*(GD-560,50))))$ ; ( $r^2 = 99,20\%$ ; $P<0,0001$ )
<b>BRS Ponteio – Ureia</b>	
0	1.212
150	$6.431*(1-(\exp(-0,00116*(GD-253,6))))$ ; ( $r^2 = 99,02\%$ ; $P<0,0001$ );
250	$5.917*(1-(\exp(-0,00145*(GD-304,2))))$ ; ( $r^2 = 98,65\%$ ; $P<0,0001$ );
350	$9.256*(1-(\exp(-0,000741*(GD-251,4))))$ ; ( $r^2 = 99,28\%$ ; $P<0,0001$ );
450	$13.992*(1-(\exp(-0,000408*(GD-229,5))))$ ; ( $r^2 = 98,67\%$ ; $P<0,0001$ );
<b>BRS Ponteio – Sulfato de amônio</b>	
0	1.206
150	$7.070*(1-(\exp(-0,001071*(GD-238,4))))$ ; ( $r^2 = 99,26\%$ ; $P<0,0001$ )
250	$6.588*(1-(\exp(-0,001304*(GD-283,4))))$ ; ( $r^2 = 98,57\%$ ; $P<0,0001$ )
350	$9.152*(1-(\exp(-0,000818*(GD-276,00))))$ ; ( $r^2 = 99,30\%$ ; $P<0,0001$ )
450	$12.288*(1-(\exp(-0,000536*(GD-242,80))))$ ; ( $r^2 = 98,75\%$ ; $P<0,0001$ )

Ao realizarmos o experimento e as análises estatísticas dos dados sempre consideramos o conceito mencionado acima, visto que utilizamos a fórmula de cálculo de graus dia sugerida por Müller et al., (2009) mas a ausência de nitrogênio em cobertura demonstrou que este elemento mineral limita o desenvolvimento vegetal mesmo havendo temperatura e umidade, ou seja, há interação dinâmica entre as condições meteorológicas e a disponibilidade de nitrogênio para as plantas e a ausência deste último é preponderante sobre o desenvolvimento das plantas.

Utilizando 90 Kg de N/ha em cobertura aplicados em quatro doses iguais de ureia em azevém anual Quadros et al. (2005) verificaram que o intervalo para surgimento de folhas foi de 11,7 dias e o filocrono de 156 graus dia, na média dos tratamentos e períodos. Pedroso et al. (2004) avaliando azevém anual com adubação nitrogenada de cobertura de 140 kg de N/ha



obtiveram 2.144 graus dia no período pré-florescimento. Os artigos, supracitados, ajudam a explicar os resultados verificados no presente trabalho, mas como as doses de nitrogênio são maiores, provavelmente, o rebrote foi mais rápido, ou seja, foram necessários menos graus dia para o surgimento de uma nova folha e o manejo foi realizado para que não houvesse florescimento das pastagens, uma vez que o objetivo principal em ambas as espécies era produzir pastagens. Entendemos que o raciocínio é o mesmo para o trigo, mas são raros os trabalhos que avaliam o desenvolvimento das plantas de forma não linear. Os poucos trabalhos com tais análises geralmente são como *Lolium perenne*, por ser uma espécie importante para países como Austrália e Nova Zelândia. Rosa et al., (2009) determinaram em Santa Maria – RS que o filocrono em trigo varia com a época de semeadura em resposta ao fotoperíodo e à temperatura. Para o trigo BRS Tarumã observaram que o filocrono médio foi de  $100,4^{\circ}\text{C}\cdot\text{dia}^{-1}\cdot\text{folha}^{-1}$ .



## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo final pretende-se enunciar as principais conclusões referentes à pesquisa e aos resultados obtidos. Além disso, pretende-se apresentar alguns fatores que podem ser considerados como limitantes nesta pesquisa, bem como propor estudos futuros relacionados aos temas tratados.

O uso de nitrogênio nas pastagens de trigo de duplo propósito BRS Tarumã e azevém anual BRS Ponteio incrementaram o acúmulo de nutrientes, pela combinação de maiores produções diárias e ciclo produtivo mais longo. A ausência de nitrogênio em cobertura em ambas as espécies limita a produção vegetal, a qual é primária e, portanto, no curto prazo causa prejuízos financeiros para o produtor rural, mas também para a sociedade, visto que não é sustentável. A médio e longo prazo os prejuízos consecutivos dos produtores também impactam na sociedade pela menor capacidade de gerar empregos.

Este estudo confirma que o uso de nitrogênio em cobertura é uma tomada de decisão que deve ser adotada pois reflete em uma melhor racionalidade no uso da terra, respondendo em uma diluição de custos fixos e até se bem utilizadas gerando maior fluxo de caixa nas empresas rurais, além de uma maior eficiência na produção de alimentos.

Neste estudo foi demonstrado que o modelo exponencial é o ideal para utilizarmos em desenvolvimento e resposta ao uso de nitrogênio em pastagens, conjugado aos graus-dia, pois as respostas fisiológicas das plantas são dinâmicas e multifatoriais.

Neste estudo teríamos muito mais o que analisarmos para chegarmos a mais informações relevantes, mas em função da falta de recursos financeiros não foi possível. Os resultados apresentados sugerem que mais pesquisas devem ser realizadas, onde uma delas seria repetir o experimento, com doses fracionadas em mais vezes além de cortes com diferentes alturas, e ao invés de corte a utilização de animais produzindo carne ou leite, de modo a conseguir determinar os ganhos por hectare.



## REFERÊNCIAS

- AMA. Associação dos Misturadores de Adubo do Brasil. **Desafios do setor brasileiro de fertilizantes e as perspectivas para 2016.** Disponível em: <http://amabrasil.agr.br/web/fertilizantes-enregues-ao-consumidor-final-total-brasil/> Acesso em 02 de maio de 2018.
- ASSMANN, A. L.; PELISSARI, A.; MORAES, A.; ASSMANN, T. S.; OLIVEIRA, E. B.; SANDINI, I. Produção de gado de corte e acúmulo de matéria seca em sistema de integração lavoura-pecuária em presença ou ausência de trevo branco e nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v. 33, n. 1, p. 37–44, 2004.
- BALBINO, L. C.; BARCELLOS, A. O.; STONE, L. F. (Ed.). **Marco referencial: integração lavoura-pecuária-floresta**. Brasília: Embrapa, p. 130. 2011.
- BANCO MUNDIAL. **Rising global interest in farmland: Can it yield sustainable and equitable benefits?** Washington D.C., 07 de setembro de 2010. Disponível em: <https://siteresources.worldbank.org/DEC/Resources/Rising-Global-Interest-in-Farmland.pdf> Acesso em 12 junho de 2018.
- CAMINHA, F. O.; SILVA, S. C.; PAIVA, A. J.; PEREIRA, L. E. T.; MESQUITA, P.; GUARDA, V.D. Estabilidade da população de perfilhos de capim-marandu sob lotação contínua e adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 45(2), 213-220. 2010.
- CASSOL, L. C.; PIVA, J. T.; SOARES A. B.; ASSMANN A. L. Produtividade e composição estrutural de aveia e azevém submetidos e épocas de corte e adubação nitrogenada. **Revista Ceres, Viçosa**, v. 58, n.4, p. 438-443, jul/ago, 2011.
- CEDDIA, M. G.; NICHOLAS BARDSLEY, N. O.; GOMEZ-Y-PALOMA, S.; SABINE SEDLACEK, S. **Governance and agricultural intensification** Proceedings of the National Academy of Sciences. 2014. Disponível: <http://www.pnas.org/content/pnas/111/20/7242.full.pdf> acesso em 15 de junho de 2018.
- CELLA, D; ROSSI M. C. L. Análise do mercado de fertilizantes no Brasil. **Interface Tecnológica**, v.7, n.1, 2010.
- CEPEA - CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA - ESALQ/USP disponível em: <http://cepea.esalq.usp.br/pib/> Acesso em maio de 2018.
- CHAPMAN, D.F.; LEMAIRE, G. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 17., 1993, New Zealand. **Proceedings...** New Zealand: s. ed., 1993. p.95-104
- CHUAIREY, L. F.; BUSTILLO, C. W. G.; PEREYRA, J. C.; CHANG, N. U. L. Desarrollo de la modelación estadístico-matemática en las ciencias agrarias. retos y perspectivas. **Revista Investigacion Operacional**. 38 , n 5, 462-467, 2017.

COSTA, L. M., SILVA M. F. O. **A indústria química e o setor de fertilizantes** In: BNDES 60 anos: perspectivas setoriais. Rio de Janeiro: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, p. 12-60, 2012.

CRUZ, A. C.; PEREIRA, F. S.; FIGUEIREDO, V. S. **Fertilizantes organominerais de resíduos do agronegócio: avaliação do potencial econômico brasileiro**. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 45, p. [137]-187, mar. 2017.

EMATER - Associação Riograndense de Empreendimentos de Assistência Técnica e Extensão Rural. Rio Grande do Sul. **Estimativas de safra de verão 2018**. Disponível em: [http://www.emater.tche.br/site/arquivos\\_pdf/safra/safraTabela\\_14052018.pdf](http://www.emater.tche.br/site/arquivos_pdf/safra/safraTabela_14052018.pdf) Acesso em 30 de maio de 2018.

\_\_\_\_\_a - Associação Riograndense de Empreendimentos de Assistência Técnica e Extensão Rural. Rio Grande do Sul. **Estimativas de safra de inverno 2017**. Disponível em: [http://www.emater.tche.br/site/arquivos\\_pdf/safra/safraTabela\\_31052017.pdf](http://www.emater.tche.br/site/arquivos_pdf/safra/safraTabela_31052017.pdf) Acesso em 30 de maio de 2018.

FAO- Food and Agriculture Organization of the United Nations. **FAO Statistical Yearbook - World Food and Agriculture 2013**. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/018/i3107e/i3107e00.htm> acesso em 08 de julho de 2018.

FAO- Food and Agriculture Organization of the United Nations. Representante da FAO Brasil apresenta cenário da demanda por alimentos. 2017 Disponível em: <http://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/en/c/901168/> acesso em 04 de junho de 2018.

FESSEHAZION, M. K.; ANNANDALE, J. G.; EVERSON, C. S.; STIRZAKER, R. J.; TESFAMARIAM, E. H. Evaluating of soil water balance (SWB-Sci) model for water and nitrogen interactions in pasture: Example using annual ryegrass. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 146, p. 238–248, 2014.

GONÇALVES, J. S., FERREIRA, C. R. R. P. T. & SOUZA, S. A. M. Produção nacional de fertilizantes, processo de desconcentração regional e maior dependência externa. **Informações Econômicas**, volume.38, n.8, ago. 2008.

