

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

Paulo Roberto Salvador

**ADUBAÇÃO NITROGENADA EM PASTAGEM DE PAPUÃ (*Urochloa
plantaginea* (Link) Hitch)**

Santa Maria, RS
2018

Paulo Roberto Salvador

**ADUBAÇÃO NITROGENADA EM PASTAGEM DE PAPUÃ (*Urochloa plantaginea*)
(Link) Hitch)**

Tese apresentada ao Curso de Pós-graduação Profissional em Zootecnia, área de concentração em produção animal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Doutor em Zootecnia**.

Orientadora: Prof^a Dr^a. Luciana Pötter

Santa Maria, RS, Brasil
2018

Salvador, Paulo Roberto
ADUBAÇÃO NITROGENADA EM PASTAGEM DE PAPUÃ (Urochloa
plantaginea (Link) Hitch) / Paulo Roberto Salvador.-
2018.
75 p.; 30 cm

Orientadora: Luciana Pötter
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós
Graduação em Zootecnia, RS, 2018

1. Aparecimento Foliar 2. Fluxo de Crescimento Foliar
3. Pastejo Rotacionado 4. Filocrono I. Pötter, Luciana
II. Título.

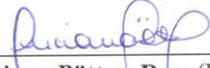
sistema de geração automática de ficha catalográfica da unsm. dados fornecidos pelo autor(a). sob supervisão da direção da divisão de processos técnicos da biblioteca central. bibliotecária responsável paula schoenfeldt watta cma 10/1726.

Paulo Roberto Salvador

**ADUBAÇÃO NITROGENADA EM PASTAGEM DE PAPUÁ (*Urochloa
plantaginea* (Link) Hitch)**

Tese apresentada ao Curso de Pós-graduação Profissional em Zootecnia, área de concentração em produção animal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Doutor em Zootecnia**.

Aprovado em 27 de agosto de 2018:



Luciana Pötter, Dra. (UFSM)
(Presidente/Orientadora)



Marta Gomes da Rocha, Dra. (UFSM)



Fernando Luiz Ferreira de Quadros, Dr. (UFSM)



Denise Baptaglia Montagner, Dra. (EMBRAPA) - Videoconferência



Márcia Cristina Teixeira da Silveira, Dra. (EMBRAPA)

Santa Maria, RS
2018

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida.

A Universidade Federal de Santa Maria, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia e ao Laboratório Pastos & Suplementos que, por meio dos professores, funcionários e colaboradores proporcionam formação profissional de qualidade. As professoras Luciana Pötter e Marta Gomes da Rocha pela orientação, ensinamentos e acima de tudo, pelo exemplo e dedicação para com os alunos. Muito obrigado!!!.

Aos colegas do Laboratório Pastos & Suplementos pela amizade e vivência. Se não fosse por vocês este trabalho não teria sido realizado.

Ao professor Fernando Quadros pelos ensinamentos.

Ao Marcos, pela ajuda na secretaria da Pós.

A CAPES, pela concessão da bolsa de Doutorado.

A todos os alunos do PPGZ que estiveram na UFSM nesse período.

Aos meus pais Celso e Inez pela educação e incondicional apoio.

A minha irmã Joviane e ao Elizeu pelo apoio que deram.

A Dina, minha esposa, pelo amor, carinho e dedicação.

A todos que de alguma forma colaboraram para que esta etapa de minha vida fosse alcançada.

A todos meu Muito Obrigado!!!

RESUMO

ADUBAÇÃO NITROGENADA EM PASTAGEM DE PAPUÃ (*Urochloa plantaginea* (Link) Hitch)

AUTOR: Paulo Roberto Salvador

ORIENTADORA: Luciana Pötter

O conhecimento do potencial produtivo das espécies forrageiras, em resposta à adubação com nitrogênio (N), pode reduzir o risco de contaminação ambiental, pois, para minimizar as perdas de N, esse nutriente deve ser fornecido em quantidade igual ou menor do que a máxima capacidade de absorção pela planta. Estudos que visam determinar os níveis de N que não excedam a capacidade de resposta da gramínea estão entre os maiores desafios dos sistemas produtivos, que são a redução do impacto ambiental, produção de alimentos de qualidade, redução dos custos de produção bem como o aumento da eficiência de utilização do N. O papuã (*Urochloa plantaginea* (Link) Hitch) tem sido estudado e apresenta características desejáveis como espécie forrageira. Objetivou-se estudar a eficiência de uso do N em papuã por meio de informações sobre características da pastagem, índice de nutrição nitrogenada, morfogênese, fluxos de biomassa, eficiência de utilização e balanço líquido das lâminas foliares. O experimento foi desenvolvido em área do Departamento de Zootecnia da UFSM, com a realização das avaliações de campo no período de janeiro a março de 2014. Os tratamentos foram constituídos de pastagem de papuã, adubado com zero, 150 ou 300 kg de N por hectare (ha). A área experimental (4,8 ha) foi dividida em seis unidades experimentais (piquetes) de 0,8 ha cada, subdivididos em quatro parcelas. Foram utilizadas bezerras da raça Angus, com idade média inicial de 15 meses. O método de pastejo foi o de lotação rotacionada, com número variável de animais para manter a altura do dossel no pós-pastejo em 30 ± 5 cm. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com medidas repetidas no tempo, com três tratamentos e duas repetições de área. O índice de nutrição nitrogenada aumentou de forma linear em função dos níveis de N ($\hat{Y} = 59,8 + 0,1216N$). A taxa de aparecimento foliar ajustou-se ao modelo de regressão linear positivo em função da soma térmica com zero de N ($\hat{Y}_{0N} = 0,0077 + 0,0000087ST$) e 150 kg/ha de N ($\hat{Y}_{150N} = 0,0020 + 0,000021ST$). Com o uso de 300 kg/ha de N a taxa de aparecimento foliar não foi alterada (0,0124 folha/graus-dia). O fluxo de senescência nos perfilhos basais reduziu linearmente em função dos níveis de N ($\hat{Y} = 34,6 - 0,036N$). O fluxo de crescimento de lâminas foliares dos perfilhos axilares, quando aplicado 150 kg/ha de N, ajustou-se ao modelo de regressão linear positivo em função da ST. O uso de até 300 kg/ha de N aumenta o índice de nutrição nitrogenada do papuã. A taxa de aparecimento foliar em papuã é dependente do uso de N, sendo que as demais características morfogênicas e estruturais dos perfilhos não são alteradas. A dinâmica de perfilhamento do papuã é modificada pelo uso de fertilização nitrogenada em níveis superiores a 150 kg/ha. O uso de N, independentemente do nível, aumenta o fluxo de crescimento de colmos e diminui o fluxo de senescência foliar nos perfilhos basais. Nos perfilhos axilares, o N influencia positivamente o fluxo de crescimento e proporciona menor balanço líquido de lâminas foliares. O uso de N em papuã não modifica a eficiência de utilização das lâminas foliares dos perfilhos basais e axilares.

Palavras-chave: Aparecimento Foliar. Filocrono. Fluxo de Crescimento Foliar. Pastejo Rotacionado. Ureia. *Urochloa plantaginea* (LINK) Hitch.

ABSTRACT

NITROGEN FERTILIZATION ON ALEXANDERGRASS PASTURE (*Urochloa plantaginea* (Link) Hitch)

AUTHOR: Paulo Roberto Salvador

ADVISOR: Luciana Pötter

Knowledge of the productive potential of the species, in response to nitrogen (N) fertilization, can reduce the risk of environmental contamination, since to minimize losses of N, this nutrient must be supplied in an amount equal to or less than the maximum capacity of absorption by plants. Studies that aim to determine N levels that do not exceed the grasses' response capacity are among the biggest challenges of production systems, which are to reduce environmental impact, produce quality food, reduce production costs and increase efficiency of N. The Alexandergrass (*Urochloa plantaginea* (Link) Hitch) has been studied and presents desirable characteristics as a forage species. The objective of this study was to study the efficiency of N use in Alexandergrass by means of information on pasture characteristics, nitrogen nutrition index, morphogenesis, biomass flows, utilization efficiency and leaf blades net balance. The experiment was carried out in the area of the Department of Animal Science of the UFSM, with field evaluations from January to March 2014. The treatments were composed of Alexandergrass pasture, fertilized with zero, 150 or 300 kg of N/hectare (ha). The experimental area (4.8 ha) was divided into six experimental units (paddock) of 0.8 ha, subdivided into four plots. Angus heifers were used, with initial mean age of 15 months. The grazing method was a rotational stocking grazing and the animals were managed to keep 30 ± 5 cm in the post grazing sward height. The experimental design was the completely randomized, with measures repeated in the time, with three treatments and two area repetitions. Nitrogen nutrition index increased linearly as a function of N levels ($\hat{Y} = 59.8 + 0.1216N$). The leaf appearance rate was adjusted to the positive linear regression model as a function of the thermal sum with zero of N ($\hat{Y}_{0N} = 0.0077 + 0.0000087ST$) and 150 kg/ha of N ($\hat{Y}_{150N} = 0.0020 + 0.000021ST$). With the use of 300 kg/ha of N the leaf appearance rate was not altered (0.0124 leaf/degree-day). The senescence flow in the basal tiller reduced linearly as a function of N levels ($\hat{Y} = 34.6 - 0.036N$). The leaf blades flow of the axillary tillers, when applied 150 kg/ha of N, was adjusted to the positive linear regression model as a function of ST. The use of up to 300 kg/ha of N increases the nitrogen content of the Alexandergrass. The leaf appearance rate in Alexandergrass is dependent on the use of N, and the other morphogenic and structural characteristics of the tiller are not altered. The tillering dynamics of the Alexandergrass is modified by the use of N fertilization at levels higher than 150 kg/ha. The use of N, regardless of the level, increases the flow of stem growth and decreases the leaf senescence flow in the basal tiller. In axillary tillers, N positively influences the growth flow and provides less liquid balance of leaf blades. The use of N in Alexandergrass does not modify the efficiency of use of the leaf blades of the basal and axillary tiller.

Keywords: Leaf Appearance. Phyllochron. Leaf Growth Flow. Rotational Grazing. Urea. *Urochloa plantaginea* (LINK) Hitch

LISTA DE FIGURAS

ARTIGO 1

Figura 1 – Valores de expansão foliar, comprimento das folhas e índice de nutrição nitrogenada do papuã	33
---	----

ARTIGO 2

Figura 1 – Balanço líquido das lâminas foliares dos perfilhos basais e axilares do papuã em função dos níveis de nitrogênio (N) e da soma térmica.....	56
--	----

LISTA DE TABELAS

ARTIGO 1

- Tabela 1 – Temperatura média, precipitação pluviométrica e insolação durante o período de avaliação e médias históricas, Santa Maria/RS 19
- Tabela 2 – Índice de nutrição nitrogenada, características morfogênicas e estruturais do papuã em função dos níveis de nitrogênio (N) e da soma térmica..... 26

ARTIGO 2

- Tabela 1 – Temperatura média, precipitação pluviométrica e insolação durante o período de avaliação e médias históricas, Santa Maria/RS42
- Tabela 2 – Fluxos de biomassa foliar, eficiência de utilização e balanço líquido das lâminas foliares dos perfilhos basais do papuã em função dos níveis de nitrogênio (N) e da soma térmica.....47
- Tabela 3 – Fluxos de biomassa foliar, eficiência de utilização e balanço líquido das lâminas foliares foliares dos perfilhos axilares do papuã em função dos níveis de nitrogênio (N) e da soma térmica.....50

LISTA DE APÊNDICES

APÊNDICE A – CHAVE PARA IDENTIFICAR AS VARIÁVEIS ESTUDADAS66

APÊNDICE B – CHAVE PARA IDENTIFICAR AS VARIÁVEIS ESTUDADAS67

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A – NORMAS PARA PREPARAÇÃO DE ARTIGOS CIENTÍFICOS SUBMETIDOS A PUBLICAÇÃO NA REVISTA ANAIS DA ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS	72
--	-----------

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 HIPÓTESES.....	14
2 ARTIGO 1 - Índice de nutrição nitrogenada e morfogênese em papuã	15
Introdução.....	17
Material e Métodos.....	18
Resultados	22
Discussão.....	27
Conclusão	34
Referências bibliográficas	34
3 ARTIGO 2 - Fluxos de biomassa e eficiência de utilização de lâminas foliares em papuã adubado com nitrogênio	38
Introdução.....	40
Material e Métodos.....	41
Resultados	46
Discussão.....	50
Conclusão	56
Referências bibliográficas	57
4 DISCUSSÃO	59
5 CONCLUSÃO	63
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64
APÊNDICE A – CHAVE PARA IDENTIFICAR AS VARIÁVEIS ESTUDADAS	66
APÊNDICE B – VALORES DAS VARIÁVEIS ESTUDADAS	67
ANEXO A – NORMAS PARA PREPARAÇÃO DE ARTIGOS CIENTÍFICOS SUBMETIDOS A PUBLICAÇÃO NA REVISTA ANAIS DA ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS	72

1 INTRODUÇÃO

A utilização de níveis inadequados de nitrogênio (N) pode aumentar o risco de contaminação ambiental devido ao aumento das perdas de N quando são utilizados níveis superiores a capacidade de resposta das plantas (SCHOLEFIELD; TITCHEN, 1995). O conhecimento do potencial produtivo das espécies, em resposta à adubação com N, pode reduzir o risco de contaminação ambiental pois, para minimizar as perdas de N, esse nutriente deve ser fornecido em quantidade igual ou menor do que a máxima capacidade de absorção pelas plantas (FARRUGGIA et al., 2004). Essa resposta pode ser mensurada pela quantidade de forragem produzida e pela capacidade do solo em disponibilizar N. Isso determina a quantidade de N a ser utilizada para cada espécie e tipo de solo (LEMAIRE et al., 2008). Estudos que visam determinar os níveis de N que não excedam a capacidade de resposta da gramínea reforçam a preocupação de Boval e Lemaire (2002) de que os maiores desafios dos sistemas produtivos são o de reduzir o impacto ambiental, produzir alimentos de qualidade, reduzir os custos de produção bem como aumentar a eficiência de utilização do N.

Dentre os nutrientes, o nitrogênio (N) é o que mais limita a capacidade produtiva das gramíneas por participar dos processos de crescimento e desenvolvimento dos tecidos da planta. A deficiência de N pode afetar aspectos fisiológicos e morfológicos das gramíneas, como taxa de perfilhamento, desenvolvimento de folhas individuais e a capacidade fotossintética (GONÇALVES; QUADROS, 2003). A utilização do papuã (*Urochloa plantaginea* (Link) Hitch) como forrageira mostrou-se eficiente quanto ao objetivo de permitir o desenvolvimento adequado de bezerras para seu acasalamento aos 15-18 meses de idade (COSTA et al., 2011; SOUZA et al., 2012; OLIVEIRA NETO et al., 2013; ELOY et al., 2014; SALVADOR et al., 2014).

Em papuã, dados referentes à utilização de adubação nitrogenada são escassos (LANÇANOVA et al., 1988; MARTINS et al., 2000; ADAMI et al., 2010; SARTOR et al., 2014, SALVADOR et al., 2016). O N, além de interferir na produção total de forragem, pode incrementar a capacidade de suporte, com aumento da produção animal por área. Quando o papuã é utilizado como base forrageira para recria de fêmeas bovinas, níveis adequados de N podem garantir que mais fêmeas possam ser recriadas na mesma área, interferindo na viabilidade econômica da atividade de recria. Os sistemas de criação de bezerras de corte são caracterizados, geralmente, por sua baixa eficiência produtiva e econômica, resultado da idade elevada das fêmeas no seu primeiro acasalamento. O acasalamento das bezerras em idade mais precoce

possibilita mais rápido retorno do capital investido, maior tempo de vida reprodutiva de cada vaca e menor relação entre o número de fêmeas em recria e em reprodução.

As medidas morfológicas e estruturais do pasto, obtidas por meio da técnica de perfilhos marcados (CARRÈRE et al., 1997) permitem estimar os fluxos de tecidos foliares das gramíneas, tanto em nível de perfilho, quanto em nível de área. A determinação dessas medidas é útil para a compreensão do processo de crescimento das forrageiras, o qual pode ser alterado com a utilização de N, podendo indicar as condições de manejo da pastagem que assegurem a produção animal eficiente e sustentável (SILVA; NASCIMENTO JR., 2007). Os dados referentes aos fluxos de lâminas foliares em forrageiras de ciclo estival são escassos (POMPEU et al., 2009; CUTRIM JUNIOR et al., 2013; LOPES et al., 2013; ELOY et al., 2014; SALVADOR et al., 2014). A importância desses dados reside no fato de que as forrageiras tropicais são predominantes no Brasil e as lâminas foliares constituem o componente do pasto preferencialmente selecionado pelos animais. Assim, essas informações podem contribuir para a compreensão das interações planta-animal em sistemas tropicais de pastejo.

1.1 HIPÓTESES

Foi realizado um experimento em área do Laboratório 'Pastos & Suplementos' da Universidade Federal de Santa Maria, para avaliar o uso de níveis de nitrogênio (N) em pastagem de papuã por meio de medidas em perfilhos individuais, e testar as hipóteses de que:

- O uso ou não de N pode alterar o índice de nutrição nitrogenada, morfogênese e a estrutura dos perfilhos do papuã.

- O uso ou não de N pode modificar os fluxos de biomassa e a eficiência de utilização das lâminas foliares do papuã.

