

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ**

**NEWTON DE LUCENA COSTA**

**PRODUTIVIDADE DE FORRAGEM, COMPOSIÇÃO QUÍMICA E  
MORFOGÊNESE DE *Trachypogon plumosus* NO CERRADO DE  
RORAIMA**



**CURITIBA – PARANÁ**

**2012**



**NEWTON DE LUCENA COSTA**

Engenheiro Agrônomo (UFPB)  
Mestre em Agronomia (UFRGS)

**PRODUTIVIDADE DE FORRAGEM, COMPOSIÇÃO QUÍMICA E  
MORFOGÊNESE DE *Trachypogon plumosus* NO CERRADO DE  
RORAIMA**

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração Produção Vegetal, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Ciências.

**Orientador:** Prof. Dr. Anibal de Moraes

**CURITIBA – PARANÁ**

**2012**



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
AGRONOMIA - PRODUÇÃO VEGETAL




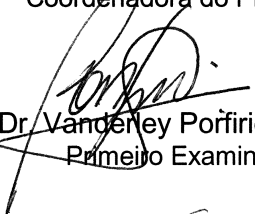
## PARECER

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal, reuniram-se para realizar a arguição da Tese de DOUTORADO, apresentada pelo candidato **NEWTON DE LUCENA COSTA**, sob o título "**PRODUTIVIDADE DE FORRAGEM, COMPOSIÇÃO QUÍMICA E MORFOGÊNESE DE *Trachypogon plumosus* NO CERRADO DE RORAIMA**", para obtenção do grau de Doutor em Ciências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

Após haver analisado o referido trabalho e arguido o candidato são de parecer pela "**APROVAÇÃO**" da Tese.


Curitiba, 17 de Dezembro de 2012.

  
Professora Dra. Louise Larissa May De Mio  
Coordenadora do Programa

  
Dr. Vanderley Porfirio da Silva  
Primeiro Examinador

  
Professor Dr. Sebastião Brasil Campos Lustosa  
Segundo Examinador

  
Professora Dra. Ana Luisa Palhano Silva  
Terceira Examinadora

  
Professora Dra. Alda Lucia Gomes Monteiro  
Quarta Examinadora

  
Professor Dr. Anibal de Moraes  
Presidente da Banca e Orientador

*Em nome de Deus, o Clemente, o Misericordioso.*

*Senhor Deus, abre as portas de vossa infinita misericórdia e concede-me os tesouros de vossa infinita sabedoria.*

*A ciência é a descoberta dos milagres ainda desconhecidos.*

*E depois disso dilatou a terra, da qual fez brotar a água e os pastos e fixou, firmemente, as montanhas para o proveito vosso e do vosso gado  
(Surata 79:30-33)*

*Que tudo predestinou e encaminhou; E que faz brotar o pasto (Surata 87:3-4)*

*E a costa do mar será de pastos e cabanas para os pastores, e currais para os rebanhos (Sofonias 2:6)*

*Também todos os animais do campo bramam a ti; porque as correntes de água se secaram, e o fogo consumiu os pastos do deserto (Joel 1:20)*

*Não temais, animais do campo, porque os pastos do deserto reverdecerão, porque o arvoredado dará o seu fruto, a vide e a figueira darão a sua força  
(Joel 2:22)*

*E chegaram até à entrada de Gedor, ao oriente do vale, a buscar pasto para os seus rebanhos (I Crônicas 4:39)*

Aos meus pais, Gelza Leda de Lucena e Edivaldo Vieira, meus filhos, Lilian, Lívia, Camila, Taize, Newton Ramon, Alba Leda e Larissa Cristina, minhas netas, Giovanna e Sofia.

*Dedico*

À minha esposa Madalena da Luz Pinheiro

*Ofereço*

## AGRADECIMENTOS

À Deus pela vida, saúde, providência e oportunidade de contínuo aperfeiçoamento moral, pessoal e profissional.

Aos meus pais, Gelza Leda de Lucena e Edivaldo Vieira, pela concepção, educação, sustentação, honestidade, carinho, dedicação, persistência e amor imenso.

À minha esposa, Madalena da Luz Pinheiro, pelo afeto, incentivo, carinho, paciência e compreensão pelos momentos ausentes e o desejo de retribuí-la pelo resto de nossas vidas.

Ao Professor Anibal de Moraes pela orientação, deferência, convívio, amizade, conselhos, confiança, ensinamentos e compartilhamento de conhecimentos e experiências, além das valiosas sugestões para o aprimoramento de nosso trabalho.

Aos Professores do Curso de Pós-Graduação em Agronomia da UFPR, Adelino Pelissari, Ana Luisa Palhano, Alda Monteiro, Anibal de Moraes, Antônio Motta, Cícero Deschamps, Edelclaiton Daros, Flávio Zanette, Patrick Schmidt, Paulo Carvalho, Raquel Negrelle, Ricardo Oliveira e Sebastião Lustosa, pelo compartilhamento de ensinamentos, exemplos de vida e virtudes.