HENZ, E. L., ALMEIDA, P. S. G. DE, VELHO, J. P., NÖRNBERG, J. L., SILVA, L. DAS D. F. DA, BACKES, T. R., & GUERRA, G. L. Dual purpose wheat production with different levels of nitrogen topdressing. **Semina: Ciências Agrárias**, 37(2), 1091-1100, 2016.

HERRERO, M. *et al.* Smart investments in sustainable food production: revisiting mixed crop-livestock systems. **Science**, v. 327, p. 822-825, 2010.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo agropecuário 2017. Resultados Preliminares. Rio de Janeiro, v. 7, p.1-108, 2017. Disponível em: [https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/3093/agro\\_2017\\_resultados\\_preliminares.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/3093/agro_2017_resultados_preliminares.pdf) Acesso em 23 maio de 2018.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. **IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories**. Eggleston, H. S., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T., Tanabe, K. (Eds.), Institute for Global Environmental Strategies (IGES), Kanagawa, Japão. 2015.

LARA, M. A. S.; RAKOCEVIC, M. **Uso de modelos matemáticos no estudo de pastagens.** Forragicultura: Ciência, Tecnologia e Gestão dos Recursos Forrageiros. Jaboticabal: Funep, 333-346, 2014.

LEMAIRE, G., FRANZLUEBBERS, A., DE F. CARVALHO, P.C., DEDIEU, B. Integrated crop–livestock systems: strategies to achieve synergy between agricultural production and environmental quality. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. V. 190, 1, Pages 4-8. 190, 4–8. 2014.

LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G. **Fertilidade do solo e produtividade agrícola.** In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. eds. *Fertilidade do solo*. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p.1-64, 2007.

MACEDO, M. C. M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v. 38, n. spe, p. 133-146, July 2009.

MALASSISE, R. L. S.; PARRE, J. L.; FRAGA, G. J. O Comportamento do Preço da Terra Agrícola: um modelo de painel de dados espaciais. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 53, n. 4, p. 645-666, Dec. 2015. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S010320032015000400645&lng=e&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010320032015000400645&lng=e&nrm=iso) Acesso em 12 julho de 2018.

MARTHA Jr., G. B.; VILELA, L. **Efeito poupa-terra de sistemas de integração lavoura-pecuária: comunicado técnico.** Planaltina: Embrapa Cerrados, 2009.

MARTUSCELLO, J.A.; FONSECA, D.M. da; NASCIMENTO JÚNIOR, D. do; SANTOS, P.M.; CUNHA, D. de N.F.V. da; MOREIRA, L. de M. Características morfogênicas e estruturais de capim-massai submetido a adubação nitrogenada e desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.665-671, 2006.

MENEGHIN, M. F. S.; RAMOS, M. L. G.; OLIVEIRA, S. A.; RIBEIRO JUNIOR, W. Q.; AMABILE, R. F. Avaliação da disponibilidade de nitrogênio no solo para o trigo em latossolo vermelho do Distrito Federal. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 32:1941-1948, 2008.

MÜLLER, L., MANFRON, P. A., MEDEIROS, S. L. P., STRECK, N. A., MITTELMAN, A.; DOURADO NETO, D., ... MORAIS, K. P. (2009). Temperatura base inferior e estacionalidade de produção de genótipos diplóides e tetraplóides de azevém. **Ciência Rural**, 39(5), 1343-1348.

OLIVEIRA, J. V. **Aspectos técnicos-econômicos da cadeia de fertilizantes organominerais no Brasil.** Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Química, 2010.

ONU - Organizações das Nações Unidas. **População Mundial atingiu 7,6 bilhões. Perspectivas da População Mundial: Revisão de 2017.** Publicado em 21 Jun. 2017. Disponível em: <http://www.unmultimedia.org> Acesso em: 18 de maio de 2018.

PEARSE, P.J., WILIAN, D. Effects of applied nitrogen on grass leaf initiation, development and death in field swards. **Journal agriculture Science**, 103(2):405-413. 1984.

PEDROSO, C. E. da S.; MEDEIROS, R. B. de; SILVA, M. A. da; JORNADA, J. B. J. da; SAIBRO, J. C. de; TEIXEIRA, J. R. F. (2004). Produção de ovinos em gestação e lactação sob pastejo em diferentes estádios fenológicos de azevém anual. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 33(5), 1345-1350.

PEMBLETON, K. G.; RAWNSLEY, R. P.; BURKITT, L. L. Environmental influences on optimum nitrogen fertiliser rates for temperate dairy pastures. **European Journal of Agronomy**, Amsterdam, v.45, p.132– 141, 2013.

PEREIRA, P. A. A.; BALDANI, J. I.; BLANA, R. A. G.; NEYRA, C. A. Assimilação e translocação de nitrogênio em relação a produção de grãos e proteínas em milho (*Zea mays* L.). **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.5, p. 28-31, 1981.

PRETTY, J. Agricultural sustainability: concepts, principles and evidence. **Philosophical Transaction Royal Society B**, n. 363, p. 447-465, 2008.

QUADROS, F. L. F. de; BANDINELLI, D. G.; PIGATTO, A. G. S.; ROCHA, M. G. da (2005). Morfogênese de *Lolium multiflorum* Lam. e *Paspalum urvillei* Steud sob níveis de adubação de fósforo e potássio. **Ciência Rural**, 35(1), 181-186.

REETZ, H. F. **Fertilizantes e seu uso eficiente**. Tradução: Alfredo Scheid Lopes. - São Paulo: ANDA, 178p, 2017.

RODRIGUES, R. A. R.; MELLO, W. Z. Fluxos de óxido nitroso em solos com cobertura de Floresta Ombrófila Densa Montana na Serra dos Órgãos, Rio de Janeiro. **Química Nova**, São Paulo, v. 35, n. 8, p. 1549-1553, 2012.

ROSA, H. T.; WALTER, L. C. STRECK, N. A.; ALBERTO, C. M. (2009). Métodos de soma térmica e datas de semeadura na determinação de filocrono de cultivares de trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 44(11), p.1374-1382.

SAAB, A. A.; PAULA, R. A. O mercado de fertilizantes no Brasil diagnósticos e propostas de políticas. SÃO PAULO: **Política Agrícola**, 2008.

SANTOS, M. E. R.; FONSECA, D. M.; BALBINO, E. M.; MONNERAT, J. P. I. S.; SILVA, S. P. Caracterização dos perfis em pastos de capim-braquiária diferidos e adubados com nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 38(4), 643-649, 2009.

SEÓ, H. L. S.; PINHEIRO MACHADO FILHO, L. C.; RUVIARO, C. F.; LÉIS, C. M. Avaliação do Ciclo de Vida na bovinocultura leiteira e as oportunidades ao Brasil. **Revista Engenharia Sanitária**. v.22, n.2, 221-237, 2017.

TRINDADE M. G.; STONE L. F.; HEINEMANN A. B.; CÁNOVAS A. D.; MOREIRA J. A. A. Nitrogênio e água como fatores de produtividade do trigo no cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. 10(1):24- 29, 2006.

VILELA, L. *et al.* **Integração Lavoura-Pecuária**. In: FALEIRO, F. G.; NETO; A. L. de F. Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2008.



WERNER, J.C.; PAULINO, V.T.; CANTARELLA, H. et al. Forrageiras. In: Van RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. et al. (Eds.) **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 1996. p.261-273.

ZIMMER, A. H.; ALMEIDA, R. G. de; BUNGENSTAB, D. J.; KICHEL, A. N. Integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil: histórico e perspectivas para o desenvolvimento sustentável. In: **Congresso Latinoamericano de Sistemas Agroflorestais para a Produção Pecuária Sustentável**, 7., Belém, PA, 2012.



## **ANEXO A – NORMAS PARA SUBMISSÃO DE ARTIGO PARA O PERIÓDICO *PLANT GROWTH REGULATION***

### **Instructions for Authors MANUSCRIPT SUBMISSION**

#### *Manuscript Submission*

Submission of a manuscript implies: that the work described has not been published before; that it is not under consideration for publication anywhere else; that its publication has been approved by all co-authors, if any, as well as by the responsible authorities – tacitly or explicitly – at the institute where the work has been carried out. The publisher will not be held legally responsible should there be any claims for compensation.

#### *Permissions*

Authors wishing to include figures, tables, or text passages that have already been published elsewhere are required to obtain permission from the copyright owner(s) for both the print and online format and to include evidence that such permission has been granted when submitting their papers. Any material received without such evidence will be assumed to originate from the authors.

#### *Online Submission*

Please follow the hyperlink “Submit online” on the right and upload all of your manuscript files following the instructions given on the screen.

### **ADDITIONAL REMARKS MANUSCRIPT SUBMISSION**

- 1.) The authors need to make sure that the full article does not exceed 8 publication pages including the references.
- 2.) The authors should write the papers concisely.
- 3.) The authors should combine relevant figures into large ones.
- 4.) The authors should also put some less important figures and tables into supplementary materials (see Electronic Supplementary Materials section)

### **TITLE PAGE**

#### *Title Page*

The title page should include:

The name(s) of the author(s)

A concise and informative title

The affiliation(s) and address(es) of the author(s)

The e-mail address, and telephone number(s) of the corresponding author

If available, the 16-digit ORCID of the author(s)

### *Abstract*

Please provide an abstract of 150 to 250 words. The abstract should not contain any undefined abbreviations or unspecified references.

### *Keywords*

Please provide 4 to 6 keywords which can be used for indexing purposes.

## **TEXT**

### *Text Formatting*

Manuscripts should be submitted in Word.

Use a normal, plain font (e.g., 10-point Times Roman) for text.

Use italics for emphasis.

Use the automatic page numbering function to number the pages.

Do not use field functions.

Use tab stops or other commands for indents, not the space bar.

Use the table function, not spreadsheets, to make tables.

Use the equation editor or MathType for equations.

Save your file in docx format (Word 2007 or higher) or doc format (older Word versions).

Manuscripts with mathematical content can also be submitted in LaTeX.

### *Headings*

Please use no more than three levels of displayed headings.

### *Abbreviations*

Abbreviations should be defined at first mention and used consistently thereafter.

### *Footnotes*

Footnotes can be used to give additional information, which may include the citation of a reference included in the reference list. They should not consist solely of a reference citation, and they should never include the bibliographic details of a reference. They should also not contain any figures or tables.

Footnotes to the text are numbered consecutively; those to tables should be indicated by superscript lower-case letters (or asterisks for significance values and other statistical data).

Footnotes to the title or the authors of the article are not given reference symbols.