2 ARTIGO 1 - ÍNDICE DE NUTRIÇÃO NITROGENADA E MORFOGÊNESE EM PAPUÃ

Resumo: Objetivou-se avaliar o efeito do nitrogênio (N; zero, 150 ou 300 kg/ha de N) sobre as características morfológicas, estrutura dos perfilhos e índice de nutrição nitrogenada do papuã (*Urochloa plantaginea* (LINK) Hitch). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com medidas repetidas no tempo. Os animais experimentais foram bezerras da raça Angus, com idade e peso iniciais de 15 meses e 276,0±17 kg, respectivamente. O método de pastejo foi o de lotação rotacionada, com número variável de animais para manter a altura pós pastejo de 30±5 cm. O índice de nutrição nitrogenada aumentou de forma linear em função dos níveis de N ($\hat{Y} = 59,8 + 0,1216N$; $P < 0,0001$; $r^2 = 0,53$). A taxa de aparecimento foliar ajustou-se ao modelo de regressão linear positivo em função da soma térmica com zero de N ($\hat{Y}_{0N} = 0,0077 + 0,0000087ST$; $P = 0,0308$; $r^2 = 0,72$) e 150 kg/ha de N ($\hat{Y}_{150N} = 0,0020 + 0,000021ST$; $P = 0,0022$; $r^2 = 0,92$). Com o uso de 300 kg/ha de N a taxa de aparecimento foliar não foi alterada (0,0124 folha/graus-dia). O uso de até 300 kg/ha de N aumenta o índice de nutrição nitrogenada do papuã. A taxa de aparecimento foliar em papuã é dependente do uso de N, sendo que as demais características morfológicas e estruturais dos perfilhos não são alteradas.

Palavras chave: aparecimento foliar, expansão foliar, filocrono, ureia, *Urochloa plantaginea*

Nitrogen nutrition index and morphogenesis in Alexandergrass

Abstract: The objective of this study was to evaluate the effect of nitrogen (N, zero, 150 or 300 kg/ha of N) on the morphogenic characteristics, tiller structure and Alexandergrass (*Urochloa plantaginea* (LINK) Hitch) nitrogen nutrition index. The experimental design was entirely randomized with time-repeated measures. The experimental animals were Angus heifers, with initial age and weight of 15 months and 276.0±17 kg, respectively. The grazing method was the rotational stocking, with variable number of animals to keep 30±5 cm in the post grazing sward height. Nitrogen nutrition index increased linearly due to N levels ($\hat{Y}=59.8+0.1216N$; $P<0.0001$; $r^2=0.53$). The leaf appearance rate adjusted to the positive linear regression model as the thermal sum with zero of N ($\hat{Y}_{0N}=0.0077+0.0000087ST$; $P=0.0308$; $r^2=0.72$) and 150 kg/ha of N ($\hat{Y}_{150N}=0.0020+0.000021^{ST}$; $P=0.0022$; $r^2=0.92$). With the use of 300 kg/ha of N the leaf appearance rate was not altered (0.0124 leaf/degree-day). The use of up to 300 kg/ha of N increases the nitrogen content of the Alexandergrass. The leaf appearance rate in Alexandergrass is dependent on the use of N, and the other tiller morphogenic and structural characteristics are not altered.

Key words: leaf appearance, leaf expansion, phyllochron, urea, *Urochloa plantaginea*

Introdução

A resposta das gramíneas forrageiras a fertilização nitrogenada é difícil de ser predita em função da capacidade do solo em suprir nitrogênio (N) e da demanda variável das plantas por esse nutriente. A maior disponibilidade de N pode aumentar a concentração desse nutriente nos tecidos da planta e modificar sua morfogênese e, por consequência, a estrutura dos perfilhos. Essa modificação estrutural pode resultar em maior quantidade de lâminas foliares no dossel e aumento da taxa fotossintética, além de facilitar o processo de formação do bocado pelo animal. O uso de N em pastagens deve ser acompanhado de práticas que reduzam o impacto ambiental sem prejudicar a qualidade dos alimentos produzidos, além da redução do custo de produção.

O efeito da fertilização nitrogenada sobre as características morfológicas é variável em função da espécie de gramínea. O baixo nível de nutrição nitrogenada das plantas pode reduzir a produção de forragem em decorrência da menor expansão foliar e, conseqüentemente, causar impacto negativo sobre a produtividade animal por área. O aumento na taxa de crescimento das plantas e na taxa de lotação da pastagem resulta em maior eficiência de utilização da forragem produzida devido ao menor intervalo de tempo entre duas desfolhações consecutivas na mesma lâmina foliar (Gastal e Lemaire 2015).

Estudos com fertilização nitrogenada em papuã (*Urochloa plantaginea* (Link) Hitch) tem sido realizados na região Sul do Brasil (Sartor et al. 2014, Salvador et al. 2016, Hundertmarck et al. 2017). No entanto, são inexistentes na literatura dados que relacionem a hipótese de que o uso de níveis de N possam alterar a resposta morfológica dessa gramínea. O entendimento dessas relações medidas em âmbito de perfilhos individuais pode fornecer informações detalhadas do efeito do N e dar suporte as decisões sobre manejo da fertilização nitrogenada. Essas decisões devem evitar

recomendações de níveis de N superiores à capacidade de resposta das plantas. O estudo do efeito do N sobre a planta com base em medidas nos perfilhos individuais insere-se no chamado conhecimento de curto prazo enquanto no longo prazo a resposta deve ser mensurada em nível de dossel por meio dos fluxos de biomassa (Lemaire e Chapman 1996).

Dentro desse contexto, objetivou-se avaliar o efeito da fertilização nitrogenada sobre as características morfológicas, estrutura dos perfilhos e índice de nutrição nitrogenada do papuã sob o método de pastejo com lotação rotacionada.

Material e Métodos

Os procedimentos experimentais foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal de Santa Maria, RS pelo protocolo n° 138/2014. O experimento foi desenvolvido em área da Universidade Federal de Santa Maria-RS, localizado na região fisiográfica denominada Depressão Central, coordenadas 29°43'S, 53°42'W. O clima da região é Cfa, subtropical úmido, segundo a classificação de Köppen e o solo é classificado como Argissolo Vermelho distrófico arênico (EMBRAPA 2006) apresentando os seguintes valores médios: pH-H₂O: 5,82; % argila: 21 m/V; P: 14,4 mg/L; K: 128,3 mg/L; % MO: 2,52 m/V; Al³⁺: 0,7 cmol/L; Ca⁺²: 5,3 cmol/L; Mg⁺²: 2,57 cmol/L; CTC pH7: 9,25. Os dados meteorológicos referentes aos meses que compreenderam o período experimental foram obtidos junto a Estação Meteorológica da Universidade Federal de Santa Maria (Tabela 1).

Tabela 1- Temperatura média, precipitação pluviométrica e insolação durante o período de avaliação e médias históricas, Santa Maria/RS

Item	Meses		
	Janeiro	Fevereiro	Março
Médias observadas ¹			
Temperatura média (°C)	26,8	26,1	22,7
Precipitação pluviométrica (mm)	132,3	109,0	226,9
Insolação (horas)	229,3	218,9	212,6
Médias históricas ²			
Temperatura média (°C)	24,6	24,0	22,2
Precipitação pluviométrica (mm)	145,1	130,2	151,7
Insolação (horas)	205,4	190,8	184,8

¹01/01 - 31/03/2014; ²1961 – 1990

A área experimental utilizada é de 4,8 hectares, com seis subdivisões de 0,8 hectare cada, os quais constituíram as unidades experimentais. Cada subdivisão foi dividida novamente em quatro parcelas. A pastagem foi estabelecida em dezembro de 2013, por meio uma gradagem, utilizando o banco de sementes de papuã existente na área. Nessa ocasião foi feita a fertilização com 90 e 60 kg/ha de P₂O₅ e K₂O, respectivamente (CQFS, 1994). Uma roçada de homogeneização da altura do dossel foi realizada em 08/01/2014.

O método de pastejo foi o de lotação rotacionada. O período de descanso das parcelas foi de 210 graus-dia ((GD) Eloy et al. 2014). O cálculo do período de descanso, em dias, foi realizado com base nas temperaturas médias históricas. O período de ocupação e os dias de descanso da parcela constituíram um ciclo de pastejo. Os três primeiros ciclos de pastejo foram de 16 dias (12 dias de descanso e quatro dias de ocupação) e o quarto ciclo de pastejo foi de 24 dias (18 dias de descanso e seis dias de ocupação). A soma térmica (ST) foi calculada por meio da equação: $ST = \Sigma(T_{md}) - 10^{\circ}\text{C}$, em que $\Sigma(T_{md})$ é descrito como o somatório das temperaturas médias diárias do

ciclo e dez é a temperatura mínima requerida para o crescimento de espécies forrageiras de estação quente (Westphalen, 1975). Os ciclos de pastejo e a ST acumulada ao final de cada ciclo foram: 1- 21/01 a 05/02 (297 GD); 2- 06/02 a 21/02 (563 GD); 3- 22/02 a 09/03 (772 GD) e 4- 10/03 a 25/03/2014 (1104GD).

Os tratamentos foram constituídos por níveis Zero, 150 ou 300 kg/ha de nitrogênio (N), na forma de ureia (46% de N). Nos tratamentos com uso de N, a quantidade foi dividida em três aplicações de quantidade similar sendo 1/3 aplicado após a roçada de homogeneização (08/01/2014) e após, nos dias 10/02 e 26/02/2014.

Os animais experimentais foram bezerras Angus (16 “testes”), com idade inicial de 15 meses e peso médio de $276,0 \pm 17$ kg. A altura do dossel (pré e pós pastejo) foi mensurada em 30 pontos por piquete. Para a manutenção da altura do dossel pós pastejo em 30 ± 5 cm foram utilizadas 22 bezerras reguladoras. O número de animais/ha foi determinado por meio da divisão entre a taxa de lotação e o peso médio das bezerras testes. A taxa de lotação (kg/ha de peso corporal) foi calculada pelo somatório do peso médio das bezerras de cada piquete, multiplicado pelo número de dias que cada bezerra permaneceu no piquete, dividido pelo número de dias do ciclo de pastejo. O número de animais/ha, em cada piquete, foi obtido pela divisão entre a taxa de lotação e o peso médio das bezerras testes.

A concentração de N (%) nas lâminas foliares e nos colmos foi determinada no pré-pastejo por meio de análise laboratorial de amostras de forragem provenientes de dois cortes rente ao solo em área de $0,25\text{m}^2$. Nessa forragem foram separadas manualmente as lâminas foliares e os colmos para determinação da massa de lâminas foliares e de colmos no pré-pastejo (kg/ha de MS). O índice de nutrição nitrogenada (INN) foi calculado por meio da equação (LEMAIRE et al. 1989): $\text{INN} = (100 * \text{N}\%) / (3,6 * \text{MS}^{-0,36})$. Onde: MS (ton./ha) = soma da biomassa de folhas e

colmos; N%=concentração de N na biomassa de folhas e nos colmos calculado por meio de média ponderada.

A determinação das variáveis morfogênicas e estruturais foi realizada por meio da técnica de “perfilhos marcados” (Carrère et al. 1997). Foram avaliados 20 perfilhos por unidade experimental, monitorados duas vezes por semana no período entre pastejos e, diariamente, no período de ocupação das parcelas. Em cada ciclo de pastejo foram marcados novos perfilhos. Nos perfilhos foram mensurados o tamanho (cm) das folhas expandidas, em expansão, senescentes e a altura do colmo. As folhas expandidas foram medidas a partir de sua lígula, enquanto que as em expansão a partir da lígula da última folha expandida. Nas folhas em senescência foi medida apenas a porção verde da lâmina foliar. A altura do colmo (cm) foi considerada como a medida do solo até a altura da lígula da última folha expandida.

As taxas de expansão e senescência foliar (cm/graus-dia) foram calculadas por meio da razão entre a alongação ou senescência média da lâmina foliar entre duas avaliações consecutivas e a soma térmica acumulada no mesmo período. A taxa de expansão de colmos (cm/graus-dia) foi calculada por meio da razão entre a alongação média do colmo entre duas avaliações consecutivas e a soma térmica do período.

O filocrono (graus-dia) foi determinado no período entre pastejos por meio do somatório do acúmulo térmico entre a produção de duas folhas consecutivas. A taxa de aparecimento foliar (folhas/graus-dia) foi determinada por meio do coeficiente angular da regressão linear entre o número de folhas produzidas e a soma térmica do período. A duração de vida das folhas (graus-dia) foi calculada pelo produto entre o número de folhas verdes por perfilho e o filocrono. As folhas foram consideradas verdes enquanto 50% do comprimento inicial não estivesse senescente. A duração da alongação foliar foi

determinada por meio da multiplicação entre o número de folhas em expansão e o filocrono.

Nas lâminas foliares desfolhadas foram identificados os novos pastejos por meio da utilização de “liquid paper”. O cálculo da intensidade de desfolha (ID) foi realizado por meio da equação: $ID = [(\text{comprimento inicial} - \text{comprimento final}) / \text{comprimento inicial}]$. A frequência de desfolhação (FD) foi calculada por meio da equação: $FD = 1 / (n^\circ \text{ de folhas pastejadas} / (n^\circ \text{ total de folhas no perfilho} \times \text{duração de avaliação}))$. A área diária utilizada para pastejo pelas bezerras foi calculada considerando a área do piquete como 100% e dividindo esse valor pela frequência de desfolhação (dias).

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com medidas repetidas no tempo (acúmulo térmico), três níveis de N e duas repetições de área. Para comparar os níveis de N, as variáveis que apresentaram normalidade foram submetidas à análise de variância pelo procedimento Mixed. Foi utilizado um teste de seleção de estruturas, pelo critério de informação bayesiano (BIC). A interação tratamentos \times soma térmica foi avaliada a 5% de probabilidade. Na análise de regressão, a escolha dos modelos foi baseada na significância dos coeficientes linear e quadrático, utilizando-se o teste “t”, de Student, em 5% de probabilidade. As variáveis foram modeladas em função dos níveis de N e da soma térmica observada no período. As variáveis também foram submetidas a estudo de correlação de Pearson. As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do programa estatístico SAS[®].

Resultados

A altura do dossel no pós-pastejo foi de $31,1 \pm 2$ cm, similar em todos os piquetes utilizados para avaliar os níveis de N ($P=0,4696$). Os dados meteorológicos do período experimental (janeiro a março de 2014) mostraram valores mensais médios de: temperatura ($25,2^\circ\text{C}$), insolação (220,2 horas) e precipitação pluviométrica (156,0 mm).

Não houve interação níveis de nitrogênio (N) × soma térmica (ST) para o número de animais/ha e essa variável aumentou linearmente em função dos níveis de N ($\hat{Y}=7,3 + 0,0084N$; $P=0,0145$; $CV=20\%$; $r^2=0,27$). O número de animais/ha ajustou-se ao modelo de regressão quadrático em função da soma térmica ($\hat{Y}= 2,5 + 0,0188ST - 0,000012ST^2$; $P=0,0379$; $CV=21\%$; $r^2=0,25$).

Não houve interação níveis de N × soma térmica para o índice de nutrição nitrogenada (INN; Tabela 02), o qual aumentou de forma linear em função dos níveis de N ($\hat{Y}= 59,8 + 0,1216N$; $P<0,0001$; $CV=18\%$; $r^2=0,53$). O INN ajustou-se ao modelo de regressão quadrático em função da soma térmica ($\hat{Y}= 51,7 + 0,1250ST - 0,00010ST^2$; $P=0,0438$; $CV=23\%$; $r^2=0,29$).

Houve interação níveis de N × soma térmica para a altura do dossel no pré-pastejo ($P=0,0009$). A altura do dossel no pré-pastejo ajustou-se ao modelo de regressão quadrático em função da soma térmica quando utilizados zero ($\hat{Y}= 27,1 + 0,0357ST - 0,000022ST^2$; $P=0,0494$; $r^2=0,67$) e 150 kg/ha de N ($\hat{Y}= 46,7 + 0,0211ST - 0,000017ST^2$; $P=0,0173$; $r^2=0,78$). Nos piquetes onde foram utilizados 300 kg/ha de N a altura do dossel no pré-pastejo foi em média de $41,7 \pm 3,7$ cm ($P>0,05$).

Não houve interação níveis de N × soma térmica para as taxas de expansão foliar ($0,0456 \pm 0,1$ cm/graus-dia) e de colmos ($0,0408 \pm 0,1$ cm/graus-dia) e essas variáveis não foram influenciadas pelos níveis de N (Tabela 02). A taxa de expansão de colmos não foi alterada em função da soma térmica ($P=0,0719$). A taxa de expansão foliar ajustou-se ao modelo de regressão linear negativo em função da soma térmica ($\hat{Y}= 0,0590 - 0,000028ST$; $P=0,0008$; $CV=34\%$; $r^2=0,22$). A taxa de expansão foliar correlacionou-se positivamente com o índice de nutrição nitrogenada do papuã ($r=0,43$; $P=0,0344$).

Houve interação níveis de N × soma térmica para a taxa de senescência foliar (Tabela 02). A taxa de senescência foliar quando o papuã foi fertilizado com 0

(0,0474±0,01 cm/graus-dia) ou 150 kg/ha de N (0,0492±0,01 cm/graus-dia), não foi alterada em função da soma térmica. O uso de 300 kg/ha de N reduziu linearmente a taxa de senescência foliar em função da soma térmica ($\hat{Y}_{300N} = 0,0468 - 0,000021ST$; $P=0,0139$; $CV=23\%$; $r^2=0,38$).