Ao Pesquisador da Embrapa Roraima, Vicente Gianluppi, por despertar o interesse, o reconhecimento e a importância das pastagens nativas do Cerrado de Roraima, além das orientações, sugestões e compartilhamento de conhecimentos e experiências.

Ao Pesquisador da Embrapa Roraima, Amaury Bendahan pela ajuda na escolha da área experimental e sugestões para a realização do trabalho.

Aos Pesquisadores da Embrapa Roraima, Aloísio Vilarinho, Antônio Carlos, Dalton Roberto, Edvan Alves, Edmilson Silva, Jane Maria, Oscar Smiderle, Paulo Mattos, Ramayana Braga, Roberto Dantas e Wellington do Ó, pelo apoio, amizade, convívio e incentivo.

Aos Pesquisadores, Claudio Ramalho, Ricardo Gomes (Embrapa Rondônia), João Avelar (Embrapa Meio Norte), Edyr Marinho, Silas Mochiutti (Embrapa Amapá) e Valdinei Paulino (Instituto de Zootecnia), ao Analista Luiz Resende e ao Assistente Flávio Souza (Embrapa Rondônia), pela amizade e salutar convívio profissional.

Aos colegas do Curso de Pós-Graduação, André Gistri, Antônio Iaia, Antônio Neri, Danielle Machado, Edson Pin, Gederson Buzello, Geraldo Barbosa, Guilherme Grodzki, João Civiero, Jonatas Piva, José Cavassim, Leonardo Deiss, Luis Claudio Silveira, Marcelle Bettoni, Paulo Marques, Susana Gilaverte, Tiago Baldissera e Thayla Stivari, pelo convívio, troca de idéias, experiências e mútuo aprendizado.

Aos Anjos enviados por Deus, Afonso Valois, Alberto Portugal, Ana Cristina Zanatta, Carlos Cerri, Erivelton Scherer Roman (*in memoriam*), Gerson Barreto, João Mielniczuk, João Carlos de Saibro, José Cavalcante Vieira e Maria Rigamonti, pela ação decisiva nos momentos críticos de minha vida profissional.

Aos Assistentes da Embrapa Roraima, Waldivino Oliveira, Neivan Carvalho e Manoel Renio, pelo espírito gentil, colaborativo e indispensável ajuda na instalação, condução, avaliação e manejo dos animais.

Aos colaboradores do Campo Experimental Água Boa, Antônio Moura, Crispim Bispo, Décio Deters, Francisco Rodrigues, Genival Coimbra, Gerbe Malaquias, Hugo Moreira,

Mário Etelvado, Paulo Deters e Paulo Lima, pelo apoio na condução das atividades de campo e coleta de dados.

À Analista da Embrapa Roraima, Jeana Garcia e ao Assistente Luiz Frazão pelo apoio nas atividades de revisão bibliográfica.

Ao Analista Alberto Mattioni pelas sugestões e compartilhamento de experiências e conhecimentos.

Aos Assistentes Francisco Alves e Francisco de Assis, ao Analista Rinaldo Silva pela ajuda no processamento das análises químicas, morfológicas e bromatológicas.

Às colaboradoras do Setor de Gestão de Pessoas da Embrapa Roraima, Artelma Macuxi, Francisca Luciana e Francisca Tânia e do Setor de Gestão Orçamentária e Financeira, Afonso Campelo, José Alves e Luiz Thomaz, pela presteza e agilidade nos desembaraços administrativos.

Ao Chefe-Geral da Embrapa Roraima, Francisco Joaci e aos Chefes Adjuntos, Marcelo Arco-Verde, Miguel Amador, Neudes Carvalho e Otoniel Ribeiro pelo apoio, incentivo e confiança.

Ao Pesquisador da Embrapa Florestas, Wanderley Porfírio, pelo convívio, amizade e acalorados debates científicos.

À Secretária do Curso de Pós-Graduação em Agronomia da UFPR, Lucimara Antunes, pela presteza, cordialidade e receptividade.

À Embrapa pela oportunidade de aperfeiçoamento profissional e pessoal.

À Universidade Federal do Paraná, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo pela carinhosa acolhida, infraestrutura humana e material ofertada e oportunidade de realização do curso.

Ao *São Baiano das Agrárias* pelos momentos de descontração e trocas de fragmentos do passado.