Always use footnotes instead of endnotes.

### *Acknowledgments*

Acknowledgments of people, grants, funds, etc. should be placed in a separate section on the title page. The names of funding organizations should be written in full.

## **ADDITIONAL REMARK TEXT**

Please submit your manuscript in 12-point Times New Roman.

Line numbering

Line numbering should be used throughout the manuscript.

## **REFERENCES**

### *Citation*

Cite references in the text by name and year in parentheses. Some examples:

Negotiation research spans many disciplines (Thompson 1990).

This result was later contradicted by Becker and Seligman (1996).

This effect has been widely studied (Abbott 1991; Barakat et al. 1995a, b; Kelso and Smith 1998; Medvec et al. 1999, 2000).

### *Reference list*

The list of references should only include works that are cited in the text and that have been published or accepted for publication. Personal communications and unpublished works should only be mentioned in the text. Do not use footnotes or endnotes as a substitute for a reference list.

Reference list entries should be alphabetized by the last names of the first author of each work. Order multi-author publications of the same first author alphabetically with respect to

second, third, etc. author. Publications of exactly the same author(s) must be ordered chronologically.

- Journal article

Gamelin FX, Baquet G, Berthoin S, Thevenet D, Nourry C, Nottin S, Bosquet L (2009) Effect of high intensity intermittent training on heart rate variability in prepubescent children. *Eur J Appl Physiol* 105:731-738.

<https://doi.org/10.1007/s00421-008-0955-8>

Ideally, the names of all authors should be provided, but the usage of “et al” in long author lists will also be accepted:

Smith J, Jones M Jr, Houghton L et al (1999) Future of health insurance. *N Engl J Med* 341:325–329

- Article by DOI

Slifka MK, Whitton JL (2000) Clinical implications of dysregulated cytokine production. *J Mol Med*. <https://doi.org/10.1007/s001090000086>

- Book

South J, Blass B (2001) *The future of modern genomics*. Blackwell, London

- Book chapter

Brown B, Aaron M (2001) The politics of nature. In: Smith J (ed) *The rise of modern genomics*, 3rd edn. Wiley, New York, pp 230-257

- Online document

Cartwright J (2007) Big stars have weather too. IOP Publishing PhysicsWeb.

<http://physicsweb.org/articles/news/11/6/16/1>. Accessed 26 June 2007

- Dissertation

Trent JW (1975) *Experimental acute renal failure*. Dissertation, University of California

Always use the standard abbreviation of a journal’s name according to the ISSN List of Title Word Abbreviations, see

## ISSN LTWA

If you are unsure, please use the full journal title.

For authors using EndNote, Springer provides an output style that supports the formatting of intext citations and reference list.

EndNote style (zip, 2 kB)

## TABLES

All tables are to be numbered using Arabic numerals.

Tables should always be cited in text in consecutive numerical order.

For each table, please supply a table caption (title) explaining the components of the table.

Identify any previously published material by giving the original source in the form of a reference at the end of the table caption.

Footnotes to tables should be indicated by superscript lower-case letters (or asterisks for significance values and other statistical data) and included beneath the table body.

## ARTWORK AND ILLUSTRATIONS GUIDELINES

### *Electronic Figure Submission*

Supply all figures electronically.

Indicate what graphics program was used to create the artwork.

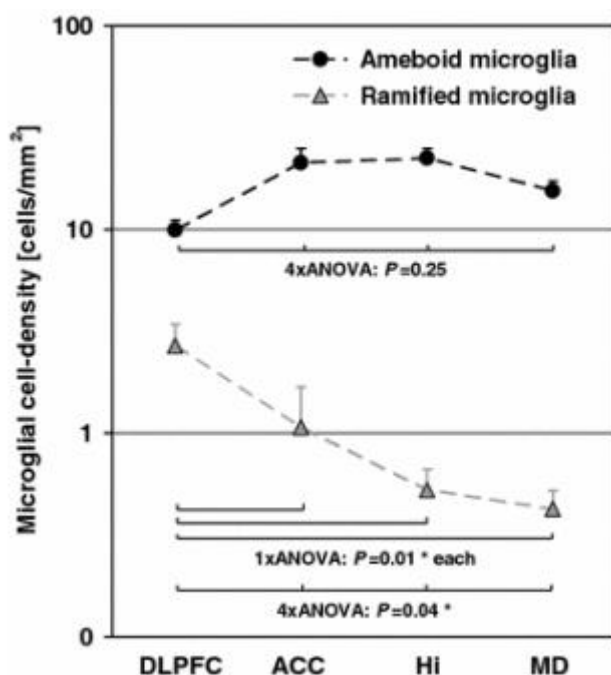
For vector graphics, the preferred format is EPS; for halftones, please use TIFF format.

Msoffice files are also acceptable.

Vector graphics containing fonts must have the fonts embedded in the files.

Name your figure files with "Fig" and the figure number, e.g., Fig1.eps.

### *Line Art*



Definition: Black and white graphic with no shading.

Do not use faint lines and/or lettering and check that all lines and lettering within the figures are legible at final size.

All lines should be at least 0.1 mm (0.3 pt) wide.

Scanned line drawings and line drawings in bitmap format should have a minimum resolution of 1200 dpi.

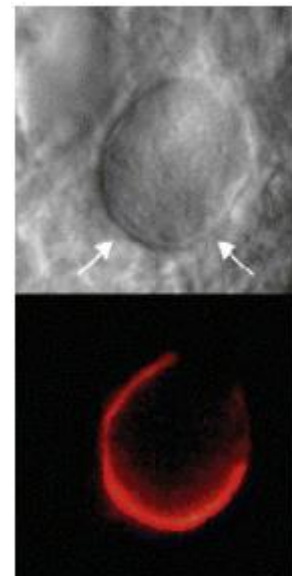
Vector graphics containing fonts must have the fonts embedded in the files.

### *Halftone Art*

Definition: Photographs, drawings, or paintings with fine shading, etc.

If any magnification is used in the photographs, indicate this by using scale bars within the figures themselves.

Halftones should have a minimum resolution of 300 dpi.

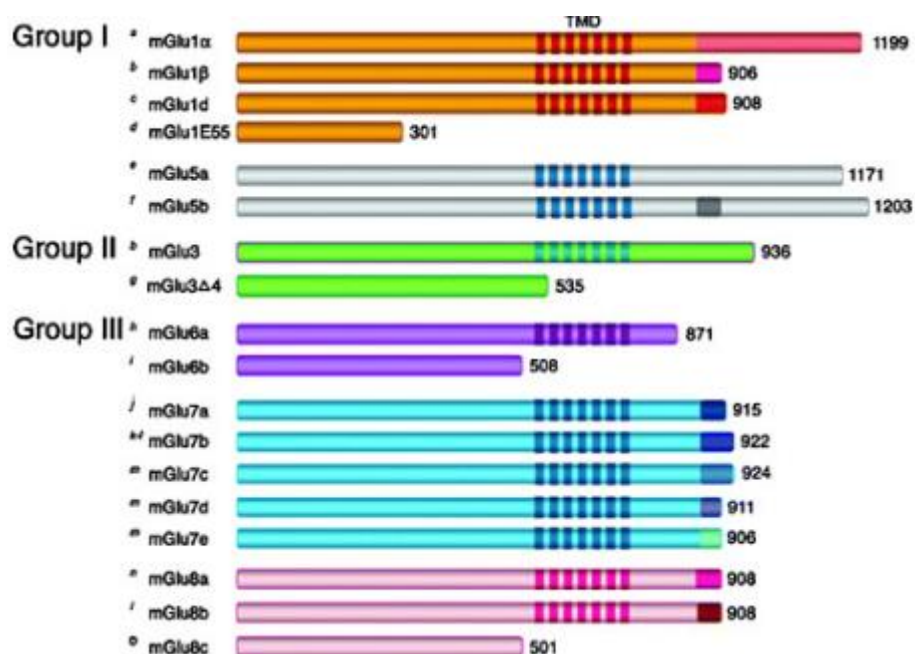


### *Combination Art*

Definition: a combination of halftone and line art, e.g., halftones containing line drawing, extensive lettering, color diagrams, etc.

Combination artwork should have a minimum resolution of 600 dpi.





### *Color Art*

Color art is free of charge for online publication.

If black and white will be shown in the print version, make sure that the main information will still be visible. Many colors are not distinguishable from one another when converted to black and white. A simple way to check this is to make a xerographic copy to see if the necessary distinctions between the different colors are still apparent.

If the figures will be printed in black and white, do not refer to color in the captions.

Color illustrations should be submitted as RGB (8 bits per channel).

### *Figure Lettering*

To add lettering, it is best to use Helvetica or Arial (sans serif fonts).

Keep lettering consistently sized throughout your final-sized artwork, usually about 2–3 mm (8–12 pt).

Variance of type size within an illustration should be minimal, e.g., do not use 8-pt type on an axis and 20-pt type for the axis label.

Avoid effects such as shading, outline letters, etc.

Do not include titles or captions within your illustrations.

### *Figure Numbering*

All figures are to be numbered using Arabic numerals.

Figures should always be cited in text in consecutive numerical order.

Figure parts should be denoted by lowercase letters (a, b, c, etc.).

If an appendix appears in your article and it contains one or more figures, continue the consecutive numbering of the main text. Do not number the appendix figures, "A1, A2, A3, etc." Figures in online appendices (Electronic Supplementary Material) should, however, be numbered separately.

### *Figure Captions*

Each figure should have a concise caption describing accurately what the figure depicts. Include the captions in the text file of the manuscript, not in the figure file.

Figure captions begin with the term Fig. in bold type, followed by the figure number, also in bold type.

No punctuation is to be included after the number, nor is any punctuation to be placed at the end of the caption.

Identify all elements found in the figure in the figure caption; and use boxes, circles, etc., as coordinate points in graphs.

Identify previously published material by giving the original source in the form of a reference citation at the end of the figure caption.

### *Figure Placement and Size*

Figures should be submitted separately from the text, if possible.

When preparing your figures, size figures to fit in the column width.

For most journals the figures should be 39 mm, 84 mm, 129 mm, or 174 mm wide and not higher than 234 mm.

For books and book-sized journals, the figures should be 80 mm or 122 mm wide and not higher than 198 mm.

### *Permissions*

If you include figures that have already been published elsewhere, you must obtain permission from the copyright owner(s) for both the print and online format. Please be aware that some publishers do not grant electronic rights for free and that Springer will not be able to refund any costs that may have occurred to receive these permissions. In such cases, material from other sources should be used.