Houve interação níveis de N × soma térmica para a taxa de aparecimento foliar (Tabela 02). A taxa de aparecimento foliar ajustou-se ao modelo de regressão linear positivo em função da soma térmica com zero de N ($\hat{Y}_{0N} = 0,0077 + 0,0000087ST$; $P=0,0308$; $CV=10\%$; $r^2=0,72$) e 150 kg/ha de N ($\hat{Y}_{150N} = 0,0020 + 0,000021ST$; $P=0,0022$; $CV=10\%$; $r^2=0,92$). Com o uso de 300 kg/ha de N a taxa de aparecimento foliar (0,0124 folhas/graus-dia) não variou em função da soma térmica. Não houve interação níveis de N × soma térmica para o filocrono (90,6±18 graus-dia; Tabela 2) e não foi alterado pelos níveis de N. O filocrono ajustou-se ao modelo de regressão linear negativo em função da soma térmica ($\hat{Y} = 132,2 - 0,0764ST$; $P<0,0001$; $CV=11\%$; $r^2=0,69$).

Não houve interação níveis de N × soma térmica para a duração de vida das folhas (362,2±84 graus-dia) e para a duração da alongação foliar (153,9±27 graus-dia; Tabela 02) e essas variáveis não foram influenciadas pelos níveis de N. A duração de vida das folhas ($\hat{Y} = 517,0 - 0,028ST$; $P=0,0025$; $CV=18\%$; $r^2=0,44$) e a duração da alongação foliar ($\hat{Y} = 208,9 - 0,100ST$; $P=0,0005$; $CV=12\%$; $r^2=0,54$) reduziram linearmente em função da soma térmica.

Não houve interação níveis de N × soma térmica para a intensidade e frequência de desfolha ($P>0,05$). A intensidade de desfolha (66,5±10%) ajustou-se ao modelo quadrático de regressão em função da soma térmica ($\hat{Y} = 0,00718 + 0,2383ST - 0,00019ST^2$; $P=0,0088$; $CV=10\%$; $r^2=0,63$). A frequência de desfolha (1,69±0,2 dias) não foi alterada pelos níveis de N e pela soma térmica ($P>0,05$).

Não houve interação níveis de N \times soma térmica para o comprimento das lâminas foliares expandidas ($17,5 \pm 3$ cm; Tabela 02) e essa variável não foi alterada pelos níveis de N ($P > 0,05$). O comprimento das lâminas foliares expandidas ajustou-se ao modelo de regressão quadrático em função da soma térmica ($\hat{Y} = 11,5 + 0,034ST - 0,000031ST^2$; $P = 0,0014$; $CV = 17\%$; $r^2 = 0,64$). Houve correlação positiva entre o comprimento das lâminas foliares e o índice de nutrição nitrogenada ($r = 0,49$; $P = 0,0156$).

Não houve interação níveis de N \times soma térmica para o comprimento dos colmos ($25,2 \pm 5$ cm; Tabela 02) e esse comprimento não foi alterado pelos níveis de N ($P > 0,05$). O comprimento dos colmos ajustou-se ao modelo de regressão quadrático em função da soma térmica ($\hat{Y} = 8,7 + 0,0526ST - 0,000038ST^2$; $P = 0,0098$; $CV = 20\%$; $r^2 = 0,28$).

Tabela 02- Índice de nutrição nitrogenada, características morfogênicas e estruturais do papuã em função dos níveis de nitrogênio (N) e da soma térmica

Nível de N ¹	Índice de nutrição nitrogenada	Expansão foliar ²	Expansão de colmos ²	Senescência foliar ²	Aparecimento foliar ³	Filocrono ⁴	Duração de vida das folhas ⁴	Comprimento das folhas ⁵	Comprimento dos colmos ⁵
0	64,0	0,0396	0,0353	0,0474	0,0124	94,5	385,8	17,0	24,5
150	69,7	0,0489	0,0432	0,0492	0,0136	87,2	321,1	18,0	25,7
300	100,5	0,0468	0,0438	0,0404	0,0125	90,0	379,7	17,6	25,6
Soma térmica ⁴									
297	79,3	0,0598	0,0354	0,0442	0,0097	110,7	439,9	18,8	20,2
563	88,9	0,0401	0,0362	0,0377	0,0133	86,4	339,8	23,9	30,4
772	84,2	0,0461	0,0464	0,0585	0,0155	74,7	306,8	16,2	25,2
1104	60,0	0,0277	0,0470	0,0442	-	-	-	11,8	23,3
Desvio padrão	17,6	0,01	0,01	0,01	0,002	18,0	84,0	3,9	5,5
Probabilidade									
Interação N *									
Soma térmica	Ns	Ns	ns	<0,0001	0,0240	ns	ns	ns	ns
Níveis de N	<0,0001	Ns	ns			ns	ns	ns	ns
Soma térmica	0,0438	0,0008	ns			ns	ns	0,0014	0,0098

¹kg/ha de N; ²cm/graus-dia; ³folhas/graus-dia; ⁴graus-dia; ⁵cm; ns= não significativo (P>0,05)

Discussão

A temperatura média durante o período experimental foi semelhante a média histórica (23,6°C). A precipitação pluviométrica superou em 9,6% (13,7 mm) a precipitação esperada para o período. A insolação média foi 13,7% (26,6 horas) superior a insolação média histórica do período. De acordo com esses dados meteorológicos as condições climáticas foram adequadas para o desenvolvimento das plantas.

O aumento linear no índice de nutrição nitrogenada do papuã (INN) com o uso de nitrogênio (N) dentro da faixa de 0 a 300 kg/ha deve-se a maior absorção de N pelas plantas o que aumenta a disponibilidade de N externo. O N proveniente da mineralização da matéria orgânica somado ao N mineral do solo disponibilizado para as plantas, no sistema com zero de N, não foi suficiente para alcançar o mesmo INN do que o uso de 150 ou 300 kg/ha de N. De acordo com o modelo de regressão do INN em função dos níveis de N, para que esse valor fosse elevado para o valor mínimo de 80, seria necessário a utilização de 166,1 kg/ha de N. Valores de INN entre 80–100 são considerados satisfatórios, não existindo limitação desse nutriente para o crescimento das plantas (Lemaire et al. 1989). Esses mesmos autores consideram valores de INN inferiores a 60 muito baixos, entre 60 e 80 inadequados e acima de 100 indicam excesso de N. O INN médio observado quando utilizados zero e 150 kg/ha de N foi de 64 e 69, respectivamente, caracterizando-se como valores muito baixos, e somente o uso de 300 kg/ha de N possibilitou INN considerado satisfatório.

Os níveis de N resultaram em diferentes alturas de dossel no pré-pastejo. Nos piquetes isentos de fertilização nitrogenada foi observada maior altura de dossel pré-pastejo (41,5 cm) quando a soma térmica foi de 811,3 GD. Quando utilizados 150 kg/ha de N a altura de dossel pré-pastejo apresentou menor valor (40,1 cm) aos 620,5 GD.

Nos piquetes fertilizados com 300 kg/ha de N a altura de dossel no pré-pastejo (41,4 cm) não foi influenciada pela soma térmica.

O maior valor de INN (90,7) foi observado quando a soma térmica foi de 625 graus-dia. Considerando a temperatura média observada, esse acúmulo térmico se deu aos 41 dias de utilização da pastagem, nove dias após a última (1/3 da quantidade total) fertilização nitrogenada. A redução no valor do INN após o acúmulo térmico de 625 graus-dia, pode ser explicada em função da remobilização de N das lâminas foliares localizadas em estratos mais sombreados do dossel e pela maior presença de tecidos com função estrutural na planta (Lemaire et al. 2008). Essa hipótese pode ser confirmada pelas regressões que mostram redução na taxa de expansão foliar e da manutenção da taxa de expansão de colmos em função da ST.

A ausência de efeito das doses de N sobre as taxas de expansão foliar e de colmos não é a resposta usualmente relatada nos estudos que relacionam esses dois fatores. Essas respostas mostram que, geralmente, com o aumento na fertilização nitrogenada ocorre maior taxa de expansão desses componentes (Hundertmarck et al. 2017, Tiecher et al. 2017). O que foi observado, entretanto, foi que com a utilização de N adicional, a expansão das folhas e os colmos ocorreu em uma taxa similar ao ocorrido na ausência de N. Uma possível causa da ausência de efeito do N sobre as taxas de expansão de folhas e de colmos é que a quantidade de radiação luminosa interceptada pelas folhas tenha limitado a taxa fotossintética das plantas. Em condições onde a quantidade N não é limitante, a competição por luz passa a ser mais importante para determinar a taxa de expansão dos órgãos da planta (Irving 2015).

A variação do efeito do N sobre a morfogênese das gramíneas é determinada em função do seu hábito de crescimento o que pode resultar em maior taxa de expansão dos estolões (espécies estoloníferas) ou das lâminas foliares (espécies cespitosas; Cruz e

Boval 2000). O papuã apresenta hábito de crescimento decumbente durante o início do seu desenvolvimento, similar a espécies estoloníferas. Após o período de estabelecimento, com o aumento da cobertura do solo, o seu hábito de crescimento passa a ser o cespitoso e isso induz a diferentes respostas ao N nas duas fases.

A redução na taxa de expansão foliar de 0,000028 cm/graus-dia por graus-dia acumulado pode ser explicada em função de o papuã ser uma espécie de clima tropical e reduzir a expansão foliar com o abaixamento da temperatura e redução da luminosidade diária (Hundertmarck et al. 2017). Também a aproximação do estágio reprodutivo do papuã pode ter proporcionado maior alocação de nutrientes para os órgãos reprodutivos, em detrimento a produção de lâminas foliares.

A similaridade observada na taxa de expansão dos colmos pode ser explicada em função do intervalo pré-definido entre pastejos (210 GD). Esse valor de intervalo entre pastejos pode ter sido muito longo para que ocorresse aumento na taxa de expansão desse componente, não permitindo diferentes estruturas de dossel em função do uso do N. Com 210 GD de intervalo os colmos expandiram 6,1 cm o que pode não ter desencadeando uma resposta fotomorfogênica, a qual aumenta o alongamento dos colmos (Chory 1997). Essa redução no período entre pastejos poderia acentuar o efeito do N sobre a altura de dossel no pré-pastejo e modificar a estrutura do dossel do papuã.

A similaridade observada na taxa de expansão dos colmos e a manutenção de um acúmulo térmico de 210 GD de descanso pode explicar a semelhança no comprimento dos colmos. Essa similaridade no comprimento dos colmos em todos os níveis de N é vantajosa, pois evita o acúmulo de colmos na massa de forragem. Além disso, os colmos atuam como uma barreira física para realização do bocado (Benvenuti et al. 2006) e podem aumentar a participação de material morto e senescente na massa de forragem (Salvador et al. 2016). De acordo com o modelo quadrático de regressão, os

colmos apresentaram maior comprimento (26,9 cm) quando a soma térmica foi de 692 graus-dia. Esse resultado deve-se a aproximação do estágio reprodutivo dos perfilhos, com aumento do comprimento dos colmos para externar os órgãos reprodutivos antes do final do período de utilização da pastagem.

O efeito negativo do N, independente da dose utilizada, sobre a taxa de senescência foliar evidencia que os perfilhos modificam a estratégia de remobilização de N quando a disponibilidade desse nutriente é alterada. A maior disponibilidade de N pode ter alterado o balanço entre a remobilização e a absorção de N pelas raízes reduzindo a senescência foliar. Com 300 kg/ha de N, a remobilização de N das folhas mais velhas para as folhas que estavam em processo de expansão pode ter sido reduzida e isso resultou em menor senescência foliar nesses perfilhos (Lemaire e Chapman 1996). Com essa quantidade de N os perfilhos podem ter ficado menos dependentes do N proveniente da remobilização dos tecidos mais velhos.

A similaridade observada na taxa de senescência foliar nos perfilhos fertilizados com zero ou 150 kg/ha de N pode ter ocorrido em função de que o N disponível no solo não foi necessário para aumentar a remobilização de N para manter as mesmas taxas de expansão foliar. Também Adami et al. (2010) observaram que a remobilização de N é maior em gramíneas que recebem baixos níveis de fertilização nitrogenada.

A interação observada entre os níveis de N \times soma térmica para a taxa de aparecimento foliar não é comumente relatada na literatura devido a essa característica ser dependente da temperatura e pouco afetada pela variação na disponibilidade de N (Cruz e Boval 2000). Com o uso de 150 kg/ha de N a taxa de aparecimento foliar aumentou em uma maior magnitude, sendo 0,00002 folhas/graus-dia por graus-dia acumulado. O aumento linear observado na taxa de aparecimento foliar em função da soma térmica nos níveis de zero (0,0000087 folhas/graus-dia/graus-dia) e 150 kg/ha de

N (0,000021 folhas/graus-dia/graus-dia) pode ter ocorrido pela aceleração na emissão de novas folhas com a elevação do meristema apical.

O aumento na velocidade de emissão de lâminas foliares com 150 kg/ha de N pode ser uma evidência de que os perfilhos, nesse nível de adubação, provavelmente anteciparam a entrada no estágio reprodutivo. Do ponto de vista do manejo, isso não é vantajoso, pois reduz o período de utilização da pastagem pelo término da emissão de novas lâminas foliares. Entretanto, quando utilizados 300 kg/ha de N a taxa de aparecimento foliar permaneceu constante durante todo o período de avaliação, estando de acordo com a bibliografia disponível (Lemaire e Chapman 1996).

A magnitude do efeito da interação níveis de N \times soma térmica observada na taxa de aparecimento foliar não foi suficiente para alterar o valor do filocrono do papuã. A similaridade observada no valor do filocrono pode ter ocorrido em função do manejo da taxa de lotação, a qual manteve similar a altura pós pastejo do dossel e comprimento dos colmos. De acordo com Duru et al. (1999), o valor do filocrono é dependente do comprimento da bainha foliar da folha precedente, a qual é diretamente influenciada pela intensidade de pastejo (Cruz e Boval 2000). A similaridade observada na duração da alongação foliar pode ser explicada em função de essa característica ser proporcional ao valor do filocrono (Lemaire e Chapman 1996).

A ausência de efeito do N sobre a duração de vida das folhas pode ter ocorrido por essa variável ser geneticamente determinada e por ser mais influenciada pela temperatura (Pompeu et al. 2009). A duração de vida das folhas está relacionada com a eficiência de utilização das lâminas foliares pelos animais, a qual é definida por Gastal e Lemaire (2015) como sendo a proporção do tecido foliar produzido pela planta que é colhido antes de iniciar o processo de senescência foliar.

Para manter a mesma altura de dossel pós-pastejo em todas os piquetes foi necessário aumentar em 0,0084 animal/ha para cada kg de N adicional. O maior número de animais/ha (9,9) foi observado quando a soma térmica foi de 783,3 graus-dia. Considerando que o acúmulo térmico diário médio foi de 15,2 graus-dia, as lâminas foliares permaneceram vivas por 23,8 dias, elas foram pastejadas 2,4 vezes em cada ciclo de pastejo e 3,5 vezes enquanto permaneceram vivas. Dividindo-se os dias de duração do ciclo de pastejo pelo número de desfolhações na lâmina foliar durante o ciclo, observa-se que o intervalo entre desfolhas foi de 6,7 dias, sendo esse valor similar aos valores apresentados na literatura para o papuã manejado em método de pastejo contínuo (Salvador et al. 2014, Eloy et al. 2014, Hundertmarck et al. 2017). Conforme a frequência de desfolha, os animais utilizaram diariamente 60% da área disponível para pastejo equivalendo a 152,8 m² por bezerra.

O valor observado de intensidade de desfolha foi superior aos 40-60% relatados por Gastal e Lemaire (2015), os quais consideram esses valores constantes e independentes do método de pastejo. Entretanto, essa constância não foi observada durante o ciclo da forrageira pois, conforme o modelo de regressão quadrático, a maior intensidade de desfolha (74,7%) ocorreu quando a soma térmica foi de 627,1 graus-dia. Se as lâminas foliares foram desfolhadas 3,5 vezes e a cada desfolha foi removido 66,5% do comprimento, a eficiência de colheita das lâminas foliares pelos animais foi de 99,3%. Esse valor de eficiência é 26,3% superior ao valor relatado na literatura por Mazzanti e Lemaire (1994) avaliando pastagem de *Festuca arundinacea*. Esse menor valor de eficiência de colheita pode ser explicada em função da menor frequência de desfolha observada pelos autores (20,5 dias).

A ausência de efeito dos níveis de N sobre a taxa de expansão e duração da expansão foliar explica a similaridade no comprimento das folhas do papuã. Para uma

mesma duração da expansão foliar, proporcionada pelo mesmo comprimento do colmo, seria esperado maior comprimento das folhas se a taxa de expansão foliar fosse aumentada pelos níveis de N. De acordo com o modelo de regressão quadrático o maior comprimento das lâminas foliares (20,7 cm) foi observado aos 36 dias de utilização da pastagem quando a soma térmica foi de 548,3 graus-dia, próximo ao valor de soma térmica (692 graus-dia) quando os colmos apresentaram maior comprimento. Com isso houve aumento no comprimento da bainha foliar o que aumenta o comprimento das lâminas foliares (Lemaire e Chapmam 1996).

A semelhança observada na taxa de expansão e no comprimento das lâminas foliares está associada com a similar massa de lâminas foliares de papuã nos diferentes níveis de N utilizados. Essa evidência pode confirmar a hipótese de que a quantidade de radiação luminosa interceptada pelas lâminas foliares possa ter limitado o efeito do N sobre a expansão, comprimento e massa de lâminas foliares.