## BIOGRAFIA DO AUTOR

**Newton de Lucena Costa**, filho de Gelza Leda de Lucena Costa e Edivaldo Vieira da Costa, nasceu em 22 de agosto de 1959, em Campina Grande, Paraíba. cursou as séries iniciais (1ª a 4ª) no Instituto Domingos Sávio e completou o ensino fundamental no Colégio Estadual de Bodocongó e o médio no Colégio Estadual da Prata. No período 1978-1981 realizou o curso de Engenharia Agrônômica na Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB. Realizou o Mestrado em Agronomia na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (1982-1985). Em 1984 ingressou na Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER) de Rondônia. Em 1985 foi aprovado em concurso público para a Embrapa, área de concentração Forragicultura, desenvolvendo suas atividades na Embrapa Rondônia. Em 1987 realizou curso de Especialização em Pastagens Tropicais no Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT, Cali, Colombia). Exerceu a função de Chefe Adjunto Técnico da Embrapa Rondônia entre 1989-1991. No período 1991-1993 exerceu suas atividades na Embrapa Cerrados, Planaltina, DF. Em 1993 assumiu a Chefia Geral da Embrapa Acre, Rio Branco, Acre, onde permaneceu até 1995. No período 1995-1998 esteve lotado na Embrapa Rondônia. Exerceu a função de Chefe Geral da Embrapa Amapá (1998-2001), Embrapa Rondônia (2001-2004) e Embrapa Amapá (2005-2008). Diretor Estadual da Sociedade Brasileira de Zootecnia em Rondônia (1995-1998) e no Amapá (1999-2001). Membro da Assembleia Geral e do Conselho Fiscal da Emater Rondônia (2002-2005). Membro do Fórum de Gestores Federais em Rondônia (2003-2005). Membro do Conselho de Desenvolvimento Rural Sustentável de Rondônia (2001-2005). Membro Titular do Grupo de Trabalho Intergovernamental com o objetivo de proceder a estudos e propor medidas relativas à destinação de terras da União para o Estado do Amapá (2005). Em 2006 realizou curso de Especialização em Agroecologia (Ministério do Desenvolvimento Agrário/Universidade de Berkeley). Membro do Conselho de Desenvolvimento Rural do Amapá (2005-2008). Membro Titular da Embrapa Amapá no Conselho Diretor do Fundo de Desenvolvimento Rural do Amapá – FRAP (2006-2008) e Conselho de Ciência e Tecnologia do Amapá (2007-2008). Membro do Conselho Gestor da Rede Integrada de Pesquisa do Amapá (2007-2008). Membro do Comitê de Ética da UFRR (2008-2009). Desde 2008 desempenha suas atividades de pesquisa na Embrapa Roraima, Boa Vista, RR. Em março de 2010 iniciou curso de Doutorado em Agronomia, área de concentração Produção Vegetal, na Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, concluído em dezembro de 2012.



## SUMÁRIO

Lista de Tabelas .....	xi
Lista de Figuras .....	xiii
Lista de Abreviaturas .....	xv
Resumo .....	1
Abstract .....	3
Introdução .....	5
Hipóteses .....	13
Literatura Citada .....	13
<b>Capítulo I - Dinâmica de crescimento e morfogênese de <i>Trachypogon plumosus</i> submetido à calagem e adubação em diferentes idades de rebrota</b>	
Resumo .....	18
Abstract .....	19
Introdução .....	20
Material e Métodos .....	21
Resultados e Discussão .....	24
Conclusões .....	39
Literatura Citada .....	40
<b>Capítulo II - Composição química e extração de nutrientes por <i>Trachypogon plumosus</i> submetido à calagem e adubação em diferentes idades de rebrota</b>	
Resumo .....	44
Abstract .....	45
Introdução .....	45
Material e Métodos .....	47
Resultados e Discussão .....	49
Conclusões .....	56
Literatura Citada .....	56
<b>Capítulo III - Características morfogênicas e estruturais de <i>Trachypogon plumosus</i> submetido à calagem, adubação e intensidades de desfolhação</b>	
Resumo .....	61
Abstract .....	62
Introdução .....	62
Material e Métodos .....	64
Resultados e Discussão .....	66
Conclusões .....	78
Literatura Citada .....	79

**Capítulo IV - Produtividade de forragem e composição química de *Trachypogon plumosus* submetido à calagem, adubação e intensidades de desfolhação**

Resumo .....	83
Abstract .....	84
Introdução .....	85
Material e Métodos .....	86
Resultados e Discussão .....	88
Conclusões .....	95
Literatura Citada .....	96
<b>Considerações Finais.....</b>	<b>100</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>102</b>

## LISTA DE TABELAS

### Capítulo I - Dinâmica de crescimento e morfogênese de *Trachypogon plumosus* submetido à calagem e adubação em diferentes idades de rebrota

<b>Tabela 1</b>	Precipitação, temperaturas mínimas, máximas e médias e radiação solar registradas durante o período experimental. Boa Vista, Roraima. 2011.....	22
-----------------	---	----

### Capítulo II - Composição química e extração de nutrientes por *Trachypogon plumosus* submetido à calagem e adubação em diferentes idades de rebrota

<b>Tabela 1</b>	Precipitação, temperaturas mínimas, máximas e médias e radiação solar registradas durante o período experimental. Boa Vista, Roraima. 2011.....	47
-----------------	---	----