### *Accessibility*

In order to give people of all abilities and disabilities access to the content of your figures, please make sure that

All figures have descriptive captions (blind users could then use a text-to-speech software or a text-to-Braille hardware)

Patterns are used instead of or in addition to colors for conveying information (colorblind users would then be able to distinguish the visual elements)

Any figure lettering has a contrast ratio of at least 4.5:1

## **ELECTRONIC SUPPLEMENTARY MATERIAL**

Springer accepts electronic multimedia files (animations, movies, audio, etc.) and other supplementary files to be published online along with an article or a book chapter. This feature can add dimension to the author's article, as certain information cannot be printed or is more convenient in electronic form.

Before submitting research datasets as electronic supplementary material, authors should read the journal's Research data policy. We encourage research data to be archived in data repositories wherever possible.

### *Submission*

Supply all supplementary material in standard file formats.

Please include in each file the following information: article title, journal name, author names; affiliation and e-mail address of the corresponding author.

To accommodate user downloads, please keep in mind that larger-sized files may require very long download times and that some users may experience other problems during downloading.

### *Audio, Video, and Animations*

Aspect ratio: 16:9 or 4:3

Maximum file size: 25 GB

Minimum video duration: 1 sec

Supported file formats: avi, wmv, mp4, mov, m2p, mp2, mpg, mpeg, flv, mxf, mts, m4v, 3gp

### *Text and Presentations*

Submit your material in PDF format; .doc or .ppt files are not suitable for long-term viability.

A collection of figures may also be combined in a PDF file.

### *Spreadsheets*

Spreadsheets should be submitted as .csv or .xlsx files (MS Excel).

### *Specialized Formats*

Specialized format such as .pdb (chemical), .wrl (VRML), .nb (Mathematica notebook), and .tex can also be supplied.

### *Collecting Multiple Files*

It is possible to collect multiple files in a .zip or .gz file.

### *Numbering*

If supplying any supplementary material, the text must make specific mention of the material as a citation, similar to that of figures and tables.

Refer to the supplementary files as “Online Resource”, e.g., "... as shown in the animation (Online Resource 3)", "... additional data are given in Online Resource 4”.

Name the files consecutively, e.g. “ESM\_3.mpg”, “ESM\_4.pdf”.

### *Captions*

For each supplementary material, please supply a concise caption describing the content of the file.

### *Processing of supplementary files*

Electronic supplementary material will be published as received from the author without any conversion, editing, or reformatting.

### *Accessibility*

In order to give people of all abilities and disabilities access to the content of your supplementary files, please make sure that

The manuscript contains a descriptive caption for each supplementary material Video files do not contain anything that flashes more than three times per second (so that users prone to seizures caused by such effects are not put at risk)

## **ETHICAL RESPONSIBILITIES OF AUTHORS**

This journal is committed to upholding the integrity of the scientific record. As a member of the Committee on Publication Ethics (COPE) the journal will follow the COPE guidelines on how to deal with potential acts of misconduct.

Authors should refrain from misrepresenting research results which could damage the trust in the journal, the professionalism of scientific authorship, and ultimately the entire scientific endeavour. Maintaining integrity of the research and its presentation can be achieved by following the rules of good scientific practice, which include:

The manuscript has not been submitted to more than one journal for simultaneous consideration.

The manuscript has not been published previously (partly or in full), unless the new work concerns an expansion of previous work (please provide transparency on the re-use of material to avoid the hint of text-recycling (“self-plagiarism”).

A single study is not split up into several parts to increase the quantity of submissions and submitted to various journals or to one journal over time (e.g. “salami-publishing”).

No data have been fabricated or manipulated (including images) to support your conclusions  
No data, text, or theories by others are presented as if they were the author’s own (“plagiarism”). Proper acknowledgements to other works must be given (this includes material that is closely copied (near verbatim), summarized and/or paraphrased), quotation marks are used for verbatim copying of material, and permissions are secured for material that is copyrighted.

**Important note:** the journal may use software to screen for plagiarism.

Consent to submit has been received explicitly from all co-authors, as well as from the responsible authorities - tacitly or explicitly - at the institute/organization where the work has been carried out, before the work is submitted.

Authors whose names appear on the submission have contributed sufficiently to the scientific work and therefore share collective responsibility and accountability for the results.

Authors are strongly advised to ensure the correct author group, corresponding author, and order of authors at submission. Changes of authorship or in the order of authors are not accepted after acceptance of a manuscript.

Adding and/or deleting authors and/or changing the order of authors at revision stage may be justifiably warranted. A letter must accompany the revised manuscript to explain the reason for the change(s) and the contribution role(s) of the added and/or deleted author(s). Further documentation may be required to support your request.

Requests for addition or removal of authors as a result of authorship disputes after acceptance are honored after formal notification by the institute or independent body and/or when there is agreement between all authors.

Upon request authors should be prepared to send relevant documentation or data in order to verify the validity of the results. This could be in the form of raw data, samples, records, etc. Sensitive information in the form of confidential proprietary data is excluded.

If there is a suspicion of misconduct, the journal will carry out an investigation following the COPE guidelines. If, after investigation, the allegation seems to raise valid concerns, the accused author will be contacted and given an opportunity to address the issue. If misconduct has been established beyond reasonable doubt, this may result in the Editor-in-Chief's implementation of the following measures, including, but not limited to:

If the article is still under consideration, it may be rejected and returned to the author.

If the article has already been published online, depending on the nature and severity of the infraction, either an erratum will be placed with the article or in severe cases complete retraction of the article will occur. The reason must be given in the published erratum or retraction note. Please note that retraction means that the paper is maintained on the platform, watermarked "retracted" and explanation for the retraction is provided in a note linked to the watermarked article.

The author's institution may be informed.

## **COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS**

To ensure objectivity and transparency in research and to ensure that accepted principles of ethical and professional conduct have been followed, authors should include information regarding sources of funding, potential conflicts of interest (financial or non-financial), informed consent if the research involved human participants, and a statement on welfare of animals if the research involved animals.

Authors should include the following statements (if applicable) in a separate section entitled "Compliance with Ethical Standards" when submitting a paper:

Disclosure of potential conflicts of interest

Research involving Human Participants and/or Animals

Informed consent

Please note that standards could vary slightly per journal dependent on their peer review policies (i.e. single or double blind peer review) as well as per journal subject discipline. Before submitting your article check the instructions following this section carefully.

The corresponding author should be prepared to collect documentation of compliance with ethical standards and send if requested during peer review or after publication.

The Editors reserve the right to reject manuscripts that do not comply with the above-mentioned guidelines. The author will be held responsible for false statements or failure to fulfill the abovementioned guidelines.

## **DISCLOSURE OF POTENTIAL CONFLICTS OF INTEREST**

Authors must disclose all relationships or interests that could have direct or potential influence or impart bias on the work. Although an author may not feel there is any conflict, disclosure of relationships and interests provides a more complete and transparent process, leading to a more accurate and objective assessment of the work. Awareness of a real or perceived conflict of interest is a perspective to which the readers are entitled. This is not meant to imply that a financial relationship with an organization that sponsored the research or compensation received for consultancy work is inappropriate. Examples of potential conflicts of interests that are directly or indirectly related to the research may include but are not limited to the following:

Research grants from funding agencies (please give the research funder and the grant number)

Honoraria for speaking at symposia

Financial support for attending symposia

Financial support for educational programs

Employment or consultation

Support from a project sponsor

Position on advisory board or board of directors or other type of management relationships

Multiple affiliations

Financial relationships, for example equity ownership or investment interest

Intellectual property rights (e.g. patents, copyrights and royalties from such rights)

Holdings of spouse and/or children that may have financial interest in the work

In addition, interests that go beyond financial interests and compensation (non-financial interests) that may be important to readers should be disclosed. These may include but are not limited to personal relationships or competing interests directly or indirectly tied to this research, or professional interests or personal beliefs that may influence your research.

The corresponding author collects the conflict of interest disclosure forms from all authors. In

author collaborations where formal agreements for representation allow it, it is sufficient for the corresponding author to sign the disclosure form on behalf of all authors. Examples of forms can be found

here:

The corresponding author will include a summary statement in the text of the manuscript in a separate section before the reference list, that reflects what is recorded in the potential conflict of interest disclosure form(s).

See below examples of disclosures:

**Funding:** This study was funded by X (grant number X).

**Conflict of Interest:** Author A has received research grants from Company A. Author B has received a speaker honorarium from Company X and owns stock in Company Y. Author C is a member of committee Z.

If no conflict exists, the authors should state:

Conflict of Interest: The authors declare that they have no conflict of interest.

## **RESEARCH DATA POLICY**

A submission to the journal implies that materials described in the manuscript, including all relevant raw data, will be freely available to any researcher wishing to use them for noncommercial purposes, without breaching participant confidentiality.

The journal strongly encourages that all datasets on which the conclusions of the paper rely should be available to readers. We encourage authors to ensure that their datasets are either deposited in publicly available repositories (where available and appropriate) or presented in the main manuscript or additional supporting files whenever possible. Please see Springer Nature's information on recommended repositories.

### *List of Repositories*

#### Research Data Policy

General repositories - for all types of research data - such as figshare and Dryad may be used where appropriate.

Datasets that are assigned digital object identifiers (DOIs) by a data repository may be cited in the reference list. Data citations should include the minimum information recommended by DataCite: authors, title, publisher (repository name), identifier.

### *DataCite*



Where a widely established research community expectation for data archiving in public repositories exists, submission to a community-endorsed, public repository is mandatory. Persistent identifiers (such as DOIs and accession numbers) for relevant datasets must be provided in the paper

For the following types of data set, submission to a community-endorsed, public repository is mandatory:

### **Mandatory deposition Suitable repositories**

Protein sequences Uniprot

DNA and RNA sequences Genbank DNA DataBank of Japan (DDBJ) EMBL Nucleotide Sequence Database (ENA)
DNA and RNA sequencing data NCBI Trace Archive NCBI Sequence Read Archive (SRA) Genetic polymorphisms dbSNP dbVar European Variation Archive (EVA)
Linked genotype and phenotype data dbGAP The European Genome-phenome Archive (EGA) Macromolecular structure Worldwide Protein Data Bank (wwPDB) Biological Magnetic Resonance Data Bank (BMRB)
Electron Microscopy Data Bank (EMDB)
Microarray data (must be MIAME compliant) Gene Expression Omnibus (GEO) ArrayExpress Crystallographic data for small molecules Cambridge Structural Database

For more information:

Research Data Policy Frequently Asked Questions

### *Data availability*

The journal encourages authors to provide a statement of Data availability in their article. Data availability statements should include information on where data supporting the results

reported in the article can be found, including, where applicable, hyperlinks to publicly archived datasets analysed or generated during the study. Data availability statements can also indicate whether data are available on request from the authors and where no data are available, if appropriate.