As correlações (Figura 1) observadas entre a taxa de expansão foliar e o comprimento das folhas com o índice de nutrição nitrogenada relacionam-se com a proporcionalidade entre a captação de N pela planta e sua expansão no índice de área foliar, sendo que os dois processos ocorrem coordenadamente em uma função linear para as espécies C₄ (Lemaire et al. 2007).

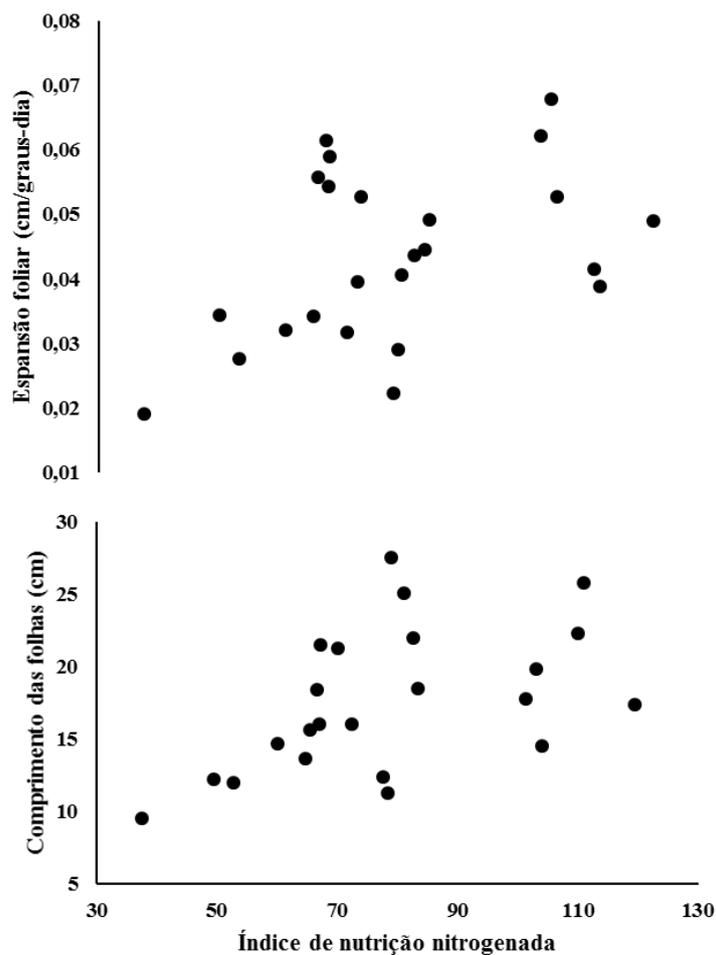


Figura 1- Valores de expansão foliar, comprimento das folhas e índice de nutrição nitrogenada do papuã

Conclusão

O uso de até 300 kg/ha de N aumenta o índice de nutrição nitrogenada reduz a taxa de senescência foliar do papuã. A taxa de aparecimento foliar em papuã é dependente do uso de N, sendo que as demais características morfogênicas e estruturais dos perfilhos não são alteradas.

Referências bibliográficas

ADAMI PF, SOARES AB, ASSMANN TS, ASSMANN AL, SARTOR LR, PITTA CSR, FRANCHIN MF AND MIGLIORINI F. 2010. Dynamic of a papuã pasture under two grazing intensities and two nitrogen levels. **Rev Bras Zootecn** 39: 2569-2577.

BENVENUTTI MA, GORDON IJ AND POPPI IJ MA. 2006. The effect of density and physical properties of grass swards on the foraging behavior and instantaneous intake rate by cattle grazing an artificial reproductive tropical swards. **Grass Forage Sci** 61: 272-281.

CARRÈRE P, LOUAULT F AND SOUSSANA JF. 1997. Tissue turnover within grass-clover mixed swards grazed by sheep. Methodology for calculating growth senescence and intake fluxes. **J Appl Ecol** 34: 333-348.

CHORY J. 1997. Light modulation of vegetative development. **Plant Cell** 9: 1225-1234.

CQFS. 1994. Recomendações de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Passo Fundo: SBCS Núcleo Regional Sul, 224p.

CRUZ P AND BOVAL M. 2000. Effect of nitrogen on some morphogenetic traits of temperate and tropical perennial forage grasses. In: Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology, CAB International, eds. Lemaire, G.; Moraes, A.; Nabinger, C. and Carvalho, P.C.F.. Wallingford, CAB, p. 151-167.

DURU M, FEUILLERAC E, DUCROCQ H. 1999. In vitro digestibility response of cocksfoot (*Dactylis glomerata* L.) to growth and defoliation: a simple model. **J Agr Sci** 133: 379-388.

ELOY LR, ROCHA MG, PÖTTER L, SALVADOR PR, STIVANIM SCB AND HAMPEL VS. 2014. Biomass flows and defoliation patterns of alexandergrass pasture grazed by beef heifers, receiving or not protein salt. **Acta Sci-An Sci** 36: 123-128.

EMBRAPA. 2006. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro: EMBRAPA. Rio de Janeiro. 306p

GASTAL F, BELANGER G AND LEMAIRE G. 1992. A model of the leaf extension rate of Tall Fescue in response to nitrogen and temperature. **Ann Botany** 70: 437-442.

GASTAL F, LEMAIRE G. 2015. Defoliation, shoot plasticity, sward structure and herbage utilization in pasture: review of the underlying ecophysiological processes. **Agriculture** 5: 1146-1171.

HUNDERTMARCK AP, ROCHA MG, PÖTTER L, SALVADOR PR, BERGOLI TL, MOURA ED, NUNES PAA AND SICHONANY MJO. 2017. Biomass flow and defoliation pattern in Alexandergrass fertilized with nitrogen. **Biosc J** 33: 143-152.

IRVING LJ. 2015. Carbon assimilation, biomass partitioning and productivity in grasses. **Agriculture** 5: 1116-1134.

LEMAIRE G AND CHAPMAN DF. 1996. *Tissue flows in grazed plants communities*: In: The Ecology of Management of Grazing Systems, CAB International, eds. Hodgson, J, and Illius, A.W. Wallingfor, CAB, p. 3-36.

LEMAIRE G, GASTAL F AND SALETTE, J. Analysis of the effect of N nutrition on dry matter yield of a sward by reference to potential yield and optimum N content. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 16., 1989, Nice. **Proceedings...** Nice: Ed. Association Francaise pour la Production Fourragere, 1989. p. 179-180.

LEMAIRE G, JEUFFROY MH AND GASTAL F. 2008. Diagnosis tool for plant and crop N status in vegetative stage: Theory and practices for N management. **Eur J Agron** 28: 614-624.

LEMAIRE G, OOSTEROM EV, SHEEHY S, JEUFFROY MH, MASSIGNAM A AND ROSSATO L. 2007. Is crop N demand more closely related to dry matter accumulation or leaf area expansion during vegetative growth? **Field Crops Res** 100: 91-106.

MAZZANTI A AND LEMAIRE G. 1994. Effect of nitrogen fertilization on herbage production of tall fescue swards continuously grazed by sheep. 2. Consumption and efficiency of herbage utilization. **Grass Forage Sci** 49: 352-359.

MORENO JA. 1961. Clima do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 41p.

POMPEU RCFF, CÂNDIDO MJD, NEIVA JNM, ROGÉRIO MCP, BENEVIDES YI E OLIVEIRA BCM. 2009. Fluxo de biomassa em capim-tanzânia sob lotação rotativa com quatro níveis de suplementação concentrada. **Rev Bras Zootecn** 38: 809-817.

SALVADOR PR, PÖTTER L, ROCHA MG, ELOY LR, HAMPEL VS, STIVANIN SB, ROSA ATN E SICHONANY MJO. 2014. Fluxos de tecidos foliares em papuã sob pastejo de bezerras de corte em diferentes frequências de suplementação. **Rev Bras Saude Prod An** 15: 835-845.

SALVADOR PR, PÖTTER L, ROCHA MG, HUNDERTMARCK AP, SICHONANY MJO, AMARAL NETO LG, NEGRINI M AND MOTERLE PH. 2016. Sward structure and nutritive value of Alexandergrass fertilized with nitrogen. **An Acad Bras Ciênc** 88: 385-395.

SARTOR LR, ASSMANN TS, SOARES AB, ADAMI PF, ASSMANN AL AND ORTIZ S. 2014. Assessment of the nutritional status of grassland: nitrogen nutrition index. **Semin-Ciênc Agrar** 35: 449-456.

TIECHER DD, ROCHA MG, POTTER L, SALVADOR PR, BERGOLI TL AND MILANESI GDM. 2017. Morphogenesis and structure of Tifton 85 cultivated in subtropical climate and fertilized with nitrogen. **Acta Sci-An Sci** 38: 389-393.

WESTPHALEN SL. Forrageiras de clima tropical e subtropical Zoneamento climático. In: ZONEAMENTO AGRÍCOLA, ESTUDOS BÁSICOS. 2., 1975, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Governo do Estado do Rio Grande do Sul, 1975. p.26 -32.

3 ARTIGO 2 - FLUXOS DE BIOMASSA E EFICIÊNCIA DE UTILIZAÇÃO DE LÂMINAS FOLIARES EM PAPUÃ ADUBADO COM NITROGÊNIO

Resumo: Objetivou-se avaliar os fluxos (crescimento, senescência e consumo) de biomassa e a eficiência de utilização das lâminas foliares dos perfilhos basais e axilares do papuã (*Urochloa plantaginea* (LINK) Hitch) fertilizado com zero, 150 ou 300 kg/ha de nitrogênio (N). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com medidas repetidas no tempo. Os animais experimentais foram bezerras da raça Angus com idade e peso inicial de 15 meses e 276,0±17 kg, respectivamente. O método de pastejo foi o de lotação rotacionada, com número variável de animais para manter a altura pós pastejo de 30±5 cm. O intervalo entre pastejo foi de 210 graus-dia. Nos perfilhos basais, na ausência de adubação nitrogenada, o fluxo de crescimento de colmos ajustou-se ao modelo de regressão linear positivo em função da soma térmica. O fluxo de senescência nos perfilhos basais reduziu linearmente em função dos níveis de N ($\hat{Y} = 34,6 - 0,036N$; $P=0,0036$; $r^2=0,32$). O fluxo de crescimento de lâminas foliares dos perfilhos axilares, quando aplicado 150 kg/ha de N, ajustou-se ao modelo de regressão linear positivo em função da ST. A dinâmica de perfilhamento do papuã é modificada pelo uso de fertilização nitrogenada em níveis superiores a 150 kg/ha. O uso de N, independentemente do nível, aumenta o fluxo de crescimento de colmos e diminui o fluxo de senescência foliar nos perfilhos basais. Nos perfilhos axilares, o N influencia positivamente o fluxo de crescimento e proporciona menor balanço líquido de lâminas foliares. O uso de N em papuã não modifica a eficiência de utilização das lâminas foliares dos perfilhos basais e axilares.

Palavras chave: fluxo de crescimento foliar, pastejo rotacionado, perfilhos axilares, perfilhos basais, *Urochloa plantaginea* (LINK) Hitch

Biomass flows and leaf blades use efficiency in Alexandergrass fertilized with nitrogen

Abstract: This study aimed at evaluating the biomass flows (growth, senescence and intake) and the leaf blades use efficiency of the basal and axillary tillers of the Alexandergrass (*Urochloa plantaginea* (LINK) Hitch) fertilized with zero, 150 or 300 kg/ha of nitrogen (N). The experimental design was entirely randomized with time-repeated measures (Termal Sum (TS)). The experimental animals were Angus heifers with initial age and weight of 15 months and 276.0±17 kg, respectively. The grazing method was the rotational stocking, with variable number of animals to keep 30±5 cm in the post grazing sward height. The interval between grazing was 210 degree-days. In the basal tiller, in the absence of N fertilization, the stem growth flow adjusted to the positive linear regression model due to the thermal sum. The senescence flow in the basal tiller reduced linearly due to N levels ($\hat{Y}=34.6-0.036N$; $P=0.0036$; $r^2=0.32$). The leaf blades flow of the axillary tillers, when applied 150 kg/ha of N, fitted a positive linear regression model as a function of ST. The tillering dynamics of the Alexandergrass is modified by N fertilization at levels higher than 150 kg/ha. The use of N, regardless of the level, increases the stem growth flow and decreases the leaf senescence flow in the basal tiller. In axillary tillers, N positively influences the growth flow and provides less leaf blades liquid balance. The use of N in Alexandergrass does not modify the leaf blades use efficiency of the basal and axillary tiller.

Key words: leaf growth flow, rotational grazing method, axillary tillers, basal tillers, *Urochloa plantaginea* (LINK) Hitch

Introdução

A deficiência de nitrogênio (N) é o principal fator que limita o crescimento e produção de plantas agronomicamente importantes. A utilização de fertilizantes nitrogenados oriundos de fontes inorgânicas considerada uma prática economicamente viável para aumentar a produtividade das culturas (Lemaire et al. 2007). Essa prática, no entanto, deve ser adotada levando-se em consideração o impacto ambiental causado, reduzindo esse impacto por meio da adoção de sistemas de produção que otimizem o uso do N e aumentem o estoque de carbono (C) no solo. A utilização de fertilização nitrogenada em gramíneas tropicais do gênero *Urochloa*, como o papuã (*Urochloa plantaginea* (Link) Hitch), quando manejadas adequadamente, pode ser uma alternativa para aumentar a fixação de C no solo pelo aumento da taxa de crescimento das plantas.

O crescimento das plantas pode ser incrementado em função da maior disponibilidade de N e luminosidade interceptada pelas folhas. O aumento na disponibilidade desses recursos pode permitir a manutenção de uma maior densidade de perfilhos e, em consequência, aumentar o acúmulo de tecidos na planta. Em papuã, o aumento na densidade de perfilhos pode ocorrer por meio do aumento no número de perfilhos axilares, e isso pode alterar a alocação de nutrientes entre os perfilhos basais e axilares e modificar a eficiência de utilização das lâminas foliares. O maior número de perfilhos pode aumentar a fixação de C pelas plantas em decorrência da maior área foliar, a qual é influenciada pela área foliar média e pelo número de folhas por planta (Irving 2015). Além disso, o uso de N pode modificar os fluxos de biomassa (Hundertmarck et al. 2017), sendo que a determinação desses fluxos pode ser uma ferramenta útil para indicar as condições de manejo da pastagem buscando uma produção animal eficiente e sustentável (Silva et al. 2007).

Os fluxos de biomassa tem sido estudados em papuã (Eloy et al. 2014, Salvador et al. 2014, Hundertmarck et al. 2017). Entretanto, são inexistentes na literatura disponível estudos que consideraram a hipótese de que o N possa interferir de forma diferenciada nos fluxos de biomassa dos perfilhos basais e axilares do papuã. O estudo do efeito do N sobre esses fluxos insere-se no chamado conhecimento de longo prazo enquanto no curto prazo a resposta deve é obtida em nível de perfilhos (Lemaire e Chapman 1996).

Dentro desse contexto, objetivou-se avaliar o efeito da fertilização nitrogenada sobre os fluxos de biomassa, eficiência de utilização e balanço líquido das lâminas foliares em papuã em perfilhos basais e axilares sob método de pastejo de lotação rotacionada.

Material e Métodos

O experimento foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), RS pelo protocolo n° 138/2014. O experimento foi desenvolvido em área da UFSM, localizada na região fisiográfica denominada Depressão Central, coordenadas 29°43'S, 53°42'W. O clima da região é Cfa, subtropical úmido, segundo a classificação de Köppen e o solo classificado como Argissolo Vermelho distrófico arênico (EMBRAPA 2006) apresentando os seguintes valores médios: pH-H₂O: 5,82; % argila: 21; P: 14,4 mg/L; K: 128,3 mg/L; % MO: 2,52; Al³⁺: 0,7 cmol/L; Ca⁺²: 5,3 cmol/L; Mg⁺²: 2,57 cmol/L; CTC pH7: 9,25. Os dados meteorológicos referentes aos meses que compreenderam o período experimental foram obtidos junto a Estação Meteorológica da Universidade Federal de Santa Maria (Tabela 1).

Tabela 1- Temperatura média, precipitação pluviométrica e insolação durante o período de avaliação e médias históricas, Santa Maria/RS

Item	Meses		
	Janeiro	Fevereiro	Março
Médias observadas ¹			
Temperatura média (°C)	26,8	26,1	22,7
Precipitação pluviométrica (mm)	132,3	109,0	226,9
Insolação (horas)	229,3	218,9	212,6
Médias históricas ²			
Temperatura média (°C)	24,6	24,0	22,2
Precipitação pluviométrica (mm)	145,1	130,2	151,7
Insolação (horas)	205,4	190,8	184,8

¹01/01 - 31/03/2014; ²1961 – 1990

A área experimental utilizada é de 4,8 hectares, com seis divisões de 0,8 hectares cada, os quais constituíram as unidades experimentais. Cada uma dessas divisões foi subdividida em quatro parcelas de 0,2 ha. A pastagem de papuã foi estabelecida em dezembro de 2013, por meio de uma gradagem, utilizando o banco de sementes existente na área. Nessa ocasião foi feita a fertilização com 90 e 60 kg/ha de P₂O₅ e K₂O, respectivamente (CQFS 1994). Uma roçada de homogeneização da altura do dossel foi realizada em 08/01/2014.