### Capítulo III - Características morfogênicas e estruturais de *Trachypogon plumosus* submetido à calagem, adubação e intensidades de desfolhação

<b>Tabela 1</b>	Precipitação, temperaturas mínimas, máximas e médias registradas durante o período experimental. Boa Vista, Roraima. 2011/2012.....	64
<b>Tabela 2</b>	Taxa de aparecimento de folhas e filocrono de <i>Trachypogon plumosus</i> , em função das estações de crescimento, calagem e/ou adubação e intensidades de desfolhação.....	67
<b>Tabela 3</b>	Taxa absoluta de crescimento (kg de MSV ha <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> ) de <i>Trachypogon plumosus</i> , em função das estações de crescimento, calagem e/ou adubação e intensidades de desfolhação.....	69
<b>Tabela 4</b>	Duração de vida de folhas (dias folha <sup>-1</sup> ) de <i>Trachypogon plumosus</i> , em função das estações de crescimento, calagem e/ou adubação.....	72
<b>Tabela 5</b>	Comprimento final de folhas (cm) de <i>Trachypogon plumosus</i> , em função das estações de crescimento, calagem e/ou adubação e intensidades de desfolhação.....	73
<b>Tabela 6</b>	Índice de área foliar, densidade populacional de perfilhos e taxa de senescência foliar de <i>Trachypogon plumosus</i> , em função das estações de crescimento, calagem e/ou adubação e intensidades de desfolhação.....	75

### Capítulo IV - Produtividade de forragem e composição química de *Trachypogon plumosus* submetido à calagem, adubação e intensidades de desfolhação

<b>Tabela 1</b>	Precipitação, temperaturas mínimas, máximas e médias registradas durante o período experimental. Boa Vista, Roraima. 2011/2012.....	86
<b>Tabela 2</b>	Rendimento de matéria seca verde (MSV) e material morto (MM) de <i>Trachypogon plumosus</i> , em função das estações de crescimento, calagem e/ou adubação e intensidades de desfolhação.....	89

<b>Tabela 3</b>	Taxa absoluta de crescimento (kg de MSV ha <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> ) de <i>Trachypogon plumosus</i> , em função das estações de crescimento, calagem e/ou adubação e intensidades de desfolhação.....	91
<b>Tabela 4</b>	Teores de proteína bruta (%) de <i>Trachypogon plumosus</i> , em função das estações de crescimento, calagem e/ou adubação e intensidades de desfolhação.....	93
<b>Tabela 5</b>	Teores de fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido de <i>Trachypogon plumosus</i> , em função das estações de crescimento, calagem e/ou adubação e intensidades de desfolhação.....	94

## LISTA DE FIGURAS

### Capítulo I - Dinâmica de crescimento e morfogênese de *Trachypogon plumosus* submetido à calagem e adubação em diferentes idades de rebrota

<b>Figura 1</b>	Rendimento de forragem de <i>Trachypogon plumosus</i> , em função da calagem e/ou adubação e idades de rebrota.....	25
<b>Figura 2</b>	Taxa absoluta de crescimento de <i>Trachypogon plumosus</i> , em função da calagem e/ou adubação e idades de rebrota.....	26
<b>Figura 3</b>	Taxa média de crescimento de <i>Trachypogon plumosus</i> , em função da calagem e/ou adubação e idades de rebrota.....	27
<b>Figura 4</b>	Taxa de crescimento relativo de <i>Trachypogon plumosus</i> , em função da calagem e/ou adubação e idades de rebrota.....	28
<b>Figura 5</b>	Taxa de assimilação líquida de <i>Trachypogon plumosus</i> , em função da calagem e/ou adubação e idades de rebrota.....	29
<b>Figura 6</b>	Razão de área foliar de <i>Trachypogon plumosus</i> , em função da calagem e/ou adubação e idades de rebrota.....	29
<b>Figura 7</b>	Taxa de aparecimento de folhas de <i>Trachypogon plumosus</i> , em função da calagem e/ou adubação e idades de rebrota.....	30
<b>Figura 8</b>	Relação entre a soma térmica (Graus-Dia) e o número de folhas perfilho <sup>-1</sup> de <i>Trachypogon plumosus</i> .....	31
<b>Figura 9</b>	Número de folhas vivas perfilho <sup>-1</sup> de <i>Trachypogon plumosus</i> , em função da calagem e/ou adubação e idades de rebrota.....	32
<b>Figura 10</b>	Taxa de alongamento foliar de <i>Trachypogon plumosus</i> , em função da calagem e/ou adubação e idades de rebrota.....	34
<b>Figura 11</b>	Comprimento final da folha de <i>Trachypogon plumosus</i> , em função da calagem e/ou adubação e idades de rebrota.....	35
<b>Figura 12</b>	Índice de área foliar de <i>Trachypogon plumosus</i> , em função da calagem e/ou adubação e idades de rebrota.....	36
<b>Figura 13</b>	Taxa de senescência foliar de <i>Trachypogon plumosus</i> , em função da calagem e/ou adubação e idades de rebrota.....	38
<b>Figura 14</b>	Densidade populacional de perfilhos de <i>Trachypogon plumosus</i> , em função da calagem e/ou adubação e idades de rebrota.....	39