Data Availability statements can take one of the following forms (or a combination of more than one if required for multiple datasets):

1. The datasets generated during and/or analysed during the current study are available in the [NAME] repository, [PERSISTENT WEB LINK TO DATASETS]
2. The datasets generated during and/or analysed during the current study are not publicly available due [REASON WHY DATA ARE NOT PUBLIC] but are available from the corresponding author on reasonable request.
3. The datasets generated during and/or analysed during the current study are available from the corresponding author on reasonable request.
4. Data sharing not applicable to this article as no datasets were generated or analysed during the current study.
5. All data generated or analysed during this study are included in this published article [and its supplementary information files].

More examples of template data availability statements, which include examples of openly available and restricted access datasets, are available:

#### *Data availability statements*

This service provides advice on research data policy compliance and on finding research data repositories. It is independent of journal, book and conference proceedings editorial offices and does not advise on specific manuscripts.

Helpdesk

#### **AFTER ACCEPTANCE**

Upon acceptance of your article you will receive a link to the special Author Query Application at Springer's web page where you can sign the Copyright Transfer Statement online and indicate whether you wish to order OpenChoice, offprints, or printing of figures in color.

Once the Author Query Application has been completed, your article will be processed and you will receive the proofs.

### *Copyright transfer*

Authors will be asked to transfer copyright of the article to the Publisher (or grant the Publisher exclusive publication and dissemination rights). This will ensure the widest possible protection and dissemination of information under copyright laws.

Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License

### *Offprints*

Offprints can be ordered by the corresponding author.

### *Color illustrations*

Online publication of color illustrations is free of charge. For color in the print version, authors will be expected to make a contribution towards the extra costs.

### *Proof reading*

The purpose of the proof is to check for typesetting or conversion errors and the completeness and accuracy of the text, tables and figures. Substantial changes in content, e.g., new results, corrected values, title and authorship, are not allowed without the approval of the Editor.

After online publication, further changes can only be made in the form of an Erratum, which will be hyperlinked to the article.

### *Online First*

The article will be published online after receipt of the corrected proofs. This is the official first publication citable with the DOI. After release of the printed version, the paper can also be cited by issue and page numbers.

## **OPEN CHOICE**

Open Choice allows you to publish open access in more than 1850 Springer Nature journals, making your research more visible and accessible immediately on publication.

Benefits:

Increased researcher engagement: Open Choice enables access by anyone with an internet connection, immediately on publication.

Higher visibility and impact: In Springer hybrid journals, OA articles are accessed 4 times more often on average, and cited 1.7 more times on average\*.

Easy compliance with funder and institutional mandates: Many funders require open access publishing, and some take compliance into account when assessing future grant applications.

It is easy to find funding to support open access – please see our funding and support pages for more information.

\*) Within the first three years of publication. Springer Nature hybrid journal OA impact analysis, 2018.

### *Open Choice*

Funding and Support pages

### **Copyright and license term – CC BY**

Open Choice articles do not require transfer of copyright as the copyright remains with the author. In opting for open access, the author(s) agree to publish the article under the Creative Commons Attribution License.

Find more about the license agreement

### **ENGLISH LANGUAGE EDITING**

For editors and reviewers to accurately assess the work presented in your manuscript you need to ensure the English language is of sufficient quality to be understood. If you need help with writing in English you should consider:

Asking a colleague who is a native English speaker to review your manuscript for clarity.

Visiting the English language tutorial which covers the common mistakes when writing in English.

Using a professional language editing service where editors will improve the English to ensure that your meaning is clear and identify problems that require your review. Two such services are provided by our affiliates Nature Research Editing Service and American Journal Experts. Springer authors are entitled to a 10% discount on their first submission to either of these services, simply follow the links below.

English language tutorial

Nature Research Editing Service

American Journal Experts

Please note that the use of a language editing service is not a requirement for publication in this journal and does not imply or guarantee that the article will be selected for peer review or accepted.

If your manuscript is accepted it will be checked by our copyeditors for spelling and formal style before publication.

## **ANEXO B – NORMAS PARA SUBMISSÃO DE ARTIGO PARA O PERIÓDICO *ACTA SCIENTIARUM. ANIMAL SCIENCES***

Diretrizes para Autores

### **POLÍTICA DE ACESSO ABERTO**

Acta Scientiarum. Animal Sciences é publicada sob o modelo Acesso Aberto e permite a qualquer um a leitura e download, bem como a cópia e disseminação de seu conteúdo de acordo com as políticas de copyright Creative Commons Attribution 3.0.

### **APCs (TAXA DE PROCESSAMENTO DE ARTIGO) E TAXA DE SUBMISSÃO**

Acta Scientiarum. Animal Sciences não cobra aos autores qualquer tipo de taxa de submissão ou publicação.

### **POLÍTICA CONTRA PLÁGIO E MÁ-CONDUTAS EM PESQUISA**

Continuando nossa tradição de excelência, informamos as melhorias editoriais que visam fortalecer a integridade dos artigos publicados por esta revista. Em conformidade com as diretrizes do [COPE](#) (*Committee on Publication Ethics*), que visam incentivar a identificação de plágio, más práticas, fraudes, possíveis violações de ética e abertura de processos, indicamos:

**1. Os autores devem visitar o website do COPE** <http://publicationethics.org>, que contém informações para autores e editores sobre a ética em pesquisa;

**2. Antes da submissão, os autores devem seguir os seguintes critérios:**

- Com o objetivo de evitar a endogenia e diversidade dos autores publicados, exigimos que, após a publicação na revista, os autores aguardem, no mínimo, 1 ano até publicarem qualquer outro artigo no periódico;
- artigos que contenham aquisição de dados ou análise e interpretação de dados de outras publicações devem referenciá-las de maneira explícita;
- na redação de artigos que contenham uma revisão crítica do conteúdo intelectual de outros autores, estes deverão ser devidamente citados;
- todos os autores devem atender os critérios de autoria inédita do artigo e nenhum dos pesquisadores envolvidos na pesquisa poderá ser omitido da lista de autores;
- a aprovação final do artigo será feita pelos editores e conselho editorial.

**3. Para responder aos critérios, serão realizados os seguintes procedimentos:**

- a) Os editores avaliarão os manuscritos com o sistema [CrossCheck](#) logo após a submissão. Primeiramente será avaliado o conteúdo textual dos artigos científicos, procurando identificar plágio, submissões duplicadas, manuscritos já publicados e possíveis fraudes em pesquisa;
- b) Com os resultados, cabe aos editores e conselho editorial decidir se o manuscrito será enviado para revisão por pares que também realizarão avaliações;
- c) Após o aceite e antes da publicação, os artigos poderão ser avaliados novamente.

### **INSTRUÇÕES PARA SUBMISSÃO DE ARTIGOS:**

1. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, ISSN 1807-8672 (*on-line*), é publicada pela Universidade Estadual de Maringá, na modalidade publicação contínua.

2. A revista publica artigos originais em todas as áreas relevantes da Zootecnia (Produção Animal), incluindo genética e melhoramento, nutrição e digestão, fisiologia e endocrinologia, reprodução e lactação, crescimento, etologia e bem estar, meio ambiente e instalações, avaliação de alimentos e produção animal.

3. Os autores se obrigam a declarar a cessão de direitos autorais e que seu manuscrito é um trabalho original, e que não está sendo submetido, em parte ou no seu todo, à análise para publicação em outro meio de divulgação científica sob pena de exclusão. Esta declaração encontra-se disponível no endereço:

<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAnimSci/about/submissions>.

4. Os dados, ideias, opiniões e conceitos emitidos nos artigos, bem como a exatidão das referências, são de inteira responsabilidade do(s) autor(es). A eventual citação de produtos e marcas comerciais não significa recomendação de seu uso por parte do comitê editorial da revista.

5. Os relatos deverão basear-se nas técnicas mais avançadas e apropriadas à pesquisa. Quando apropriado, deverá ser atestado que a pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética e Biossegurança da instituição.

6. Os artigos submetidos poderão ser em português ou inglês. Se aceitos para publicação, será obrigatória a tradução para o inglês.

7. Os artigos serão avaliados por consultores da área de conhecimento da pesquisa, de instituições de ensino e/ou pesquisa nacionais e estrangeiras, de comprovada produção científica. Após as devidas correções e possíveis sugestões, o artigo será aceito ou rejeitado pelo Conselho Editorial.

8. Os artigos deverão ser submetidos pela internet, acessando o **Portal ACTA**, no endereço <http://www.uem.br/acta>.

9. O conflito de interesses pode ser de natureza pessoal, comercial, política, acadêmica ou financeira. Conflitos de interesses podem ocorrer quando autores, revisores ou editores possuem interesses que podem influenciar na elaboração ou avaliação de manuscritos. Ao submeter o manuscrito, os autores são responsáveis por reconhecer e revelar conflitos financeiros ou de outra natureza que possam ter influenciado o trabalho. Os autores devem identificar no manuscrito todo o apoio financeiro obtido para a execução do trabalho e outras conexões pessoais referentes à realização do mesmo. O revisor deve informar aos editores quaisquer conflitos de interesse que poderiam influenciar sobre a análise do manuscrito, e deve declarar-se não qualificado para revisá-lo.

10. A revisão de português (Resumo) e a revisão de língua estrangeira serão de responsabilidade e custeados pelos autores dos artigos já aceitos para publicação, mediante comprovação emitida pelos revisores credenciados.

**Português:**

Maria Dolores Machado

[madoma47@gmail.com](mailto:madoma47@gmail.com)

**Inglês:**

Erica M. Takahashi de Alencar

[erica.tradutora@gmail.com](mailto:erica.tradutora@gmail.com)

Maíra rombaldi Alves

[ma.rombaldi@gmail.com](mailto:ma.rombaldi@gmail.com)

Lilian Karina Fernandes

[karinabelinelli@gmail.com](mailto:karinabelinelli@gmail.com)

ou

[American Journal Experts](#)

[Editage](#)

[Elsevier](#)

<http://www.proof-reading-service.com>

<http://www.academic-editing-services.com/>

<http://www.publicase.com.br/formulario.asp>

11. Os autores devem enviar um texto, em arquivo suplementar, contendo entre 150 e 200 palavras, endereçado ao Editor (não será publicado), informando sobre a **originalidade e a relevância** do seu trabalho.