O método de pastejo foi o de lotação rotacionada. O período de ocupação e os dias de descanso da parcela constituíram um ciclo de pastejo. Os três primeiros ciclos de pastejo foram de 16 dias (12 dias de descanso e quatro dias de ocupação) e o quarto ciclo de pastejo foi de 24 dias (18 dias de descanso e seis dias de ocupação). O período de descanso foi de 210 graus-dia (Eloy et al. 2014) e o cálculo do período de descanso, em dias, foi realizado com base nas temperaturas médias históricas. A soma térmica (ST) foi calculada por meio da equação: $ST = \Sigma(Tmd) - 10^{\circ}C$, em que $\Sigma(Tmd)$ é descrito como o somatório das temperaturas médias diárias do ciclo e dez é a temperatura

mínima requerida para o crescimento de espécies forrageiras de estação quente (Westphalen 1975).

Os tratamentos foram constituídos por níveis Zero, 150 ou 300 kg/ha de nitrogênio (N), na forma de ureia (46% de N). Nos tratamentos com uso de N, a quantidade foi dividida em três aplicações de quantidade similar sendo 1/3 aplicado após a roçada de homogeneização (08/01/2014) e após, nos dias 10/02 e 26/02/2014.

Os animais experimentais foram bezerras Angus (16 “testes”), com idade inicial de 15 meses e peso médio de 276,0±17 kg. A altura do dossel pós pastejo foi mensurada em 30 pontos por piquete. Para a manutenção da altura do dossel pós pastejo em 30±5 cm foram utilizadas 22 bezerras reguladoras. A taxa de lotação, em cada ciclo de pastejo, foi obtida pela soma do peso médio das bezerras-testes acrescida da soma do peso médio das bezerras reguladoras da altura do dossel, multiplicado pelo número de dias em que essas bezerras foram mantidas no piquete e dividido pelo número de dias do ciclo de pastejo.

A densidade populacional de perfilhos (perfilhos m² ⁻¹), diferenciados em basais e axilares, foi estimada pela contagem dos perfilhos existentes em três locais fixos em cada parcela (0,0625 m² cada). Para determinação das variáveis morfogênicas e estruturais, em cada piquete, para o cálculo dos fluxos de biomassa utilizou-se a técnica de “perfilhos marcados” (Carrère et al. 1997). Foram avaliados 20 perfilhos por unidade experimental.

Nos perfilhos foi mensurado o tamanho (cm) das folhas expandidas, em expansão e senescentes e a altura do colmo. As folhas expandidas foram medidas a partir de sua lígula, enquanto que as em expansão a partir da lígula da última folha expandida. Nas folhas em senescência foi medida apenas a porção verde da lâmina foliar. A altura do colmo foi considerada como a medida da base do solo até a altura da

lígula da última folha expandida. Essas medidas nos perfilhos foram realizadas duas vezes por semana no período entre os pastejos e diariamente no período de ocupação das parcelas.

As taxas de expansão e senescência foliar (cm/graus-dia) foram calculadas por meio da razão entre a alongação ou senescência média do perfilho entre duas avaliações consecutivas e a soma térmica acumulada no mesmo período. Nas lâminas foliares desfolhadas foram identificados os novos pastejos por meio da utilização de “liquid paper” para o cálculo do comprimento da porção (cm) de tecido removido das lâminas foliares. A taxa de expansão de colmos (cm/graus-dia) foi calculada por meio da razão entre a alongação média do colmo entre duas avaliações consecutivas e a soma térmica do período. A porção removida de colmos (cm) foi calculada por meio da diferença entre o seu comprimento no pré e pós-pastejo.

Em cada ciclo de pastejo, por ocasião da entrada dos animais na parcela, foi medido o comprimento de 200 colmos e 200 lâminas foliares expandidas e em expansão do papuã. As lâminas foliares e os colmos foram posteriormente secos em estufa (55°C por 72 h) para determinação do peso gravimétrico (gramas/cm de MS).

Para o cálculo dos fluxos de crescimento de colmos ($F_{creColmos}$), crescimento (F_{Cre}), senescência (F_{Sen}) e consumo (F_{Con}) de lâminas foliares nos perfilhos basais e axilares, foram utilizados valores de variáveis previamente determinadas: taxa de expansão foliar (TEF), taxa de senescência foliar (TSF), taxa de expansão de colmos (TEC), porção removida pelos animais das lâminas expandidas e em expansão e colmos, densidade populacional de perfilhos (DPP (perfilhos/m²); basais e axilares) e o peso gravimétrico das lâminas foliares completamente expandidas (PLFCE), em expansão (PLFE) e de colmos (PC).

Os fluxos de biomassa foram calculados para os perfilhos basais e axilares do papuã, por meio das seguintes equações: $F_{Cre} = TEF \text{ (cm/graus-dia)} \times T_m \text{ (}^\circ\text{C)} \times PLFE \text{ (g/cm)} \times A1 \times DPP \times 10$; $F_{Sen} = TSF \text{ cm/graus-dia)} \times T_m \text{ (}^\circ\text{C)} \times PLFCE \text{ (g/cm)} \times A2 \times DPP \times 10$; $F_{Con} = [(DT1 \times PLFCE) + (DT2 \times PLFE) + (DT3 \times PC)] \times DPP \times 10$; $F_{creColmos} = TEC \text{ (cm/graus-dia)} \times T_m \text{ (}^\circ\text{C)} \times PC \times DPP \times 10$.

Sendo: $T_m \text{ (}^\circ\text{C)}$ = temperatura média diária do ciclo avaliado; $A1$ e $A2$ = número médio de folhas em expansão e senescentes por perfilho, respectivamente; $DT1$, $DT2$ e $DT3$ = comprimento (cm) da porção removida pelos animais das lâminas expandidas e em expansão e colmos, respectivamente. Após, os valores foram multiplicados por dez para obter os fluxos, em kg/ha/dia de MS.

A eficiência de utilização (EU) e o balanço líquido (BL) das lâminas foliares dos perfilhos basais e axilares do papuã durante o período de ocupação das parcelas foram calculados pelas seguintes equações: $EU_{basal/axilar} = \text{fluxo de consumo} / \text{Fluxo de crescimento}$; $BL_{basal/axilar} = (\text{Fluxo de crescimento}) - (\text{fluxo de senescência} + \text{fluxo de consumo})$

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com medidas repetidas no tempo (acúmulo térmico), três níveis de N e duas repetições de área. Para comparar os níveis de N, as variáveis que apresentaram normalidade foram submetidas à análise de variância pelo procedimento Mixed. Foi utilizado um teste de seleção de estruturas, pelo critério de informação bayesiano (BIC), para determinar o modelo que melhor representasse os dados. A interação níveis de N \times ST foi avaliada a 5% de probabilidade e as variáveis, em cada nível de N, modeladas em função da ST ou em função dos níveis de N em cada ST e as regressões comparadas por estudo de contraste. Na ausência de ajuste ao modelo de regressão em cada ST, a interação foi desdobrada por estudo de contraste entre o nível zero de N vs outros. Na análise de regressão, a

escolha dos modelos foi baseada na significância dos coeficientes linear (níveis de N e ST) e quadrático (ST), utilizando-se o teste “t”, de Student, em 5% de probabilidade. As variáveis foram modeladas em função dos níveis de N e da ST acumulada no período. As variáveis também foram submetidas a estudo de correlação de Pearson. As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do programa estatístico SAS 9.4®.

Resultados

Os ciclos de pastejo e a ST acumulada em cada um deles foram: 1- 21/01 a 05/02 (297 GD); 2- 06/02 a 21/02 (563 GD); 3- 22/02 a 09/03 (772 GD) e 4- 10/03 a 25/03/2014 (1104GD). A altura do dossel no pós-pastejo foi similar para todos os níveis de N testados ($P=0,4696$; $31,1\pm 2$ cm). Os dados meteorológicos do período experimental (janeiro a março de 2014) mostraram valores mensais médios de: temperatura ($25,2^{\circ}\text{C}$), insolação (220,2 horas) e precipitação pluviométrica (156,0 mm).

Não houve interação níveis de N \times soma térmica (ST) para a taxa de lotação ($P>0,05$). A taxa de lotação ajustou-se aos modelos de regressão linear positivo em função dos níveis de N ($\hat{Y}= 2032,7 + 2,3N$; $P=0,0070$; $CV=19\%$; $r^2=0,28$) e quadrático em função da ST ($\hat{Y}= 849,0 + 4,92ST - 0,0033ST^2$; $P=0,0216$; $CV=20\%$; $r^2=0,24$).

Houve interação níveis de N \times ST para a densidade de perfilhos basais e axilares ($P<0,05$). A análise de contraste (0 vs outros) em cada ST mostrou que a densidade de perfilhos basais foi superior ($P<0,05$). Na ausência de adubação nitrogenada quando a ST foi de 297 graus-dia (642 vs 465 perfilhos/m²) e 563 graus-dia (664 vs 450 perfilhos/m²). A densidade de perfilhos basais, com valor médio de $483,9\pm 113$ perfilhos/m², não foi alterada quando a ST foi de 772 e 1104 graus-dia ($P>0,05$). A densidade de perfilhos axilares ajustou-se ao modelo de regressão linear positivo em função da ST na ausência de adubação nitrogenada ($\hat{Y}_{0N}= -118,6 + 1,06ST$; $P=0,0076$;

CV=36%; $r^2=0,72$) e com uso de 150 ou 300 kg/ha de N ($\hat{Y}_{150/300N} = -432,9 + 2,37ST$; $P < 0,0001$; CV=32%; $r^2=0,79$).

Não houve interação níveis de N \times ST para o fluxo de crescimento de lâminas foliares dos perfilhos basais e não houve efeito dos níveis de N ($P > 0,05$; tabela 02). O fluxo de crescimento de lâminas nos perfilhos basais ajustou-se ao modelo de regressão quadrático em função da ST ($\hat{Y} = -0,1658 + 0,1088ST - 0,000088ST^2$; $P = 0,0002$; CV=28%; $r^2=0,58$).

Tabela 02- Fluxos de biomassa foliar, eficiência de utilização e balanço líquido das lâminas foliares dos perfilhos basais do papuã em função dos níveis de nitrogênio (N) e da soma térmica

Níveis de N ¹	Fluxo de crescimento ²	Fluxo de senescência ²	Fluxo de consumo ²	Eficiência de utilização	Balanço líquido ²
0	31,0	36,0	59,3	1,86	-64,4
150	22,9	26,3	42,6	1,67	-46,0
300	22,0	25,2	51,9	2,35	-55,1
Soma térmica ³					
297	25,1	31,6	24,9	1,00	-31,5
563	30,6	30,9	95,2	3,12	-95,5
772	33,9	30,9	66,1	2,01	-63,5
1104	11,9	23,1	18,9	1,70	-30,2
Desvio padrão	10,7	7,9	35,0	1,00	30,7
Probabilidade					
Interação N * Soma térmica	0,7671	0,4879	0,1335	0,6839	0,1455

¹kg/ha de N; ²kg/ha/dia de MS; ³graus-dia

Houve interação níveis de N \times ST para o fluxo de crescimento de colmos dos perfilhos basais ($P = 0,0358$; tabela 02). O fluxo de crescimento de colmos nos perfilhos basais na ausência de adubação nitrogenada ajustou-se ao modelo de regressão linear positivo em função da ST ($\hat{Y}_{0N} = 4,47 + 0,0048ST$; $P = 0,0343$; CV=18%; $r^2=0,55$). O

fluxo de crescimento de colmos dos perfilhos basais ($6,5 \pm 2$ kg/ha/dia de MS) não foi alterado em função da ST quando foram utilizadas as doses de 150 ou 300 kg/ha de N.

Não houve interação níveis de N \times ST para o fluxo de senescência dos perfilhos basais ($P=0,4879$; tabela 02). O fluxo de senescência nos perfilhos basais reduziu linearmente em função dos níveis de N ($\hat{Y} = 34,6 - 0,036N$; $P=0,0036$; $CV=22\%$; $r^2=0,32$) e não foi alterado em função da ST ($29,1 \pm 7$ kg/ha/dia de MS).

Não houve interação níveis de N \times ST para o fluxo de consumo de lâminas foliares nos perfilhos basais ($P>0,05$; tabela 02). O fluxo de consumo de lâminas foliares dos perfilhos basais ($51,3 \pm 35$ kg/ha/dia de MS) não foi alterado com a utilização dos níveis de N ($P=0,6816$), ajustando-se ao modelo de regressão quadrático em função da ST ($\hat{Y} = -88,4 + 0,5094ST - 0,00037ST^2$; $P<0,0001$; $CV=38\%$; $r^2=0,71$). O fluxo de consumo de lâminas foliares dos perfilhos basais correlacionou-se positivamente com o fluxo de crescimento de lâminas foliares desses perfilhos ($r=0,56$; $P=0,0149$).

Houve interação níveis de N \times ST para os fluxos de crescimento de lâminas foliares dos perfilhos axilares ($P<0,05$; tabela 02). O fluxo de crescimento de lâminas foliares dos perfilhos axilares quando aplicados os níveis zero ($26,0$ kg/ha/dia de MS) ou 300 kg/ha de N ($56,2$ kg/ha/dia de MS), não foi alterado em função da ST ($P>0,05$). O fluxo de crescimento de lâminas foliares dos perfilhos axilares, quando aplicado 150 kg/ha de N, ajustou-se ao modelo de regressão linear positivo em função da ST ($\hat{Y}_{150N} = 2,98 + 0,0699ST$; $P=0,0418$; $CV=44\%$; $r^2=0,52$).

Não houve interação níveis de N \times ST para o fluxo de crescimento de colmos dos perfilhos axilares ($15,2$ kg/ha de MS) e esse fluxo não foi alterado pelos níveis de N. O fluxo de crescimento de colmos dos perfilhos axilares ajustou-se ao modelo de

regressão linear positivo em função da ST ($\hat{Y} = -6,36 + 0,0361ST$; $P < 0,0001$; $CV = 60\%$; $r^2 = 0,52$).

Não houve interação níveis de $N \times ST$ para o fluxo de senescência dos perfilhos axilares e essa variável não foi alterada pelo uso de N ($P > 0,05$; tabela 02). O fluxo de senescência dos perfilhos axilares ajustou ao modelo de regressão linear positivo em função da ST ($\hat{Y} = -1,61 + 0,0806ST$; $P < 0,0001$; $CV = 38\%$; $r^2 = 0,59$). O fluxo de senescência dos perfilhos axilares associou-se positivamente com o fluxo de crescimento de lâminas foliares ($r = 0,82$; $P < 0,0001$) e de colmos ($r = 0,83$; $P < 0,0001$) dos perfilhos axilares.

Houve interação níveis de $N \times ST$ para o fluxo de consumo de lâminas foliares dos perfilhos axilares ($P < 0,001$; tabela 02). O fluxo de consumo de lâminas foliares dos perfilhos axilares ajustou-se aos modelos de regressão quadráticos em função da ST quando foram aplicadas as doses zero ($\hat{Y}_{0N} = -121,1 + 0,5488ST - 0,00036ST^2$; $P < 0,0440$; $CV = 54\%$; $r^2 = 0,62$) e 300 kg/ha de N ($\hat{Y}_{300N} = -283,8 + 1,27ST - 0,00082ST^2$; $P < 0,0316$; $CV = 45\%$; $r^2 = 0,68$). No decorrer do ciclo do papuã o fluxo de consumo de lâminas foliares dos perfilhos axilares foi de $87,3 \pm 61$ kg/ha de MS com 150 kg/ha de N , independentemente da ST ($P > 0,05$). Nos perfilhos axilares, o fluxo de consumo de lâminas foliares correlacionou-se alta e positivamente com o fluxo de crescimento de lâminas foliares quando utilizados os níveis zero ($r = 0,91$; $P = 0,0016$), 150 ($r = 0,75$; $P = 0,0301$) e 300 kg/ha de N ($r = 0,78$; $P = 0,0215$).

Não houve interação níveis de $N \times ST$ para a eficiência de utilização e para o balanço líquido das lâminas foliares dos perfilhos basais e axilares ($P > 0,05$; tabela 02). A eficiência de utilização e o balanço líquido das lâminas foliares dos perfilhos basais e axilares não foram influenciados pelos níveis de N ($P > 0,05$). O balanço líquido das lâminas foliares dos perfilhos axilares ajustou-se ao modelo de regressão linear negativo

em função dos níveis de N ($\hat{Y} = -61,7 - 0,25N$; $P=0,0286$; $CV=64\%$; $r^2=0,20$). Essa variável correlacionou-se negativamente com a taxa de lotação ($r=-0,54$; $P=0,0055$).

A eficiência de utilização das lâminas foliares dos perfilhos basais ($\hat{Y} = -1,456 + 0,01127ST - 0,00000773ST^2$; $P=0,0031$; $CV=43\%$; $r^2=0,35$) e axilares ($\hat{Y} = -1,45663 + 0,01127ST - 0,00000773ST^2$; $P=0,0031$; $CV=43\%$; $r^2=0,35$) ajustou-se aos modelos de regressão quadráticos em função da ST. O balanço líquido das lâminas foliares dos perfilhos basais ($\hat{Y} = 61,0 - 0,4212ST + 0,00030ST^2$; $P<0,0001$; $CV=35\%$; $r^2=0,62$) e axilares ($\hat{Y} = 154,0 - 0,7191ST + 0,00042ST^2$; $P<0,0085$; $CV=54\%$; $r^2=0,45$) ajustou-se aos modelos de regressão quadráticos em função da ST.