### Capítulo II - Composição química e extração de nutrientes por *Trachypogon plumosus* submetido à calagem e adubação em diferentes idades de rebrota

<b>Figura 1</b>	Teores de proteína bruta, fósforo, cálcio, magnésio e potássio de <i>Trachypogon plumosus</i> , em função da calagem e/ou adubação e idades de rebrota.....	50
<b>Figura 2</b>	Acúmulo de proteína bruta e extração de fósforo, cálcio, magnésio e potássio por <i>Trachypogon plumosus</i> , em função da calagem e/ou adubação e idades de rebrota.....	53
<b>Figura 3</b>	Teores de fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido de <i>Trachypogon plumosus</i> , em função da calagem e/ou adubação e idades de rebrota.....	55

## Anexos

<b>Figura 1</b>	Vista geral de pastagens de <i>Trachypogon plumosus</i> durante o período chuvoso.....	102
<b>Figura 2</b>	Vista geral de pastagens de <i>Trachypogon plumosus</i> durante o período seco.....	102
<b>Figura 3</b>	Aspecto geral das pastagens de <i>Trachypogon plumosus</i> , durante o período chuvoso, submetidas à intensidade de desfolhação de 50%, na condição de pré-pastejo. A. Testemunha; B. Calagem; C. Adubação; D. Calagem + adubação.....	103
<b>Figura 4</b>	Aspecto geral das pastagens de <i>Trachypogon plumosus</i> , durante o período chuvoso, submetidas à intensidade de desfolhação de 50%, na condição de pós-pastejo. A. Testemunha; B. Calagem; C. Adubação; D. Calagem + adubação.....	104
<b>Figura 5</b>	Aspecto geral das pastagens de <i>Trachypogon plumosus</i> , durante o período chuvoso, submetidas à intensidade de desfolhação de 75%, na condição de pré-pastejo. A. Testemunha; B. Calagem; C. Adubação; D. Calagem + adubação.....	105
<b>Figura 6</b>	Aspecto geral das pastagens de <i>Trachypogon plumosus</i> , durante o período chuvoso, submetidas à intensidade de desfolhação de 75%, na condição de pós-pastejo. A. Testemunha; B. Calagem; C. Adubação; D. Calagem + adubação.....	106
<b>Figura 7</b>	Aspecto geral das pastagens de <i>Trachypogon plumosus</i> , durante o período seco, submetidas à intensidade de desfolhação de 50%, na condição de pré-pastejo. A. Testemunha; B. Calagem; C. Adubação; D. Calagem + adubação.....	107
<b>Figura 8</b>	Aspecto geral das pastagens de <i>Trachypogon plumosus</i> , durante o período seco, submetidas à intensidade de desfolhação de 50%, na condição de pós-pastejo. A. Testemunha; B. Calagem; C. Adubação; D. Calagem + adubação.....	108
<b>Figura 9</b>	Aspecto geral das pastagens de <i>Trachypogon plumosus</i> , durante o período seco, submetidas à intensidade de desfolhação de 75%, na condição de pré-pastejo. A. Testemunha; B. Calagem; C. Adubação; D. Calagem + adubação.....	109
<b>Figura 10</b>	Aspecto geral das pastagens de <i>Trachypogon plumosus</i> , durante o período seco, submetidas à intensidade de desfolhação de 75%, na condição de pós-pastejo. A. Testemunha; B. Calagem; C. Adubação; D. Calagem + adubação.....	110

**LISTA DE ABREVIATURAS**

<b>AFE</b>	Área foliar específica
<b>Ca</b>	Cálcio
<b>CFF</b>	Comprimento final de folhas
<b>DPP</b>	Densidade populacional de perfilhos
<b>DVF</b>	Duração de vida das folhas
<b>FDA</b>	Fibra em detergente ácido
<b>FDN</b>	Fibra em detergente neutro
<b>GD</b>	Graus-dia
<b>IAF</b>	Índice de área foliar
<b>K</b>	Potássio
<b>Mg</b>	Magnésio
<b>MM</b>	Material morto
<b>MS</b>	Matéria seca
<b>MSV</b>	Matéria seca verde
<b>N</b>	Nitrogênio
<b>NFV</b>	Número de folhas vivas
<b>P</b>	Fósforo
<b>PB</b>	Proteína bruta
<b>PRNT</b>	Poder relativo de neutralização total
<b>TAC</b>	Taxa absoluta de crescimento
<b>TAL</b>	Taxa de assimilação líquida
<b>TCR</b>	Taxa de crescimento relativo
<b>TAIF</b>	Taxa de alongamento foliar
<b>TApF</b>	Taxa de aparecimento foliar
<b>TMC</b>	Taxa média de crescimento
<b>TSF</b>	Taxa de senescência foliar
<b>RAF</b>	Razão de área foliar
<b>S</b>	Enxofre