**12. Declaração de Importância:** Os autores devem, obrigatoriamente, enviar uma breve declaração (Declaração de Importância) sobre o significado de sua pesquisa. Ela deverá ser escrita para um público em nível de graduação e limitada a 120 palavras. Será revisada pelos pares, junto com o artigo e será incluída na apresentação inicial. A Declaração de Importância terá que abordar os seguintes aspectos: a novidade e o significado do trabalho em relação à literatura existente; o impacto científico e o interesse para os leitores.

**13.** Estão listadas abaixo a formatação e outras convenções que deverão ser seguidas:

**a)** No processo de submissão, deverão ser inseridos os nomes completos dos autores (no máximo seis), número identificador (ID) do ORCID, seus endereços institucionais e o *e-mail* do autor indicado para correspondência.

**b)** Os artigos deverão ser subdivididos com os seguintes subtítulos: Resumo, Palavras-chave, *Abstract*, *Keywords*, Introdução, Material e métodos, Resultados e discussão, Conclusão, Agradecimentos (opcional) e Referências. Esses itens deverão ser em caixa alta e em negrito e não deverão ser numerados.

**c)** O título, com no máximo vinte palavras, em português e inglês, deverá ser preciso. Também deverá ser fornecido um título resumido com, no máximo, seis palavras, que não estejam citadas no título.

**d)** O resumo, não excedendo 200 palavras, deverá conter informações sucintas sobre o objetivo da pesquisa, os materiais e métodos empregados, os resultados e a conclusão. Até seis palavras-chave que não estejam citadas no título deverão ser acrescentadas ao final tanto do resumo como do *abstract*.

**e)** Os artigos não deverão exceder 15 páginas digitadas, incluindo figuras, tabelas e referências. Deverão ser escritos em espaço 1,5 linhas e ter suas páginas e linhas numeradas. O trabalho deverá ser editado no *Word*, ou compatível, utilizando *Times New Roman* fonte 12.

**f)** O trabalho deverá ser formatado em A4 e as margens inferior, superior, direita e esquerda deverão ser de 2,5 cm.

**g)** O arquivo contendo o trabalho que deverá ser anexado (transferido), durante a submissão, não poderá ultrapassar o tamanho de 2 MB, nem poderá conter qualquer tipo de identificação de autoria, inclusive na opção propriedades do *Word*.

**h)** Tabelas, figuras e gráficos deverão ser inseridos no texto, logo depois de citados. As Figuras e as Tabelas deverão ter preferencialmente 7,65 cm de largura e não deverão ultrapassar 16 cm.

**i)** As figuras digitalizadas deverão ter 300 dpi de resolução e preferencialmente gravadas no formato jpg ou png. Ilustrações em cores serão aceitas para publicação.

- j)** Deverá ser adotado o Sistema Internacional (SI) de medidas.
- k)** As equações deverão ser editadas utilizando o *Equation Built do Word*.
- l)** As variáveis deverão ser identificadas após a equação.
- m)** Artigos de revisão poderão ser publicados mediante convite do Conselho Editorial ou Editor-Chefe da Eduem.
- n)** A revista aceita um índice máximo de 5% de autocitações e, ainda, recomenda que oitenta por cento (80%) das referências bibliográficas sejam de artigos listados na base *ISI Web of Knowledge*, *Scopus* ou *SciELO* com menos de 10 anos. Recomenda-se dar preferência às citações de artigos internacionais. Não serão aceitas nas referências citações de monografias, dissertações e teses, anais, resumos, resumos expandidos, jornais, magazines, boletins técnicos e documentos eletrônicos.
- o)** As citações deverão seguir os exemplos abaixo, que se baseiam na norma da *American Psychological Association* (APA). **Para citação no texto, usar o sobrenome e ano:** Kubarik (1997) ou (Kubarik, 1997); **para dois autores:** Abimorad e Carneiro (2004) ou (Abimorad & Carneiro, 2004); **para três a cinco autores**(1.<sup>a</sup> citação): Mendoza, Valous, Allen, Kenny, Ward, e Sun (2009) ou (Mendoza, Valous, Allen, Kenny, Ward, & Sun, 2009) e, nas citações subsequentes, Mendoza et al. (2009) ou (Mendoza et al., 2009); **para seis ou mais autores,** citar apenas o primeiro seguido de et al.: Pedrosa et al. (2012) ou (Pedrosa et al., 2012).

## MODELOS DE REFERÊNCIAS

Deverão ser organizadas em ordem alfabética, alinhamento justificado, conforme os exemplos seguintes, que se baseiam na norma da *American Psychological Association* (APA). Os títulos dos periódicos deverão ser completos e não abreviados, sem o local de publicação. As referências deverão conter o DOI.

## ARTIGOS

### Um autor

Stech, M. R. (2017). Processed soybean in diets for pacu (*Piaractus mesopotamicus*). *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 37(1), 1-8. doi:10.4025/actascianimsci.v39i1.24296

**Dois a sete autores** (devem-se indicar todos os autores separados por vírgula, exceto o último que deve ser separado por vírgula seguido de &)

Abimorad, E. G., & Carneiro, D. J. (2004). Métodos de coleta de fezes e determinação dos coeficientes de digestibilidade da fração protéica e da energia de alimentos para o pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887). *Revista Brasileira de Zootecnia*, 33(5), 1101-1109. DOI: <https://doi.org/10.1590/s1516-35982004000500001>

Farias, M. S., Prado, I. N., Valero, M. V., Zawadzki, F., Silva, R. R., Eiras, C. E., & Lima, B. S. (2012). Níveis de glicerina para novilhas suplementadas em pastagens: desempenho, ingestão, eficiência alimentar e digestibilidade. *Semina: Ciências Agrárias*, 33(3), 1177-1188. DOI: 10.5433/1679-0359.2012v33n3p1177

**Oito ou mais autores** (devem-se indicar os seis primeiros, inserir reticências e acrescentar o último autor)

Silva, C. E. K., Menezes, L. F. G., Ziech, M. F., Kuss, F., Ronsani, R., Biesek, R. R., ... Lisbinski, E. (2012). Sobressemeadura de cultivares de aveia em pastagem de estrela africana manejada com diferentes resíduos de forragem. *Semina: Ciências Agrárias*, 33(6), 2441-2450. DOI: 10.5433/1679-0359.2012v33n6p2441

## LIVROS

Hui, Y. H., Nip, W. K., Rogers, R. W., & Young, O. A. (2001). *Meat science and applications*. Boca Raton, FL: CRC Press.

Kevan, P. G., & Imperatriz-Fonseca, V. L. (2006). *Pollinating bees: the conservation link Between agriculture and nature* (2nd ed.). Brasília, DF: Secretariat for Biodiversity and Forests.

Souza, J. P., & Pereira, L. B. (2007). Fatores influenciadores na competitividade da cadeia de carne bovina no Estado do Paraná. In I. N. Prado, & J. P. Souza (Orgs.), *Cadeias produtivas: estudos sobre competitividade e coordenação* (p. 53-79). Maringá, PR: Eduem.

**Prazo médio** entre submissão e publicação dos artigos publicados em 2016: 6 meses.

## Condições para submissão

Como parte do processo de submissão, os autores são obrigados a verificar a conformidade da submissão em relação a todos os itens listados a seguir. As submissões que não estiverem de acordo com as normas serão devolvidas aos autores.

1. A contribuição é original e inédita e não está sendo avaliada por outra revista.
2. Os arquivos para submissão estão em formato Microsoft Word, Open Office ou RTF (desde que não ultrapasse 2MB).
3. Todos os endereços de páginas da Internet, incluídas no texto (Ex: <http://www.eduem.uem.br>) estão ativos e prontos para clicar.
4. O texto está em empaço 1,5; usa uma fonte de 12-pontos Times New Roman; emprega itálico ao invés de sublinhar (exceto em endereços URL); com figuras e tabelas inseridas no texto, e não em seu final. No máximo 15 páginas.

5. O texto segue os padrões de estilo e requisitos bibliográficos em [Diretrizes para Autores](#), na seção Sobre a Revista.
6. A identificação de autoria deste trabalho foi removida do arquivo e da opção propriedades do Word, garantindo desta forma o critério de sigilo da revista, caso submetido para avaliação por pares (ex.: artigos), conforme instruções disponíveis em [Assegurando a Avaliação por Pares Cega](#).
7. O artigo submetido poderá ser em português ou inglês. Se aceito para publicação será obrigatória a tradução para o inglês

Declaração de Direito Autoral

### **DECLARAÇÃO DE ORIGINALIDADE E DIREITOS AUTORAIS**

Declaro que o presente artigo é original, não tendo sido submetido à publicação em qualquer outro periódico nacional ou internacional, quer seja em parte ou em sua totalidade.

Os direitos autorais pertencem exclusivamente aos autores. Os direitos de licenciamento utilizados pelo periódico é a licença Creative Commons Attribution 3.0 (CC BY 3.0): são permitidos o compartilhamento (cópia e distribuição do material em qualquer meio ou formato) e adaptação (*remix*, transformação e criação de material a partir do conteúdo assim licenciado para quaisquer fins, inclusive comerciais).

Recomenda-se a leitura [desse link](#) para maiores informações sobre o tema: fornecimento de créditos e referências de forma correta, entre outros detalhes cruciais para uso adequado do material licenciado.

Política de Privacidade

Os nomes e endereços informados nesta revista serão usados exclusivamente para os serviços prestados por esta publicação, não sendo disponibilizados para outras finalidades ou à terceiros.

ISSN 1806-2636 (impresso) e ISSN 1807-8672 (on-line) e-mail: [actaanim@uem.br](mailto:actaanim@uem.br)

## **ANEXO C – NORMAS PARA SUBMISSÃO PARA O PERIÓDICO SEMINA. CIÊNCIAS AGRÁRIAS.**

Diretrizes do autor

Diretrizes para autores

### **AUTORES DE ATENÇÃO:**

**RECOMENDAMOS QUE OS AUTORES CONSULTAREM IMEDIATAMENTE AS DIRETRIZES, UMA VEZ QUE OS TRABALHOS QUE NÃO SÃO PREPARADOS RIGOROSAMENTE, DE ACORDO COM AS NORMAS, NÃO SERÃO ACEITES.**

**Após 19/02/2015, a taxa de submissão de novos artigos será de R \$ 100,00** . Se o artigo for rejeitado, esta taxa não será devolvida.

Artigos submetidos após **19/02/2015** que forem aceitos e aprovados para publicação estarão sujeitos a uma Taxa de Publicação, ajustada de acordo com o número de páginas no manuscrito.

Até 10 páginas: **R \$ 300,00**

De 11 a 15 páginas: **R \$ 400,00**

De 16 a 20 páginas: **R \$ 500,00**

De 21 a 25 páginas: **R \$ 600,00**

Se o **artigo for aceito para publicação**, o valor de **R \$ 100,00** pago pela taxa de submissão **não será deduzido da taxa de publicação**.