Tabela 03- Fluxos de biomassa foliar, eficiência de utilização e balanço líquido das lâminas foliares dos perfilhos axilares do papuã em função dos níveis de nitrogênio (N) e da soma térmica

Nível de N ¹	Fluxo de crescimento ²	Fluxo de senescência ²	Fluxo de consumo ²	Eficiência de utilização	Balanço líquido ²
0	26,0	35,8	53,3	1,86	-63,0
150	50,8	60,5	87,3	1,66	-97,0
300	56,2	64,2	130,7	2,35	-138,7
Soma térmica ³					
297	17,5	22,8	17,2	1,00	-22,5
563	35,9	36,7	111,3	3,12	-112
772	73,7	70,8	150,7	2,01	-147,8
1104	73,7	83,6	82,7	1,70	-116,1
Desvio padrão	28,8	31,5	72,0	1,01	70,6
Probabilidade					
Interação N * Soma térmica	<0,001	>0,0500	<0,0010	0,6833	0,6166

¹kg/ha de N; ²kg/ha/dia de MS; ³graus-dia

Discussão

Durante o período experimental, a temperatura média foi semelhante a média histórica (23,6°C), a precipitação pluviométrica superou em 9,6% (13,7 mm) a

precipitação esperada e a insolação média foi 13,7% (26,6 horas) superior a insolação média histórica. De acordo com esses dados meteorológicos as condições climáticas foram adequadas para o desenvolvimento das plantas.

O efeito do nitrogênio (N) sobre a densidade de perfilhos basais e axilares evidencia a capacidade do papuã de alterar a estratégia de emissão de novos perfilhos com a variação na disponibilidade desse nutriente no solo. Em resposta ao N adicional, independentemente do nível utilizado, ocorreu desenvolvimento de um maior número de perfilhos nas gemas axilares. Nos piquetes onde não foi utilizado N, a densidade de perfilhos axilares aumentou 1,06 perfilhos/m² para cada grau-dia acumulado. Quando utilizados 150 ou 300 kg/ha de N, o aumento na densidade de perfilhos axilares foi de 2,37 perfilhos/m² para cada grau-dia acumulado. Com a presença de fertilização nitrogenada é provável que a taxa de aparecimento tenha sido maior do que a taxa de mortalidade de perfilhos, visto que o equilíbrio entre essas variáveis define a densidade de perfilhos (Lemaire e Chapman 1996).

A maior densidade de perfilhos axilares posicionados no estrato superior do dossel pode ter sido uma estratégia de adaptação ao menor número de perfilhos basais nos piquetes fertilizados com N, até o acúmulo de 563 graus-dia. Nesse valor de ST, de acordo com o modelo de regressão, a densidade de perfilhos axilares foi de 478,1, na ausência de N e de 901,4 perfilhos/m², quando utilizado 150 ou 300 kg/ha de N. A presença de 88,5% a mais de perfilhos axilares com a utilização do N pode ter aumentado o índice de área foliar no estrato superior do dossel. Isso pode ter prejudicado o aparecimento e determinando a maior mortalidade dos perfilhos basais (Lemaire e Chapman 1996).

Os fluxos de crescimento de lâminas foliares e de colmos nos perfilhos basais e axilares evidenciam a capacidade do papuã de alterar os seus padrões de acúmulo de

forragem em resposta ao maior aporte de N. Os perfilhos basais, na ausência de N adicional, utilizam o N disponível para aumentar o fluxo de crescimento de colmos em 0,0048 kg/ha/dia de MS para cada grau-dia acumulado. Nos perfilhos basais, o fluxo de crescimento de lâminas de lâminas foliares não responde a maior disponibilidade de N. Nesses perfilhos, o maior valor de fluxo de crescimento de lâminas foliares (33,3 kg/ha/dia de matéria seca (MS)) ocorreu quando a ST foi de 618,1 graus-dia (36 dias de utilização do papuã).

A ausência de efeito do uso de 150 ou 300 kg/ha de N sobre os fluxos de crescimento de lâminas foliares e de colmos dos perfilhos basais pode ser explicado em função do N adicional ter sido utilizado para aumentar a densidade de perfilhos axilares. Entretanto, nos perfilhos axilares, somente o nível de 150 kg/ha de N aumentou o fluxo de crescimento de lâminas foliares em 0,0699 kg/ha/dia de MS para cada grau-dia acumulado, o que pode ser vantajoso devido a esses perfilhos estarem posicionados no estrato superior do dossel e, assim aumenta a probabilidade de que sejam pastejados.

O fluxo de crescimento de lâminas foliares nos perfilhos axilares (56,2 kg/ha/dia de MS) quando utilizados 300 kg/ha de N foi 2,1 vezes superior em relação ao valor observado na ausência de fertilização nitrogenada e esse aumento equivale a 0,187 kg/ha/dia de MS de lâminas foliares para cada kg de N adicional. Conforme o modelo de regressão linear, o fluxo de crescimento de lâminas foliares nos perfilhos axilares quando utilizado 150 kg/ha de N foi semelhante ao valor (56,2 kg/ha/dia de MS) desse fluxo nos piquetes fertilizados com 300 kg/ha de N quando a ST foi de 761,3 graus-dia, equivalendo a 50 dias após o início da utilização da pastagem e após a aplicação de toda a quantidade de N prevista.

A associação positiva entre os fluxos de crescimento de lâminas foliares e de colmos nos perfilhos axilares pode explicar o aumento na taxa de lotação em função dos

níveis de N, indicando serem esses fluxos responsáveis pelo aumento na capacidade de suporte da pastagem. Essa correlação não foi observada com os fluxos dos perfilhos basais. Para manter a altura de dossel similar no pós-pastejo foi necessário aumentar em 2,3 kg/ha de peso corporal (PC) para cada kg de N adicional. O maior valor de taxa de lotação (2685,2 kg/ha de PC) foi observado quando a ST foi de 745 graus-dia. Salvador et al. (2016), avaliando papuã em método de pastejo contínuo fertilizado com níveis entre zero e 300 kg/ha de N, observaram que a maior taxa de lotação (2049,8 kg/ha de PC) ocorreu quando foram utilizados 112,7 kg/ha de N.

A redução linear observada no fluxo de senescência dos perfilhos basais (0,036 kg/ha de MS/kg de N) em função dos níveis de N pode ter ocorrido, em parte, pela redução na densidade desses perfilhos. Além disso, o maior aporte de N pode ter reduzido a remobilização de N das folhas mais velhas desses perfilhos para expansão dos novos tecidos da planta. A correlação positiva entre o fluxo de senescência com os fluxos de crescimento de lâminas foliares e de colmos dos perfilhos axilares, no entanto, pode ser uma evidência de que parte do N necessário para manter o crescimento é remobilizado internamente nesses perfilhos. O aumento linear de 0,0806 kg/ha de MS/graus-dia no fluxo de senescência foliar pode ter ocorrido para aumentar o aporte de N destinado a formação das estruturas reprodutivas da planta.

A ausência de efeito do N sobre o fluxo de consumo de lâminas foliares dos perfilhos basais pode ser explicada em função da posição em que esses perfilhos se encontram na planta e pela resposta anterior ao N. Houve correlação positiva entre o fluxo de consumo de lâminas foliares e o fluxo de crescimento de lâminas foliares dos perfilhos basais. Conforme o modelo quadrático de regressão, o maior valor de fluxo de consumo de lâminas foliares dos perfilhos basais (86,9 kg/ha/dia de MS) foi observado

quando a ST foi de 688,3 graus-dia, valor próximo ao valor de ST (618,1 graus-dia) na qual ocorreu o máximo fluxo de crescimento de lâminas foliares.

Não foram verificadas correlações do fluxo de consumo de lâminas foliares dos perfilhos basais com as características estruturais do dossel, o que pode estar relacionado ao método de pastejo utilizado o qual não permite a mesma seleção de forragem pelos animais em função da maior frequência de desfolha em um menor período de tempo. Em método de pastejo contínuo, o fluxo de consumo de lâminas foliares esteve associado com a relação folha:colmo da massa de forragem (Hundertmarck et al. 2017).

A existência de interação níveis de N \times ST para o fluxo de consumo de lâminas foliares dos perfilhos axilares demonstra padrão de resposta diferente desse fluxo com a variação na disponibilidade de N durante o acúmulo térmico. As correlações entre os fluxos de crescimento e de consumo de lâminas foliares podem ser explicadas em função de que a quantidade de lâminas foliares disponíveis para os animais é dependente do seu crescimento no intervalo entre pastejos. Na ausência de fertilização nitrogenada, o maior fluxo de consumo de lâminas foliares dos perfilhos axilares (88,05) foi observado quando a ST foi de 762,2 graus-dia. O uso de 300 kg/ha de N proporcionou que, quando acumulados 774,3 graus-dia, houvesse o maior fluxo de consumo de lâminas foliares dos perfilhos axilares, sendo esse fluxo 2,3 vezes superior ao máximo valor observado sem N adicional. Quando utilizados 150 kg/ha de N não foi obtido o mesmo padrão de resposta no fluxo de consumo de lâminas foliares dos perfilhos axilares, o qual permaneceu inalterado em função da ST, o que pode ter proporcionado uma dieta com maior qualidade por um maior período de tempo.

A similaridade observada na eficiência de utilização das lâminas foliares nos perfilhos basais e axilares, independentemente dos níveis de N, pode ser explicada pelo

ajuste da taxa de lotação para manter a mesma altura de dossel pós pastejo. Em método intermitente de desfolhação (sob regime de cortes ou pastejo), a maior eficiência de utilização da forragem ocorre quando a desfolhação coincide com a máxima taxa de crescimento do pasto (Gastal e Lemaire 2015). Essa relação descrita pelos autores se aplica para a eficiência de utilização e o fluxo de crescimento de lâminas foliares nos perfilhos basais, que apresentou maior valor quando a ST foi de 618,1 graus-dia. Essa ST antecedeu em 111,9 graus-dia (7,3 dias) o valor da soma térmica na qual foi observado o ponto de máxima eficiência de utilização das lâminas foliares. Essa diferença pode ter ocorrido em função de que o fluxo de crescimento foi avaliado no período de descanso e o fluxo de consumo avaliado no período de ocupação das parcelas. De acordo com o modelo quadrático de regressão, o maior valor de eficiência de utilização de lâminas foliares (perfilhos basais=2,66; perfilhos axilares=2,65), ocorreu aproximadamente aos 730 graus-dia (perfilhos basais=731,8 graus-dia, perfilhos axilares=728,9 graus-dia).

O aumento na disponibilidade de N influenciou de forma diferente o balanço líquido das lâminas foliares nos perfilhos basais e axilares. Nos perfilhos basais, independentemente do nível de N utilizado, o balanço líquido das lâminas foliares foi similar (-55,1 kg/ha de MS). A magnitude do efeito dos níveis de N sobre o fluxo de senescência dos perfilhos basais não foi suficiente para alterar o balanço líquido das lâminas foliares. De acordo com o modelo de regressão, o menor balanço líquido das lâminas foliares dos perfilhos basais (-86,8 kg/ha/dia de MS) ocorreu quando a ST foi de 702,0 graus-dia.

A redução linear observada no balanço líquido das lâminas foliares dos perfilhos axilares (0,25 kg/ha de MS/kg de N) em função dos níveis de N pode ser explicada em função de que a taxa de lotação foi maior com a aplicação de N. Essa hipótese pode ser

confirmada pela correlação significativa entre essas variáveis, sendo que a mesma correlação não foi verificada quando avaliada nos perfilhos basais. De acordo com o modelo de regressão quadrático, o menor valor de balanço líquido das lâminas foliares dos perfilhos axilares (-153,8 kg/ha/dia de MS) ocorreu quando a ST foi de 856,1 graus-dia.

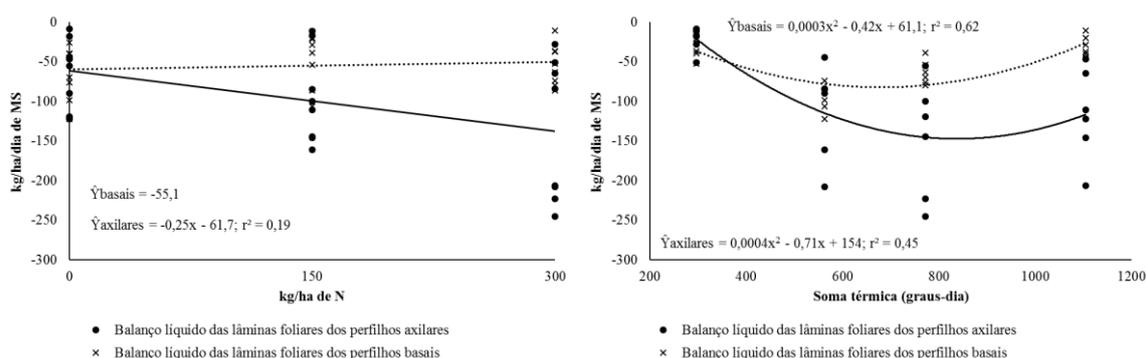


Figura 1- Balanço líquido das lâminas foliares dos perfilhos basais e axilares do papua em função dos níveis de nitrogênio (N) e da soma térmica

Conclusão

A dinâmica de perfilhamento do papuã é modificada pelo uso de fertilização nitrogenada em papuã em níveis superiores a 150 kg/ha. O uso de 300 kg/ha de N diminui a densidade de perfilhos basais e aumenta a densidade de perfilhos axilares. Nos perfilhos basais, o uso de N independentemente do nível, aumenta o fluxo de crescimento de colmos e diminui o fluxo de senescência foliar. Nos perfilhos axilares, o N influencia positivamente o fluxo de crescimento e proporciona menor balanço líquido de lâminas foliares. O uso de N em papuã não modifica a eficiência de utilização das lâminas foliares dos perfilhos basais e axilares.

Referências bibliográficas

BENVENUTTI MA, GORDON IJ AND POPPI DP. 2006. The effect of density and physical properties of grass stems on the foraging behavior and instantaneous intake rate by cattle grazing an artificial reproductive tropical sward. **Grass Forage Sci** 61: 272-281.

CARRÈRE P, LOUAULT F AND SOUSSANA JF. 1997. Tissue turnover within grass-clover mixed swards grazed by sheep. Methodology for calculating growth senescence and intake fluxes. **J Appl Ecol** 34: 333-348.

COSTA VG, ROCHA MG, PÖTTER L, ROSO D, ROSA ATN AND REIS J. 2011. Grazing behavior and forage ingestion by beef heifers on pearl millet and alexander grass pastures. **Rev Bras Zootec** 40: 251-259.

CQFS. 1994. Recomendações de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Passo Fundo: SBCS Núcleo Regional Sul, 224p.

ELOY LR, ROCHA MG, PÖTTER L, SALVADOR PR, STIVANIM SCB AND HAMPEL VS. 2014. Biomass flows and defoliation patterns of alexandergrass pasture grazed by beef heifers, receiving or not protein salt. **Acta Sci-An Sci** 36: 123-128.

EMBRAPA. 2006. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro: EMBRAPA. Rio de Janeiro. 306p

GASTAL F, LEMAIRE G. 2015. Defoliation, shoot plasticity, sward structure and herbage utilization in pastures: Review of the underlying ecophysiological processes. **Agriculture** 4: 1146-1171.

IRVING LJ. 2015. Carbon assimilation, biomass partitioning and productivity in grasses. **Agriculture** 5: 1116-1134.

KOZLOSKI GV, NETTO DP, OLIVEIRA L, MAIXNER AR, LEITE DT, MACCARI M, BRONDANI IL, SANCHEZ LMB AND QUADROS FLF. 2006. Uso de óxido de

chromo como indicador da excreção fecal de bovinos em pastejo: variação das estimativas em função do horário de amostragem. **Cienc Rural** 36: 599-603.

LEMAIRE G, OOSTEROM EV, SHEEHY S, JEUFFROY MH, MASSIGNAM A AND ROSSATO L. 2007. Is crop N demand more closely related to dry matter accumulation or leaf area expansion during vegetative growth? **Field Crops Res** 100: 91-106.

LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. F. **Tissue flows in grazed plant communities**. In: Hogdson, J. and Illius, A. W. (eds) *The ecology of management of grazing systems*. CAB International, Wallingford, UK, p. 3-36, 1996.

SALVADOR PR, PÖTTER L, ROCHA MG, ELOY LR, HAMPEL VS, STIVANIN SB, ROSA ATN E SICHONANY MJO. 2014. Fluxos de tecidos foliares em papuã sob pastejo de bezerras de corte em diferentes frequências de suplementação. **Rev Bras Saúde Prod An** 15: 835-845.

SALVADOR PR, PÖTTER L, ROCHA MG, HUNDERTMARCK AP, SICHONANY MJO, AMARAL NETO LG, NEGRINI M AND MOTERLE PH. 2016. Sward structure and nutritive value of Alexandergrass fertilized with nitrogen. **An Acad Bras Ciênc** 88: 385-395.

SILVA SC AND NASCIMENTO JUNIOR D. 2007. Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: características morfofisiológicas e manejo do pastejo. **Rev Bras Zootec** 36: 121-138.

WESTPHALEN SL. Forrageiras de clima tropical e subtropical Zoneamento climático. In: **ZONEAMENTO AGRÍCOLA, ESTUDOS BÁSICOS**. 2., 1975, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Governo do Estado do Rio Grande do Sul, 1975. p.26 -32.