# PRODUTIVIDADE DE FORRAGEM, COMPOSIÇÃO QUÍMICA E MORFOGÊNESE DE *Trachypogon plumosus* NO CERRADO DE RORAIMA

Autor: Newton de Lucena Costa

Orientador: Prof. Dr. Anibal de Moraes

## RESUMO

No Cerrado de Roraima, *Trachypogon plumosus* é a gramínea predominante nas áreas planas e não inundáveis e a que apresenta maior potencial forrageiro para a alimentação de ruminantes. A análise de crescimento e a caracterização morfogênica são ferramentas de grande utilidade para determinar o seu potencial produtivo e suas bases fisiológicas, permitindo a proposição de práticas de manejo mais eficientes e sustentáveis. A produtividade e qualidade de forragem de uma gramínea estão diretamente relacionadas com a disponibilidade de nutrientes no solo, condições ambientais, estágio fenológico de crescimento e intensidade de desfolhação. Avaliaram-se os efeitos da correção da fertilidade do solo (testemunha, calagem, adubação e calagem + adubação), idades de rebrota (21, 28, 35, 42, 49, 56, 63, 70, 77 e 84 dias), intensidades de desfolhação (remoção de 50 e 75% da parte aérea) e estações de crescimento (períodos chuvoso e seco) sobre a dinâmica de crescimento, produtividade e composição química da forragem, características morfogênicas e estruturais de *Trachypogon plumosus* nos cerrados de Roraima. Maiores períodos de rebrota resultaram em maiores rendimentos de matéria seca (MS), taxa absoluta de crescimento (TAC), densidade populacional de perfilhos (DPP), número de folhas vivas (NFV), comprimento final de folhas (CFF), índice (IAF) e razão de área foliar (RAF) e taxas de alongamento (TAIF) e senescência foliar (TSF), ocorrendo o inverso quanto às taxas médias (TMC) e relativas (TCR) de crescimento, taxa de assimilação líquida (TAL) e de aparecimento foliar (TApF). A gramínea apresentou alta responsividade à melhoria da fertilidade do solo. A calagem + adubação e a adubação proporcionaram maiores rendimentos de MS (1.934 e 1.661 kg ha<sup>-1</sup>), TAC (36,6 e 31,5 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>), TMC (32,5 e 27,9 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>), TAL (4,993 e 4,152 g m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup>), RAF (152,9 e 140,9 cm<sup>2</sup> g<sup>-1</sup>), NFV (4,93 e 4,85 folhas perfilho<sup>-1</sup>), TApF (0,119 e 0,109 folhas dia<sup>-1</sup> perfilho<sup>-1</sup>), TAIF (2,14 e 1,80 cm dia<sup>-1</sup> perfilho<sup>-1</sup>), CFF (18,5 e 16,1 cm), IAF (2,42 e 2,14), DPP (570 e 534 perfilhos m<sup>-2</sup>) e TSF (0,196 e 0,178 cm dia<sup>-1</sup> perfilho<sup>-1</sup>). Períodos de descanso entre 56 e 63 dias com o uso de adubação e calagem + adubação e, 63 a 70 dias para a testemunha e com calagem são os mais adequados, otimizando a eficiência de utilização da forragem produzida e reduzindo as perdas por senescência foliar da gramínea. A calagem + adubação e a adubação, durante o período chuvoso, proporcionaram maiores TApF (0,151 e 0,156 folha perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>), TAIF (1,722 e 1,603 cm dia<sup>-1</sup> perfilho<sup>-1</sup>), NFV (5,12 e 4,98 folhas perfilho<sup>-1</sup>), duração de vida de folhas (35,0 e 38,1 dias folha<sup>-1</sup>), CFF (18,2 e 17,3 cm), IAF (3,21 e 3,07) e DPP (859 e 848 perfilhos m<sup>-2</sup>), ocorrendo o oposto quanto ao filocrono (203,3 e 201,2 graus-dia folha<sup>-1</sup>). Todas as variáveis avaliadas foram significativamente reduzidas (P<0,05) durante o período seco, exceto a taxa de senescência foliar. A menor intensidade de desfolhação afetou positivamente (P<0,05) a TApF, o CFF e o