O **comprovante de depósito** deve ser digitalizado e anexado como um arquivo suplementar no sistema eletrônico.

O depósito deverá ser feito em nome do Instituto de Tecnologia e Desenvolvimento Econômico e Social (ITEDES), CNPJ: 00.413.717 / 0001-65, em uma das três contas bancárias abaixo:

#### **Banco do Brasil (001)**

Ramo: 1212-2

Conta corrente: 43509-0 - Brasil

#### **Caixa Econômica Federal (104)**

Ramo: 3076

Conta corrente: 0033-4

Transação: 003 - Brasil

#### **Itaú (341)**

Ramo: 3893

Conta corrente: 29567-9 - Brasil

**Padrões editoriais para publicação em *Semina: Ciências Agrárias*, Universidade Estadual de Londrina (UEL)**

Os artigos podem ser submetidos em português ou inglês, mas só serão publicados em inglês. Os artigos submetidos em português, se aceitos para publicação, terão que ser traduzidos para o inglês.

Artigos enviados à revista até 31 de março de 2014 e aqueles que ainda estão sendo processados podem ser publicados em português; no entanto, a prioridade para publicação será dada aos artigos traduzidos para o inglês.

Todos os artigos, depois de aceitos para publicação, devem ser acompanhados de um certificado de prova de tradução ou correção (como arquivo suplementar) de um dos seguintes serviços de tradução:

[American Journal Experts](#)

[Edição](#)

[Elsevier](#)

<http://www.proof-reading-service.com>

<http://www.academic-editing-services.com/>

<http://www.publicase.com.br/formulario.asp>

<http://www.stta.com.br/>

O autor principal deve anexar o **documento que fornece evidências** dessa tradução ou correção no sistema eletrônico na página de envio em "**Documentos**" **. Sup** .

**COMENTÁRIOS:**

1) Os manuscritos originais submetidos à revisão são inicialmente avaliados pelo Comitê Editorial da *Semina: Ciências Agrárias*. Nesta avaliação, serão avaliados os requisitos de qualidade para publicação com a revista, como o escopo do artigo, adequação aos padrões da revista, qualidade da redação e fundamentação teórica. Além disso, também é considerada atualização da revisão da literatura, consistência e precisão da metodologia, contribuição dos resultados, discussão dos dados observados no estudo, descrição da tabela e figura e originalidade e consistência das conclusões.

Se o número de manuscritos submetidos exceder a capacidade de avaliação e publicação da *Semina: Ciências Agrárias* , será feita uma comparação entre as submissões, e as obras consideradas de maior potencial de contribuição ao conhecimento científico serão direcionadas a assessores ad hoc. Os manuscritos não aprovados por esses critérios são arquivados, enquanto os manuscritos restantes são submetidos à avaliação de pelo menos dois

consultores científicos especialistas na área de assunto do manuscrito, sem identificar os autores. A taxa de submissão não será devolvida aos autores que tiverem seus manuscritos arquivados.

2) Quando apropriado, se o projeto de pesquisa que originou o artigo foi realizado de acordo com os padrões técnicos de biossegurança e ética sob aprovação de um comitê de ética envolvendo seres humanos e / ou comitê de ética envolvendo animais, o nome da comissão, instituição e número do processo deve ser afirmado.

#### **MANUSCRITOS NÃO SERÃO ACEITOS QUANDO:**

- a) O arquivo do artigo principal em anexo tem os nomes dos autores e suas respectivas afiliações.
- b) O **registro completo** de todos os autores foi adicionado aos metadados durante o envio; **Exemplo:** nome completo; Instituição / Afiliação; País; Resumo da Biografia / Título / Função.
- c) O texto que explica a relevância do trabalho (importância e distinção de trabalhos publicados anteriormente), com um comprimento máximo de 10 linhas, está incluído no campo COMENTÁRIOS AO EDITOR.
- d) A submissão é acompanhada por um documento comprovando o pagamento da taxa de submissão como um arquivo suplementar no “ **Docs. Sup** .”Seção.
- e) O artigo principal é acompanhado por arquivos suplementares, incluindo gráficos, figuras, fotos e outros documentos, EM SUA VERSÃO ORIGINAL (formatos JPEG, TIFF ou EXCEL).
- f) As seguintes informações estão incluídas no manuscrito original: título, resumo, palavras-chave em português e inglês, tabelas e figuras.

#### **RESTRICÇÕES POR ÁREA DE ASSUNTO:**

#### **PARA O CAMPO DE AGRONOMIA, OS MANUSCRITOS NÃO SERÃO ACEITOS EM CASO DE SEGUIMENTO:**

- a) Os experimentos conduzidos com cultura *in vitro* estão limitados ao aprimoramento de protocolos já padronizados ou não fornecem novas informações sobre a área temática;
- b) Os experimentos de campo não incluem dados correspondentes a pelo menos dois anos ou a diversos locais dentro do mesmo ano;
- c) Os experimentos referem-se apenas a testes sobre a eficiência de produtos comerciais contra agentes bióticos e abióticos ou estresse fisiológico;

d) Os experimentos envolvem apenas bioensaios (triagem) sobre a eficácia dos métodos de controle de insetos, ácaros ou doenças em plantas, a menos que contenham uma contribuição importante sobre os mecanismos de ação sob a perspectiva de uma fronteira de conhecimento; ou

e) O objetivo limita-se a registrar a ocorrência de uma espécie de peste ou patógeno ou associações com hospedeiros em novos locais dentro de regiões geográficas onde a espécie já é conhecida. A documentação de espécies ou associações já conhecidas só será considerada se forem descritas em novas áreas ecológicas. Os registros de distribuição devem basear-se em ecossistemas e não em limites políticos.

**PARA O CAMPO VETERINÁRIO , OS MANUSCRITOS NÃO SERÃO ACEITES NO CASO DO SEGUINTE:**

a) A publicação de relatos de casos é restrita; apenas artigos com grande relevância e originalidade que contribuam efetivamente para o avanço do conhecimento no campo serão selecionados para processamento.

**Categorias de trabalho**

a) Artigos científicos: no máximo 20 páginas, incluindo figuras, tabelas e referências bibliográficas

b) Comunicações científicas: no máximo 12 páginas, com referências bibliográficas limitadas a 16 citações e no máximo duas tabelas, duas figuras ou uma combinação de uma tabela e uma figura

c) Relatos de casos: máximo de 10 páginas, com referências bibliográficas limitadas a 12 citações e no máximo duas tabelas, duas figuras ou uma tabela e uma figura

d) Artigos de revisão: no máximo 25 páginas, incluindo figuras, tabelas e referências bibliográficas

**Apresentação do trabalho**

Artigos originais completos, comunicações, relatórios de casos e resenhas devem ser escritos em português ou inglês usando o Microsoft Word para Windows, em papel tamanho A4, com linhas numeradas por página, espaçamento 1,5 entre linhas, fonte Times New Roman, tamanho 11 normal, Margens de 2 cm em todos os lados, com as páginas numeradas no canto superior direito e seguindo as orientações para o número máximo de páginas de acordo com a categoria do trabalho.

*Figuras (desenhos, gráficos e fotografias) e tabelas* devem ser numeradas com algarismos arábicos, devem ser incluídas no final do trabalho imediatamente após as referências bibliográficas, e devem ser citadas no texto. Além disso, os números devem ser de boa



qualidade e devem ser anexados ao formato original (JPEG, TIFF, etc.) em Documentos Suplementados na página de envio. Figuras e tabelas não serão aceitas se não cumprirem as seguintes especificações: largura de 8 cm ou 16 cm com altura máxima de 22 cm. Se a figura tiver dimensões maiores, será reduzida durante o processo editorial para as dimensões acima mencionadas.

**Nota** : Figuras (Ex. **Figura 1. Título**) e tabelas ( **Tabela 1. Título**) devem ter uma largura de 8 cm ou 16 cm com altura máxima de 22 cm. Aqueles com maiores dimensões serão reduzidos durante o processo editorial para as dimensões acima mencionadas. Para quaisquer tabelas e figuras que não sejam o trabalho original do autor, uma citação à fonte consultada é obrigatória. Coloque esta citação abaixo da tabela ou figura e indique usando uma fonte menor (Times New Roman 10).

Ex: “ **Fonte**”: IBGE (2017), ou **Fonte** : IBGE (2017).

### **Preparação de manuscritos**

#### **Artigo científico:**

Os artigos científicos devem relatar resultados de pesquisa original sobre as áreas relacionadas, com as seções organizadas da seguinte maneira: Título em inglês; Título em Português; Resumo em inglês com palavras-chave (máximo de seis palavras, em ordem alfabética); Resumo em português com palavras-chave (máximo de seis palavras, em ordem alfabética); Introdução; Materiais e métodos; Resultados e Discussão, com Conclusões no final da Discussão ou Resultados (Discussão e Conclusões devem ser escritos separadamente); Agradecimentos; Fornecedores, se aplicável; Referências Bibliográficas. Os títulos devem estar em negrito sem numeração. Se houver necessidade de incluir um subtítulo em uma seção, ele deverá ser colocado em itálico e, se houver mais sub-tópicos para incluir em um subtítulo, eles deverão ser numerados com algarismos arábicos. (Exemplo:**Materiais e Métodos** , *Áreas de estudo* , 1. *Área rural* , 2. *Urban a rea* . )

O trabalho submetido não pode ter sido publicado em outro lugar com o mesmo conteúdo, exceto na forma de um Resumo em Eventos Científicos, Notas Introdutórias ou Formato Reduzido.

#### **O trabalho deve ser apresentado na seguinte ordem:**

1. **Título do trabalho** , acompanhado de sua tradução em português, se for o caso.
2. **Resumo e Palavras-chave**: Deve ser incluído um resumo informativo com um mínimo de 200 palavras e um máximo de 400 palavras, na mesma língua usada no texto do artigo, acompanhado de uma tradução em inglês ( *Resumo e Palavras-chave* ) se o texto não foi escrito em inglês.

**3. Introdução:** A introdução deve ser concisa e conter apenas a revisão estritamente necessária para introduzir o tópico e apoiar a metodologia e a discussão.

**4. Materiais e Métodos:** Esta seção pode ser apresentada de forma contínua, descritiva ou com sub-rubricas para permitir ao leitor compreender e ser capaz de repetir a metodologia citada com ou sem o apoio de citações bibliográficas.