4 DISCUSSÃO

As pastagens são formadas por plantas com diferentes características, as quais se diferenciam umas das outras pelo hábito de crescimento, nível de exposição dos meristemas e órgãos de reserva aos herbívoros e presença ou ausência de estolões. As diferenças morfológicas existentes entre as espécies são dadas em função do processo de morfogênese da planta, descrita por Chapman e Lemaire (1996) como a dinâmica de geração e expansão da forma da planta no espaço. As características morfogênicas são responsáveis pela determinação da estrutura do dossel como o tamanho da folha, número de folhas vivas no perfilho e densidade populacional de perfilhos. Por meio dessas características, podem ser definidas algumas estratégias de manejo por meio da utilização de adubação nitrogenada, pastejo ou cortes (CRUZ; BOVAL, 2000). Além da definição dessas estratégias, as características morfogênicas e estruturais permitem avaliar os fluxos de biomassa os quais servem como indicadores da eficiência do manejo adotado.

O efeito do uso de adubação nitrogenada sobre o índice de nutrição nitrogenada (INN), morfogênese e fluxos de biomassa de papuã manejado em método de pastejo com lotação rotacionada e altura pós pastejo de aproximadamente 30 cm foi avaliada. Em pastagem de papuã, o uso de nitrogênio (N) dentro da faixa de 0 a 300 kg/ha aumenta de forma linear o INN devido a maior absorção desse nutriente pelas raízes. O maior valor de INN ocorreu quando a soma térmica foi de 625 graus-dia, e esse valor se deu nove dias após a última dose de N.

A magnitude do efeito dos níveis de N não foi suficiente para alterar a expansão foliar e dos colmos. Essa resposta não é a usualmente relatada na literatura, a qual mostra que, com o aumento na fertilização nitrogenada ocorre maior taxa de expansão desses componentes (HUNDERTMARCK et al., 2017; TIECHER et al., 2017). Esse resultado pode ser atribuído a quantidade de radiação luminosa interceptada pelas folhas, a qual pode ter limitado a taxa fotossintética das plantas. A avaliação do índice de área foliar poderia ser incluída em avaliação futura para incluir esse efeito na discussão dos resultados. Além disso, o período de descanso de dois filocrono pode ter sido muito longo o que fez com que as diferenças não aparecessem.

O papuã apresenta hábito de crescimento decumbente durante o início do seu desenvolvimento, similar a espécies estoloníferas. Após o período de estabelecimento, com o aumento da cobertura do solo, o seu hábito de crescimento passa a ser o cespitoso

e isso induz a diferentes respostas ao N nas duas fases (CRUZ; BOVAL, 2000). Esse hábito de crescimento do papuã pode estar relacionado a variação na sua morfogênese, modificando a estratégia de utilização do N durante o seu desenvolvimento.

O intervalo entre pastejos de 200 graus-dia (GD) pode ter evitado aumento na taxa de expansão dos colmos. Nesse intervalo térmico os colmos expandiram 6,1 cm o que pode não ter alterado a radiação luminosa incidente sobre o dossel em quantidade e qualidade, e com isso não desencadeando uma resposta fotomorfogênica, a qual aumenta o alongamento das hastes (CHORY, 1997). A semelhança observada no comprimento dos colmos em todos os níveis de N é vantajosa, pois evita o acúmulo de colmos na massa de forragem. Além disso, os colmos atuam como uma barreira física para realização do bocado (BENVENUTTI et al., 2006) e podem aumentar a participação de material morto e senescente na massa de forragem (SALVADOR et al. 2016).

Para manter a mesma altura de dossel pós-pastejo em todas os piquetes foi necessário aumentar em 0,0084 animais/ha para cada kg de N adicional. O maior número de animais/ha (9,9) foi observado quando a soma térmica foi de 783,3 graus-dia. Considerando que o acúmulo térmico diário médio foi de 15,2 graus-dia, as lâminas foliares permaneceram vivas por 23,8 dias sendo pastejadas 2,4 vezes em cada ciclo de pastejo e 3,5 vezes enquanto permaneceram vivas. Dividindo-se os dias de duração do ciclo de pastejo pelo número de pastejos observados na lâmina foliar no ciclo, observa-se que o intervalo entre desfolhas foi de 6,7 dias, sendo esse valor similar aos valores apresentados na literatura para o papuã manejado em método de pastejo contínuo (SALVADOR et al., 2014; ELOY et al., 2014; HUNDERTMARCK et al., 2017). Conforme a frequência de desfolha, os animais utilizaram diariamente 60% da área disponível para pastejo equivalendo a 152,8 m² para cada bezerra.

O valor observado de intensidade de desfolha foi superior aos valores de 40-60% relatados por Gastal e Lemaire (2015), os quais consideram ser constante e independente do método de pastejo adotado. Entretanto, essa constância não foi observada, pois conforme o modelo de regressão quadrático, a maior intensidade de desfolha (74,7%) ocorreu quando a soma térmica foi de 627,1 graus-dia. Se as lâminas foliares foram desfolhadas 3,5 vezes e a cada desfolha foi removido 66,5% do comprimento, a eficiência de colheita das lâminas foliares pelos animais foi de 99,3%. Esse valor de eficiência é 26,3% superior ao valor relatado na literatura por Mazzanti e

Lemaire (1994). Esse menor valor de eficiência de colheita observado por esses autores pode ser explicada em função da menor frequência de desfolha (20,5 dias).

O efeito do nitrogênio (N) sobre a densidade de perfilhos basais e axilares evidencia a capacidade do papuã de alterar a estratégia de emissão de novos perfilhos com a variação na disponibilidade desse nutriente no solo. Em resposta ao N adicional, independentemente do nível utilizado, ocorreu desenvolvimento de um maior número de perfilhos nas gemas axilares.

O efeito do N sobre os fluxos de crescimento de lâminas foliares e de colmos nos perfilhos basais e axilares evidencia a capacidade do papuã de alterar os seus padrões de acúmulo de forragem em resposta ao maior aporte de N. Os perfilhos basais, na ausência de N adicional, utilizam o N disponível para aumentar o fluxo de crescimento de colmos em 0,0048 kg/ha/dia de MS para cada grau-dia acumulado. Nos perfilhos basais, o fluxo de crescimento de lâminas foliares não responde a maior disponibilidade de N. Nesses perfilhos, o maior valor de fluxo de crescimento de lâminas foliares (33,3 kg/ha/dia de matéria seca (MS)) ocorreu quando a ST foi de 618,1 graus-dia.

Nos perfilhos axilares, somente o nível de 150 kg/ha de N aumentou o fluxo de crescimento de lâminas foliares de 0,0699 kg/ha/dia de MS para cada grau-dia acumulado, o que pode ser vantajoso devido a esses perfilhos estarem posicionados no estrato superior do dossel e, assim existe maior probabilidade de que sejam pastejados. O fluxo de crescimento de lâminas foliares nos perfilhos axilares (56,2 kg/ha/dia de MS) quando utilizados 300 kg/ha de N foi 2,1 vezes superior em relação ao valor observado na ausência de fertilização nitrogenada e esse aumento equivale a 0,187 kg/ha/dia de MS de lâminas foliares para cada kg de N adicional. Conforme o modelo de regressão linear, o fluxo de crescimento de lâminas foliares nos perfilhos axilares quando utilizado 150 kg/ha de N foi semelhante ao valor (56,2 kg/ha/dia de MS) desse fluxo nos piquetes fertilizados com 300 kg/ha de N quando a ST foi de 761,3 graus-dia, equivalendo a 50 dias após o início da utilização da pastagem e após a aplicação de toda a quantidade de N prevista.

A redução linear observada no fluxo de senescência dos perfilhos basais (0,036 kg/ha de MS/kg de N) em função dos níveis de N pode ter ocorrido, em parte pela redução na densidade desses perfilhos. Além disso, o maior aporte de N pode ter reduzido a remobilização de N das folhas mais velhas desses perfilhos para expansão dos novos tecidos da planta. No entanto, a correlação positiva entre o fluxo de

senescência com os fluxos de crescimento de lâminas foliares e de colmos dos perfilhos axilares pode ser uma evidência de que parte do N necessário para manter o crescimento é remobilizado internamente nesses perfilhos.

A similaridade observada na eficiência de utilização das lâminas foliares nos perfilhos basais e axilares, independentemente dos níveis de N, pode ser explicada pelo ajuste da taxa de lotação para manter a mesma altura de dossel no pós pastejo, o qual manteve inalterada a relação entre os fluxos de consumo e de crescimento de lâminas foliares.

O aumento na disponibilidade de N influenciou de forma diferente o balanço líquido das lâminas foliares nos perfilhos basais e axilares. Nos perfilhos basais, independentemente do nível de N utilizado, o balanço líquido das lâminas foliares foi similar (-55,1 kg/ha de MS). A magnitude do efeito dos níveis de N sobre o fluxo de senescência dos perfilhos basais não foi suficiente para alterar o balanço líquido das lâminas foliares. De acordo com o modelo de regressão, o menor balanço líquido das lâminas foliares dos perfilhos basais (-86,8 kg/ha/dia de MS) ocorreu quando a ST foi de 702,0 graus-dia.

A redução linear observada no balanço líquido das lâminas foliares dos perfilhos axilares (0,25 kg/ha de MS/kg de N) em função dos níveis de N pode ser explicada em função de que a taxa de lotação foi maior com a aplicação de N. Essa hipótese pode ser confirmada pela correlação significativa entre essas variáveis, sendo que a mesma correlação não foi verificada quando avaliada nos perfilhos basais.

5 CONCLUSÃO

O uso de fertilização nitrogenada entre zero e 300 kg/ha de N em pastagem de papuã manejado sob método de pastejo rotacionado aumenta de forma linear o índice de nutrição nitrogenada das plantas. A taxa de aparecimento foliar em papuã é dependente do uso de N, sendo que a taxa de expansão foliar, a duração de vida das folhas e as características estruturais dos perfilhos não são alterados. Entretanto, a taxa de senescência foliar do papuã é reduzida com o uso de 300 kg/ha de N.

A dinâmica de perfilhamento é modificada pelo uso de fertilização nitrogenada em papuã em níveis superiores a 150 kg/ha de N, quando avaliados níveis entre zero e 300 kg/ha. Nos piquetes fertilizados com 300 kg/ha de N houve redução na densidade de perfilhos basais e aumento na densidade de perfilhos axilares. Nos perfilhos basais, o uso de N, independentemente do nível, aumenta o fluxo de crescimento de colmos e diminui o fluxo de senescência foliar. Nos perfilhos axilares, o N influencia positivamente o fluxo de crescimento e proporciona menor balanço líquido de lâminas foliares. O uso de N em papuã não modifica a eficiência de utilização das lâminas foliares dos perfilhos basais e axilares. Como sugestão para estudo futuro seria definir o período entre pastejos em 180 graus-dia conforme o valor de filocrono calculado nesse estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BENVENUTTI, M. A.; GORDON, I. J.; POPPI, I. J. M. A. The effect of density and physical properties of grass stem on the foraging behavior and instantaneous intake rate by cattle grazing an artificial reproductive tropical swards. **Grass and Forage Science**, v. 61, n. 3, p. 272-281, 2006.

CHORY, J. Light modulation of vegetative development. **The Plant Cell**, v.9, p.1225-1234, 1997.

CRUZ, P.; BOVAL, M. Effect of nitrogen on some morphogenetic traits of temperate and tropical perennial forage grasses. In: *Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology*, CAB International, eds. Lemaire, G.; Moraes, A.; Nabinger, C. and Carvalho, P. C. F. Wallingfor, CAB, p. 151-167, 2000.

ELOY, L. R. et al. Biomass flows and defoliation patterns of Alexandergrass pasture grazed by beef heifers, receiving or not salt protein. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 36, n. 2, p. 123-128, 2014.

GASTAL, F.; LEMAIRE, G. Defoliation, shoot plasticity, sward structure and herbage utilization in pasture: review of the underlying ecophysiological processes. **Agriculture**, n. 5, v. 4, p. 1146-1171, 2015.

HUNDERTMARCK, A. P. et al. O. Biomass flow and defoliation pattern in Alexandergrass fertilized with nitrogen. **Bioscience Journal**, v. 33, n.1, p. 143-152, 2017.

LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. F. **Tissue flows in grazed plant communities**. In: Hogsdon, J. and Illius, A. W. (eds) *The ecology of management of grazing systems*. CAB International, Wallingford, UK, p. 3-36, 1996.

MAZZANTI, A.; LEMAIRE, G. Effect of nitrogen fertilization on herbage production of tall fescue swards continuously grazed by sheep. 2. Consumption and efficiency of herbage utilization. **Grass and forage Science**, v. 49, n. 3, p. 352-359, 1994.

SALVADOR, P. R. et al. O. Fluxos de tecidos foliares em papuã sob pastejo de bezerras de corte em diferentes frequências de suplementação. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 15, n. 4, p. 835-845, 2014.

SALVADOR, P. R. et al. Sward structure and nutritive value of Alexandergrass fertilized with nitrogen. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 88, n. 1, p. 385-395, 2016.

TIECHER, D. D. et al. Morphogenesis and structure of Tifton 85 cultivated in subtropical climate and fertilized with nitrogen. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 38, n. 4, p. 389-393, 2017.

APÊNDICE A – CHAVE PARA IDENTIFICAR AS VARIÁVEIS ESTUDADAS

A	Níveis de nitrogênio (N; kg/ha de N)
B	Repetição
C	Soma térmica (graus-dia)
D	Piquete
E	Índice de nutrição nitrogenada
F	Taxa de expansão foliar (cm/graus-dia)
G	Taxa de expansão de colmos (cm/graus-dia)
H	Taxa de senescência foliar (cm/graus-dia)
I	Taxa de aparecimento foliar (folhas/graus-dia)
J	Filocrono (graus-dia)
K	Duração de vida das folhas (graus-dia)
L	Duração da expansão foliar (graus-dia)
M	Comprimento dos colmos (cm)
N	Intensidade de desfolha (%)
O	Frequência de desfolhação
P	Comprimento das lâminas foliares (cm)
Q	Número de animais (animais/ha)
R	Taxa de lotação (kg/ha de peso corporal)
S	Densidade de perfilhos basais (perfilhos/m ²)
T	Densidade de perfilhos axilares (perfilhos/m ²)
U	Altura de dossel pós-pastejo (cm)
V	Concentração de N nos colmos (%)
W	Concentração de N nas folhas (%)
X	Fluxo de crescimento de folhas dos perfilhos axilares (kg/ha/dia de matéria seca (MS))
Y	Fluxo de crescimento de colmos dos perfilhos axilares (kg/ha/dia de MS)
Z	Fluxo de senescência dos perfilhos axilares (kg/ha/dia de MS)
AA	Fluxo de consumo de lâminas foliares dos perfilhos axilares (kg/ha/dia de MS)
AB	Eficiência de utilização das lâminas foliares dos perfilhos axilares
AC	Balanco líquido das lâminas foliares dos perfilhos axilares (kg/ha/dia de MS)
AD	Fluxo de crescimento de lâminas foliares dos perfilhos basais (kg/ha/dia de MS)
AE	Fluxo de crescimento de colmos dos perfilhos basais (kg/ha/dia de MS)
AF	Fluxo de senescência dos perfilhos basais (kg/ha/dia de MS)
AG	Fluxo de consumo de lâminas foliares dos perfilhos basais (kg/ha/dia de MS)
AH	Eficiência de utilização das lâminas foliares dos perfilhos basais
AI	Balanco líquido de lâminas foliares dos perfilhos basais (kg/ha/dia de MS)

APÊNDICE B – VALORES DAS VARIÁVEIS ESTUDADAS

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
300	1	297	1	99,5	0,0679	0,0506	0,0431	0,0102	104,2
0	1	297	2	89,9	0,0590	0,0367	0,0496	0,0101	110,6
300	2	297	3	100,4	0,0622	0,0360	0,0473	0,0108	98,6
150	1	297	4	106,4	0,0614	0,0329	0,0515	0,0093	108,6
0	2	297	5	72,2	0,0528	0,0315	0,0377	0,0096	117,0
150	2	297	6	95,5	0,0558	0,0254	0,0361	0,0084	125,2
300	1	563	1	103,0	0,0414	0,0478	0,0426	0,0148	75,5
0	1	563	2	67,3	0,0437	0,0330	0,0393	0,0126	93,0
300	2	563	3	101,3	0,0389	0,0464	0,0409	0,0118	96,2
150	1	563	4	66,7	0,0407	0,0286	0,0366	0,0144	79,9
0	2	563	5	72,4	0,0317	0,0301	0,0317	0,0148	80,7
150	2	563	6	65,4	0,0445	0,0309	0,0354	0,0117	93,1
300	1	772	1	110,0	0,0489	0,0307	0,0644	0,0137	84,0
0	1	772	2	81,1	0,0396	0,0264	0,0573	0,0144	83,7
300	2	772	3	110,9	0,0528	0,0701	0,0369	0,0137	82,0
150	1	772	4	78,9	0,0542	0,0674	0,0719	0,0184	58,8
0	2	772	5	70,1	0,0320	0,0290	0,0542	0,0133	82,1
150	2	772	6	82,7	0,0491	0,0535	0,0665	0,0198	57,6
300	1	1104	1	119,5	0,0223	0,0553	0,0308	.	.
0	1	1104	2	71,8	0,0276	0,0613	0,0559	.	.
300	2	1104	3	104,0	0,0291	0,0272	0,0234	.	.
150	1	1104	4	67,1	0,0344	0,0352	0,0508	.	.
0	2	1104	5	60,2	0,0191	0,0449	0,0580	.	.
150	2	1104	6	83,4	0,0342	0,0581	0,0468	.	.

APÊNDICE B – CONTINUAÇÃO...