IAF, ocorrendo o oposto quanto ao NFV e a DPP. A intensidade de desfolhação de 50%, conjuntamente com a adubação ou calagem + adubação, maximiza o fluxo líquido de tecidos e a eficiência de utilização da forragem produzida. Os teores de proteína bruta (PB), fósforo (P), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e potássio (K) foram inversamente proporcionais às idades de rebrota, ocorrendo o oposto quanto aos teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA). Os maiores teores de PB e K foram obtidos com a adubação e a calagem + adubação, enquanto que a testemunha apresentou maiores teores de P, Ca e Mg. O efeito da idade de rebrota sobre o acúmulo e/ou extração de nutrientes foi quadrático e os máximos valores registrados aos 67,8 (166,94 kg ha<sup>-1</sup> de PB), 63,4 (2,82 kg ha<sup>-1</sup> de P), 62,9 (5,17 kg ha<sup>-1</sup> de Ca), 68,4 (3,32 kg ha<sup>-1</sup> de Mg) e 66,0 dias (12,71 kg ha<sup>-1</sup> de K). O máximo acúmulo e/ou extração de macronutrientes foi a seguinte: PB > K > Ca > Mg > P. A adubação e a calagem + adubação proporcionaram maior extração de nutrientes e forragem de melhor qualidade com menor teor de fibras. O aumento da intensidade de desfolhação, durante o período chuvoso, reduziu as taxas de crescimento e a produtividade e qualidade da forragem, independentemente da correção da fertilidade do solo, sem efeito significativo (P>0,05) durante o período seco. Os maiores rendimentos de matéria seca verde (P<0,05) foram registrados durante o período chuvoso, com 50% de desfolhação e utilização da calagem + adubação (6.607 kg ha<sup>-1</sup>) ou adubação (6.314 kg ha<sup>-1</sup>). A remoção de 75% do dossel da pastagem em combinação com a calagem + adubação (2.433 kg ha<sup>-1</sup>) ou adubação (2.335 kg ha<sup>-1</sup>), durante o período chuvoso, resultou em maior acúmulo de material morto. Os maiores teores de PB e os menores de FDN e FDA foram estimados durante o período chuvoso, na intensidade de desfolhação de 50% e com a utilização de calagem + adubação (10,2% de PB; 71,9% de FDN e 34,1% de FDA) ou adubação (9,7% de PB; 72,1% de FDN e 35,8% de FDA). A utilização da adubação ou calagem + adubação e da intensidade de desfolhação de 50% asseguram melhor distribuição estacional e maior produtividade e qualidade da forragem, além da possível redução no intervalo entre pastejos.

**Palavras-chave:** adubação, área foliar, calagem, fibra em detergente neutro e ácido, filocrono, idade de rebrota, intensidade de desfolhação, matéria seca, perfilhamento, senescência, taxa de crescimento.

# FORAGE YIELD, CHEMICAL COMPOSITION, MORPHOGENETIC AND STRUCTURAL TRAITS OF *Trachypogon plumosus* IN THE RORAIMA'S SAVANNA

Author: Newton de Lucena Costa

Adviser: Prof. D.Sc. Anibal de Moraes

## ABSTRACT

In Roraima's savannas, *Trachypogon plumosus* is the predominant grass in plain and flood-proof areas and presents the greatest forage potential for ruminant feed. The growth analysis and morphogenetic characterization are tools very useful to determine its forage potential productivity and their physiological basis, allowing the proposition of management practices more efficient and sustainable. The grass yield and forage quality are directly related to the availability of soil nutrients, environmental conditions, phenological growth stage and level of defoliation. To evaluate the effects of soil fertility correction levels (control, liming, fertilization and liming + fertilization), regrowth ages (21, 28, 35, 42, 49, 56, 63, 70, 77 and 84 days), defoliation levels (removal of 50 and 75% of pasture canopy) and growing season (rainy and dry season) on growth dynamic, forage yield, chemical composition and morphogenetic and structural characteristics of *Trachypogon plumosus* in Roraima's savannas. The grass showed responsivity to the improvement of the production environment, despite its good adaptation to soils of low fertility of savannas. Dry matter (DM) yields, absolute growth rate (AGR), tiller population density (TPD), number of live leaves (NLL), leaf blade length (LBL), leaf area index (LAI), leaf area ratio (LAR), leaf elongation rate (LER) and leaf senescence rate (LSR) increased consistently with regrowth age, while the crop growth rate (CGR), relative growth rate (RGR), net assimilation rate (NAR) and leaf appearance rate (LApR) were inversely proportional to regrowth age. The grass showed high responsivity to the soil fertility improvement. Liming + fertilization or fertilization alone provided higher DM yields (1,934 and 1,661 kg ha<sup>-1</sup>), AGR (36.6 and 31.5 kg ha<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup>), CGR (32.5 and 27.9 kg ha<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup>), NAR (4.993 and 4.152 g m<sup>-2</sup> day<sup>-1</sup>), LAR (152.9 and 140.9 cm<sup>2</sup> g<sup>-1</sup>), NLL (5.12 and 4.98 leaf tiller<sup>-1</sup>), LApR (0.119 and 0.109 leaf day<sup>-1</sup> tiller<sup>-1</sup>), LER (2.14 and 1.80 cm day<sup>-1</sup> tiller<sup>-1</sup>), LBL (18.5 and 16.1 cm), LAI (2.42 and 2.14), TPD (570 and 534 tillers m<sup>-2</sup>) and LSR (0,196 and 0,178 cm day<sup>-1</sup> tiller<sup>-1</sup>). To maximize the forage use efficiency and to prevent larges losses relative to senescence and leaves death, during rainy season, it is recommended at regrowth intervals of 56 to 63 days for liming + fertilized and fertilized pastures and, 63 to 70 days for control or liming pastures. Liming + fertilization or fertilization alone, during rainy season, provided higher LApR (0.151 and 0.156 leaf tiller<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup>), LER (1.722 and 1.603 cm day<sup>-1</sup> tiller<sup>-1</sup>), NLL (4.93 and 4.82 leaf tiller<sup>-1</sup>), leaf lifespan (35.0 and 38.1 days leaf<sup>-1</sup>), LBL (18.2 and 17.3 cm), LAI (3.21 and 3.07) and TPD (859 and 848 tillers m<sup>-2</sup>), occurring the opposite for phyllochron (203.3 and 201.2 degree-days leaf<sup>-1</sup>). All variables evaluated were significantly (P<0.05) reduced during dry season, except for senescence leaf rate. The lower defoliation level positively affected (P<0.05) the LApR, FLL and LAI, while the NLL and TPD were inversely proportional to defoliation level. Removal