**5. Resultados e Discussão :** *Esta seção* deve ser apresentada de forma clara, com o auxílio de tabelas, gráficos e figuras, para que não suscite dúvidas para o leitor quanto à autenticidade dos resultados e pontos de vista. discutido.

**6. Conclusões:** *Estes* devem ser claras e apresentadas de acordo com os objetivos propostos no trabalho.

**7. Agradecimentos:** Pessoas, instituições e empresas que contribuíram para o trabalho devem ser mencionadas no final do texto, antes da seção Referências Bibliográficas.

**Nota:**

**Notas:** Cada nota referente ao corpo do texto deve ser indicada com um símbolo sobrescrito imediatamente após a frase e deve ser incluída como uma nota de rodapé no final da página.

**Figuras:** As figuras consideradas essenciais serão aceitas e deverão ser citadas no texto por ordem numérica, em algarismos arábicos. Se alguma das ilustrações enviadas já tiver sido publicada, a fonte e a permissão para publicação devem ser declaradas.

**Tabelas:** As tabelas devem ser acompanhadas por um cabeçalho que permita a compreensão dos dados coletados sem a necessidade de usar o corpo do texto como referência.

**Quantidades, unidades e símbolos:**

a) Os manuscritos devem estar de acordo com os critérios estabelecidos nos Códigos Internacionais para cada área temática.

b) Use o Sistema Internacional de Unidades em todo o texto.

c) Use o formato de potência negativa para anotar e apresentar unidades relacionadas: por exemplo, kg ha<sup>-1</sup>. Não use o símbolo de barra para relacionar unidades: por exemplo, kg / ha.

d) Use um espaço simples entre as unidades: g L<sup>-1</sup>, não gL<sup>-1</sup> ou gL<sup>-1</sup>.

e) Use a representação de 24 horas com quatro dígitos para as horas e minutos: 09h00, 18h30.

**8. citações do autor no texto**

As citações devem ser seguidas pelo ano de publicação, e as citações múltiplas devem seguir o sistema de ordem alfabética, de acordo com os seguintes exemplos:

a) Os resultados de Dubey (2017) confirmaram que .....

b) Segundo Santos et al. (2017), o efeito do nitrogênio .....

c) Beloti et al. (2017b) avaliou a qualidade microbiológica .....

d) [...] e inibir o teste de formação de sincício (BRUCK et al., 2017).

e) comprometer a qualidade de seus derivados (AFONSO; VIANNI, 2017).

### **Citações com dois autores**

Em citações de fontes que têm dois autores, os nomes dos autores são separados por um ponto-e-vírgula quando citados entre parênteses.

Ex: (PINHEIRO; CAVALCANTI, 2017).

Use *e* quando os autores são incluídos na sentença, em vez de citados entre parênteses.

Ex : Pinheiro e Cavalcanti (2017).

### **Citando mais de dois autores**

Indique o primeiro autor seguido da expressão et al.

Entre parênteses, separe as referências com um ponto e vírgula quando mais de uma referência é citada.

Ex: (RUSSO et al., 2017) ou Russo et al. (2017); (RUSSO et al., 2017; FELIX et al., 2017).

### **Citando vários documentos do mesmo autor , publicados no mesmo ano**

Adicione letras minúsculas, em ordem alfabética, após a data e sem espaço.

Ex : (SILVA, 2017a, 2017b).

### **Citando vários documentos do mesmo autor, publicados em anos diferentes**

Separe as datas com uma vírgula.

E x : (ANDRADE, 2015, 2016, 2017).

### **Citando vários documentos de vários autores , mencionados simultaneamente**

Coloque as citações em ordem alfabética, separadas por um ponto e vírgula.

Ex : (BACARAT, 2017; RODRIGUES, 2017).

**9. Referências:** As referências, segundo a norma NBR 6023, de agosto de 2000, e a reformulação número 14.724 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), de 2011, devem ser listadas em ordem alfabética no final do artigo. **Todos os autores participantes de um estudo referenciado devem ser mencionados, independentemente do número de participantes** . A exatidão e adequação de referências para trabalhos que foram consultados e mencionados no texto do artigo, bem como opiniões, conceitos e declarações, são de total responsabilidade dos autores.

**Nota :** Consulte edições recentemente publicadas de *Semina: Ciências Agrárias* para mais detalhes sobre como formatar referências no artigo.

As demais categorias de trabalhos (Comunicação Científica, Relato de Caso e Revisão) devem seguir os padrões acima mencionados, mas com as seguintes instruções adicionais para cada categoria:

### **Comunicação científica**

As comunicações científicas devem ser apresentadas de maneira concisa, mas com uma descrição completa do termo pesquisa ou pesquisa em andamento (nota introdutória), com documentação e metodologias bibliográficas completas, semelhante a um artigo científico regular. As comunicações científicas devem conter as seguintes seções: Título (em português e inglês); Resumo com palavras-chave em português; Resumo com palavras-chave em inglês; e Corpo do texto. O corpo do texto não deve ser dividido em seções, mas deve seguir esta seqüência: introdução, metodologia, resultados e discussão (tabelas e figuras podem ser incluídas), conclusão e referências bibliográficas.

### **Relato de caso**

Um relato de caso deve ser uma breve descrição de casos clínicos e patológicos, resultados sem precedentes, relato de novas espécies ou estudos sobre a ocorrência ou incidência de pragas, microrganismos ou parasitas de interesse agrônômico, zootécnico ou veterinário. O relato de caso deve conter as seguintes seções: Título (Português e Inglês); Resumo com palavras-chave em português; Resumo com palavras-chave em inglês; Introdução com revisão de literatura; relato (s) de caso, incluindo resultados, discussão e conclusão; e referências bibliográficas.

### **Artigos de revisão bibliográfica**

Artigos de revisão devem envolver tópicos relevantes dentro do escopo da revista. O número de artigos de revisão por edição é limitado, e os autores só podem escrever artigos de revisão de interesse para a revista, após um convite dos membros do conselho editorial da revista. Se um artigo de revisão for submetido por um autor, é necessária a inclusão de resultados relevantes do autor ou do grupo envolvido no estudo, juntamente com referências bibliográficas demonstrando experiência e conhecimento sobre o tema.

Um artigo de revisão deve conter as seguintes seções: Título (Português e Inglês); Resumo com palavras-chave em português; Resumo com palavras-chave em inglês; Desenvolvimento do tema proposto (o texto pode ser dividido em seções, mas isso não é obrigatório); Conclusões ou Considerações Finais; Agradecimentos (se aplicável); Referências Bibliográficas.

### **Outras informações importantes**

1. A publicação de artigos depende da opinião favorável de assessores ad hoc e da aprovação do Conselho Editorial da *Semina: Ciências Agrárias* UEL.
2. Reimpressões não serão dadas aos autores, pois as edições estarão disponíveis on-line no site da revista ( <http://www.uel.br/revistas/uel> ).

3. Transferência de direitos autorais: os autores concordam com a transferência dos direitos de publicação do manuscrito para o periódico. A reprodução dos artigos só é permitida quando a fonte é citada. O uso comercial da informação é proibido.

4. Perguntas imprevistas ou problemas nas presentes normas serão tratados pelo Conselho Editorial da área de assunto em que o artigo foi submetido para publicação.

5. *Número de autores*: Não há limite para o número de autores, mas as pessoas incluídas como co-autoras devem ter participado efetivamente do estudo. Pessoas com participação limitada no estudo ou na preparação do artigo devem ser citadas na seção Agradecimentos, assim como as instituições que concederam bolsas de estudos e outros recursos financeiros.

### **Condições de submissão**

Como parte do nosso processo de submissão, os autores devem verificar se o envio está de acordo com todos os itens listados abaixo. Submissões que não estiverem em conformidade com os padrões serão rejeitadas e os autores informados sobre a decisão.

1. Os autores devem declarar que a contribuição é original e nova e que não está sendo avaliada para publicação em outro lugar; qualquer exceção deve ser justificada nos “Comentários ao Editor”.
2. Os autores também devem declarar que o material está formatado corretamente e que os Documentos Suplementares estão anexados, **TENDO EM CONTA** que o **formato incorreto resultará na SUSPENSÃO do processo de avaliação SEM AVALIAÇÃO DO MÉRITO** .
3. **Os dados de autoria de todos os autores devem ser inseridos no campo Metadados durante o processo de envio** .

Use o botão " **incluir autor** ".

1. **Na etapa seguinte, preencha os metadados em inglês.**

Para incluir os dados, depois de salvar os dados de submissão em português, clique em “ **editar metadados** ” no topo da página. Altere o idioma para inglês e insira o título em inglês, resumo e palavras-chave. Salve e continue na próxima etapa.

1. A **identificação da autoria** do trabalho deve ser removida do arquivo e do Word usando a opção "Propriedades" para garantir os critérios de anonimato do periódico, caso o artigo seja submetido a revisão por pares, de acordo com as instruções disponíveis em [Garantia de revisão cega de pares](#) .
2. Os arquivos para envio devem estar no formato Word, OpenOffice ou RTF (desde que não excedam 2 MB).

O texto deve ser digitado em papel A4, com linhas numeradas, espaçamento de 1,5 linhas e fonte Times New Roman tamanho 11.

1. Confirme se todos os padrões éticos foram seguidos se a pesquisa foi realizada com seres vivos. Incluir documentos de prova de aprovação por um comitê de ética institucional envolvendo seres humanos e / ou um comitê de ética envolvendo animais, se esses documentos forem solicitados.
2. **Inclua o pagamento da [taxa de envio](#) e anexe o comprovante de pagamento como um documento complementar em " Documentos " . Sup .**

### **Declaração de direitos autorais**

A **Declaração de Direitos Autorais** para artigos publicados nesta revista é o direito do autor. Como os artigos publicados nesta revista são de acesso aberto, os artigos podem ser utilizados livremente, com atribuições próprias, para fins educacionais e não comerciais.

A revista tem o direito de fazer alterações em nível normativo, ortográfico e gramatical nos artigos originais, com o objetivo de manter o uso padrão adequado do idioma e a credibilidade do periódico. No entanto, o estilo de escrita dos autores será respeitado.

Alterações, correções ou sugestões em nível conceitual, quando necessário, serão direcionadas aos autores.

As opiniões expressas pelos autores dos artigos são de sua exclusiva responsabilidade.

### **Política de Privacidade**

Os nomes e afiliações relatados nesta revista são utilizados exclusivamente para os serviços prestados e não são disponibilizados para qualquer outra finalidade ou para terceiros.

**Semina: Ciências Agrárias**- Londrina - PR ISSN 1676-546X

E-ISSN 1679-0359 [semina.agrarias@uel.br](mailto:semina.agrarias@uel.br)