A	B	C	D	K	L	M	N	O	P
300	1	297	1	462,6	174,6	25,6	57,1	1,9	19,8
0	1	297	2	512,0	203,1	24,3	56,5	1,7	21,5
300	2	297	3	476,9	169,6	24,3	51,2	2,2	17,7
150	1	297	4	369,1	160,8	18,6	39,5	1,9	18,4
0	2	297	5	447,9	172,7	15,7	63,0	1,5	16,0
150	2	297	6	371,4	184,8	13,4	41,8	1,7	15,6
300	1	563	1	250,6	133,0	31,3	79,7	1,5	22,3
0	1	563	2	283,7	155,2	29,0	71,8	1,5	25,1
300	2	563	3	502,3	180,6	33,6	76,3	1,7	25,8
150	1	563	4	286,3	127,0	34,9	73,8	1,4	27,5
0	2	563	5	379,1	160,0	24,6	72,0	1,7	21,2
150	2	563	6	337,0	174,5	29,1	68,0	1,3	22,0
300	1	772	1	314,6	153,6	24,6	80,3	1,5	17,4
0	1	772	2	319,9	143,4	26,8	79,8	1,5	.
300	2	772	3	271,7	129,3	25,1	64,1	1,8	14,5
150	1	772	4	277,1	103,1	23,3	61,3	1,8	16,0
0	2	772	5	372,2	143,8	20,0	66,6	1,7	14,7
150	2	772	6	285,7	102,4	31,4	68,4	2,1	18,5
300	1	1104	1	.	.	.	77,1	1,6	12,4
0	1	1104	2	.	.	.	93,3	1,5	12,0
300	2	1104	3	.	.	.	56,8	1,8	11,3
150	1	1104	4	.	.	.	77,3	1,9	12,3
0	2	1104	5	.	.	.	67,9	1,9	9,6
150	2	1104	6	.	.	.	84,3	1,6	13,7

APÊNDICE B – CONTINUAÇÃO...

A	B	C	D	Q	R	S	T	U	V
300	1	297	1	9,8	2712,9	456	244	29,9	1,9
0	1	297	2	6,6	1822,4	608	272	32,0	1,7
300	2	297	3	10,1	2797,3	528	736	33,2	1,7
150	1	297	4	8,6	2363,2	380	304	34,1	1,7
0	2	297	5	3,0	827,2	696	232	33,3	0,8
150	2	297	6	6,0	1664,5	496	472	31,7	2,0
300	1	563	1	9,1	2520,9	440	500	30,7	2,2
0	1	563	2	9,1	2503,4	608	448	29,9	1,3
300	2	563	3	8,0	2212,2	508	1224	31,1	1,8
150	1	563	4	10,0	2764,2	380	376	29,3	1,1
0	2	563	5	9,0	2489,3	720	328	35,0	1,4
150	2	563	6	9,8	2706,1	472	712	33,6	1,2
300	1	772	1	11,6	3206,9	400	1116	28,4	1,9
0	1	772	2	9,9	2730,2	540	928	29,1	1,5
300	2	772	3	11,2	3078,3	504	1956	28,6	2,1
150	1	772	4	9,2	2536,9	380	972	28,5	1,1
0	2	772	5	6,5	1793,9	704	512	30,0	1,2
150	2	772	6	10,6	2938,6	468	1260	29,6	1,7
300	1	1104	1	8,5	2338,1	380	2080	28,9	2,3
0	1	1104	2	7,5	2065,9	500	1380	31,3	1,5
300	2	1104	3	9,0	2490,2	480	2952	31,0	2,0
150	1	1104	4	9,9	2731,4	360	1980	32,9	1,2
0	2	1104	5	5,7	1563,7	664	772	34,0	1,0
150	2	1104	6	8,2	2270,5	428	2192	31,7	1,6

APÊNDICE B – CONTINUAÇÃO...

A	B	C	D	W	X	Y	Z	AA	AB
300	1	297	1	3,3	10,5	3,3	15,2	23,5	2,24
0	1	297	2	2,9	17,8	2,5	19,5	16,1	0,91
300	2	297	3	3,3	34,4	8,1	44,2	41,5	1,21
150	1	297	4	3,0	14,8	3,2	24,9	7,4	0,50
0	2	297	5	2,9	9,7	2,4	10,4	7,9	0,81
150	2	297	6	3,0	18,1	5,0	22,9	7,0	0,39
300	1	563	1	2,9	26,3	9,1	28,5	81,7	3,11
0	1	563	2	2,1	27,2	4,4	32,6	84,6	3,11
300	2	563	3	3,1	70,6	22,1	78,8	199,6	2,83
150	1	563	4	2,1	23,8	4,8	25,4	83,4	3,51
0	2	563	5	2,3	16,6	3,7	14,1	47,3	2,86
150	2	563	6	2,1	51,3	8,5	41,0	171,2	3,34
300	1	772	1	3,3	106,4	11,1	87,6	241,4	2,27
0	1	772	2	2,6	55,6	18,5	51,6	123,4	2,22
300	2	772	3	3,3	80,6	42,8	89,1	236,9	2,94
150	1	772	4	2,7	64,8	19,4	85,0	79,9	1,23
0	2	772	5	2,4	34,6	4,8	26,6	63,2	1,83
150	2	772	6	2,4	100,5	23,1	85,4	159,6	1,59
300	1	1104	1	3,6	48,0	38,5	86,1	168,2	3,50
0	1	1104	2	3,1	29,6	28,4	83,2	68,8	2,32
300	2	1104	3	3,1	72,9	25,9	84,2	53,4	0,73
150	1	1104	4	2,8	56,3	20,8	98,4	68,8	1,22
0	2	1104	5	2,4	17,5	11,5	48,6	15,3	0,87
150	2	1104	6	3,0	77,1	45,1	101,4	121,9	1,58

APÊNDICE B – CONTINUAÇÃO...

A	B	C	D	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI
300	1	297	1	-28,2	19,6	6,1	28,5	43,9	2,24	-52,7
0	1	297	2	-17,8	39,8	5,5	43,5	36,0	0,91	-39,8
300	2	297	3	-51,3	24,7	5,8	31,7	29,8	1,21	-36,8
150	1	297	4	-17,5	18,5	4,0	31,1	9,3	0,50	-21,9
0	2	297	5	-8,6	29,2	7,2	31,2	23,7	0,81	-25,7
150	2	297	6	-11,8	19,0	5,3	24,0	7,3	0,39	-12,4
300	1	563	1	-83,9	23,1	8,0	25,1	71,9	3,11	-73,8
0	1	563	2	-90,0	36,9	6,0	44,3	114,8	3,11	-122,1
300	2	563	3	-207,8	29,3	9,2	32,7	82,9	2,83	-86,3
150	1	563	4	-85,0	24,0	4,8	25,6	84,3	3,51	-85,9
0	2	563	5	-44,8	36,4	8,1	30,9	103,8	2,86	-98,3
150	2	563	6	-160,9	34,0	5,6	27,2	113,5	3,34	-106,7
300	1	772	1	-222,6	38,1	4,0	31,4	86,5	2,27	-79,8
0	1	772	2	-119,3	32,4	10,7	30,0	71,8	2,22	-69,4
300	2	772	3	-245,4	20,8	11,0	22,9	61,1	2,94	-63,3
150	1	772	4	-100,0	25,3	7,6	33,2	31,2	1,23	-39,1
0	2	772	5	-55,2	47,6	6,6	36,5	86,9	1,83	-75,8
150	2	772	6	-144,5	37,3	8,6	31,7	59,3	1,59	-53,7
300	1	1104	1	-206,3	8,8	7,0	15,7	30,7	3,50	-37,7
0	1	1104	2	-122,4	10,7	10,3	30,2	24,9	2,32	-44,4
300	2	1104	3	-64,7	11,9	4,2	13,7	8,7	0,73	-10,5
150	1	1104	4	-110,9	10,2	3,8	17,9	12,5	1,22	-20,2
0	2	1104	5	-46,4	15,1	9,9	41,8	13,2	0,87	-39,9
150	2	1104	6	-146,2	15,1	8,8	19,8	23,8	1,58	-28,5

ANEXO A – NORMAS PARA PREPARAÇÃO DE ARTIGOS CIENTÍFICOS SUBMETIDOS A PUBLICAÇÃO NA REVISTA ANAIS DA ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS

8/8/2014

An. Acad. Bras. Ciênc. - Instruções aos autores



ISSN 0001-3765 versão
impressa
ISSN 1678-2690 versão online

INSTRUÇÕES AOS AUTORES

- [Objetivo e política editorial](#)
- [Preparação de originais](#)

Objetivo e política editorial

A revista ANAIS DA ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS encoraja fortemente as submissões online. Uma vez o artigo preparado de acordo com as instruções abaixo, visite o site de submissão online (<http://aabc.abc.org.br>).

As instruções devem ser lidas cuidadosamente e seguidas integralmente. Desta forma, a avaliação e publicação de seu artigo poderão ser feitas com mais eficiência e rapidez. Os editores reservam-se o direito de devolver artigos que não estejam de acordo com estas instruções. Os artigos devem ser escritos em inglês claro e conciso.

OBJETIVO E POLÍTICA EDITORIAL

Todos os artigos submetidos devem conter pesquisa original e ainda não publicada ou submetida para publicação. O primeiro critério para aceitação é a qualidade científica. O uso excessivo de abreviaturas ou jargões deve ser evitado, e os artigos devem ser compreensíveis para uma audiência tão vasta quanto possível. Atenção especial deve ser dada ao Abstract, Introdução e Discussão, que devem nitidamente chamar a atenção para a novidade e importância dos dados relatados. A não observância desta recomendação poderá resultar em demora na publicação ou na recusa do artigo.

Os textos podem ser publicados como uma revisão, um artigo ou como uma breve comunicação. A revista é trimestral, sendo publicada nos meses de março, junho, setembro e dezembro.

TIPOS DE TRABALHOS

Revisões. Revisões são publicadas somente a convite. Entretanto, uma revisão pode ser submetida na forma de breve carta ao Editor a qualquer tempo. A carta deve informar os tópicos e autores da revisão proposta e declarar a razão do interesse particular do assunto para a área.

Artigos. Sempre que possível, os artigos devem ser subdivididos nas seguintes partes: 1. Página de rosto; 2. Abstract (escrito em página separada, 200 palavras ou menos, sem abreviações); 3. Introdução; 4. Materiais e Métodos; 5. Resultados; 6. Discussão; 7. Agradecimentos quando necessário; 8. Resumo e palavras-chave (em português - os autores estrangeiros receberão assistência); 9. Referências. Artigos de algumas áreas, como Ciências Matemáticas, devem observar seu formato usual. Em certos casos pode ser aconselhável omitir a parte (4) e reunir as partes (5) e (6). Onde se aplicar, a parte de Materiais e Métodos deve indicar o Comitê de Ética que avaliou os procedimentos para estudos em humanos ou as normas seguidas para a

manutenção e os tratamentos experimentais em animais. Breves comunicações. Breves comunicações devem ser enviadas em espaço duplo. Depois da aprovação não serão permitidas alterações no artigo, a fim de que somente correções de erros tipográficos sejam feitos nas provas. Os autores devem enviar seus artigos somente em versão eletrônica.

Preparação de originais

PREPARO DOS ARTIGOS

Os artigos devem ser preparados em espaço duplo. Depois de aceitos nenhuma modificação será realizada, para que nas provas haja somente correção de erros tipográficos.

Tamanho dos artigos. Embora os artigos possam ter o tamanho necessário para a apresentação concisa e discussão dos dados, artigos sucintos e cuidadosamente preparados têm preferência tanto em termos de impacto quando na sua facilidade de leitura.

Tabelas e ilustrações. Somente ilustrações de alta qualidade serão aceitas. Todas as ilustrações serão consideradas como figuras, inclusive desenhos, gráficos, mapas, fotografias e tabelas com mais de 12 colunas ou mais de 24 linhas (máximo de figuras gratuitas: cinco figuras). A localização provável das figuras no artigo deve ser indicada.

Figuras digitalizadas. As figuras devem ser enviadas de acordo com as seguintes especificações: 1. Desenhos e ilustrações devem ser em formato.PS/.EPS ou .CDR (Postscript ou Corel Draw) e nunca inseridas no texto; 2. Imagens ou figuras em meio tom devem ser no formato. TIF e nunca inseridas no texto; 3. Cada figura deve ser enviada em arquivo separado; 4. Em princípio, as figuras devem ser submetidas no tamanho em que devem aparecer na revista, i.e., largura de 8 c m (uma coluna) ou 12,6 c m (duas colunas) e com altura máxima para cada figura menor ou igual a 22 c m. As legendas das figuras devem ser enviadas em espaço duplo e em folha separada. Cada dimensão linear das menores letras e símbolos não deve ser menor que 2 mm depois da redução. Somente figuras em preto e branco serão aceitas. 5. Artigos de Matemática, Física ou Química podem ser digitados em Tex, AMS- Tex ou Latex; 6. Artigos sem fórmulas matemáticas podem ser enviados em .RTF ou em WORD para Windows.

Página de rosto. A página de rosto deve conter os seguintes itens: 1. Título do artigo (o título deve ser curto, específico e informativo); 2. Nome (s) completo (s) do (s) autor (es); 3. Endereço profissional de cada autor; 4. Palavras-chave (4 a 6 palavras, em ordem alfabética); 5. Título abreviado (até 50 letras); 6. Seção da Academia na qual se enquadra o artigo; 7. Indicação do nome, endereço, números de fax, telefone e endereço eletrônico do autor a quem deve ser endereçada toda correspondência e prova do artigo.

Agradecimentos. Devem ser inseridos no final do texto. Agradecimentos pessoais devem preceder os agradecimentos a instituições ou agências. Notas de rodapé devem ser evitadas; quando necessário, devem ser numeradas. Agradecimentos a auxílios ou bolsas, assim como agradecimentos à colaboração de colegas, bem como menção à origem de um artigo (e.g. teses) devem ser indicados nesta seção.

Abreviaturas. As abreviaturas devem ser definidas em sua primeira ocorrência no texto, exceto no caso de abreviaturas padrão e oficial. Unidades e seus símbolos devem estar de acordo com os aprovados pela ABNT ou pelo Bureau International des Poids et Mesures (SI).

Referências. Os autores são responsáveis pela exatidão das referências. Artigos publicados e aceitos para publicação (no prelo) podem ser incluídos. Comunicações pessoais devem ser autorizadas por escrito pelas pessoas envolvidas. Referências a teses, abstracts de reuniões, simpósios (não publicados em revistas indexadas) e artigos em preparo ou submetidos mas ainda não aceitos, podem ser citados no texto como (Smith et al. unpublished data) e não devem ser incluídos na lista de referências.

As referências devem ser citadas no texto como, por exemplo, (Smith 2004), (Smith and Wesson 2005) ou, para três ou mais autores, (Smith et al. 2006). Dois ou mais artigos do mesmo autor no mesmo ano devem ser distinguidos por letras, e.g. (Smith 2004a), (Smith 2004b) etc. Artigos com três ou mais autores com o mesmo primeiro autor e ano de publicação também devem ser distinguidos por letras.

As referências devem ser listadas em ordem alfabética do primeiro autor sempre na ordem do sobrenome XY no qual X e Y são as iniciais. Se houver mais de 10 autores, use o primeiro seguido de et al. As referências devem ter o nome do artigo. Os nomes das revistas devem ser abreviados. Para as abreviações corretas, consultar a listagem de base de dados na qual a revista é indexada ou consulte a World List of Scientific Periodicals. A abreviatura para os Anais da Academia Brasileira de Ciências é An Ac ad Bras Cienc. Os seguintes exemplos são considerados como guia geral para as referências.

Artigos

ALBE-FESSARD D, CONDES-LARA M, SANDERSON P AND LEVANTE A. 1984a. Tentative explanation of the special role played by the áreas of paleospinothalamic projection in patients with deafferentation pain syndromes. *Adv Pain Res Ther* 6: 167-182.

ALBE-FESSARD D, SANDERSON P, CONDES-LARA M, DELANDSHEER E, GIUFFRIDA R AND CESARO P. 1984b. Utilisation de la depression envahissante de Leão pour l'étude de relations entre struc tures c entrales. *An Ac ad Bras Cienc* 56: 371-383.

KNOWLES RG AND MONCADA S. 1994. Nitric oxide synthases in mammals. *Bioc hem J* 298: 249-258.

PINTO ID AND SANGUINETTI YT. 1984. Mesozoic Ostracode Genus Theriosynoec um Branson, 1936 and validity of related Genera. *An Ac ad Bras Cienc* 56: 207-215.

Livros e Capítulos de Livros

DAVIES M. 1947. An outline of the development of Science, Athinker's Library, n. 120. London: Watts, 214 p.

PREHN RT. 1964. Role of immunity in biology of cancer. In: NATIONAL CANCER CONFERENCE, 5, Philadelphia Proceedings, Philadelphia: J.B. Lippincott, p. 97-104.

UYTENBOGAARDT W AND BURKE EAJ. 1971. Tables for microscopic identification of minerals, 2nd ed., Amsterdam: Elsevier, 430 p.

WOODY RW. 1974. Studies of theoretic al circular dichroism of Polipeptides: contributions of B-turns. In: BLOUTS ER ET AL. (Eds), Peptides, polypeptides and proteins, New York: J Wiley & Sons, New York, USA, p. 338-350.

Outras Publicações

INTERNATIONAL KIMBERLITE CONFERENCE, 5, 1991. Araxá, Brazil. Proceedings ... Rio de Janeiro: CPRM, 1994, 495 p.

SIATYCKI J. 1985. Dynamic s of Classic al Fields. University of Calgary, Department of Mathematic s and Statistic s, 55 p. Preprint n. 600.