of 50% of pasture canopy, jointly with fertilization or liming + fertilization, maximizes grass tissue turnover and the forage use efficiency. The crude protein (CP), phosphorus (P), calcium (Ca), magnesium (Mg) and potassium (K) contents were directly proportional to regrowth ages, while neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF) increased consistently with regrowth ages. The highest CP and K contents were recorded with fertilization or liming + fertilization, while control or liming alone provided higher P, Ca and Mg contents. Regrowth ages promoted quadratic effects on nutrients extraction and maximum values were estimated at 67.8 (166.94 kg ha<sup>-1</sup> of CP), 63.4 (2.82 kg ha<sup>-1</sup> of P), 62.9 (5.17 kg ha<sup>-1</sup> of Ca), 68.4 (3.32 kg ha<sup>-1</sup> of Mg) and 66.0 days (12.71 kg ha<sup>-1</sup> of K). The nutrient extraction by the grass followed the decreasing order: CP > K > Ca > Mg > P. Fertilization and liming + fertilization improved nutrients extraction and forage quality with lower fiber contents. The increased grazing intensity, during the rainy season, reduced growth rates and forage productivity and quality, irrespectively to soil fertility correction levels, while was not detected significant effect ( $P > 0.05$ ) during dry season. The highest yields of green DM ( $P < 0.05$ ) were recorded during the rainy season, with 50% defoliation and use of lime + fertilization (6,607 kg ha<sup>-1</sup>) or fertilization (6,314 kg ha<sup>-1</sup>). The removal of 75% of pasture canopy in combination with lime + fertilization (2,433 kg ha<sup>-1</sup>) or fertilization (2,335 kg ha<sup>-1</sup>), during the rainy season resulted in higher accumulation of dead material. The highest levels of CP and the lowest of NDF and ADF were estimated during the rainy season and 50% level defoliation jointly with lime + fertilization (10.2% of CP; 71.9% of NDF and 34.1% of ADF) or fertilization (9.7% of CP; 72.1% of NDF and 35.8% of ADF). The use of fertilization and lime + fertilization and defoliation level of 50% provided better seasonal distribution and higher productivity and quality of forage, besides the reduction in grazing interval.

**Key words:** fertilization, leaf area, liming, neutral and acid detergent fiber, phyllochron, regrowth age, defoliation intensity, dry matter, tillering, senescence, growth rate.

## INTRODUÇÃO

As pastagens nativas têm desempenhado um papel extremamente importante na região Amazônica. Até início da década de 60, antes do advento das rodovias de integração da Amazônia, a pecuária de corte na região era baseada quase que exclusivamente na exploração extensiva das pastagens nativas. Com a abertura das rodovias de integração, que propiciaram a expansão da pecuária em áreas de floresta, as pressões sobre as pastagens nativas foram reduzidas. Na medida em que este processo se intensificou, vastas áreas de florestas foram substituídas por pastagens cultivadas, que em muitos casos se apresentaram insustentáveis, despertando crescente preocupação com relação aos impactos econômicos, sociais e ambientais que esse tipo de exploração pode causar ao ecossistema (Serrão, 1986; Teixeira Neto & Veiga, 1987). As pastagens nativas, embora apresentem baixo potencial produtivo, quando comparado ao das pastagens cultivadas, são ecossistemas ecologicamente mais estáveis, representando alternativa viável para desacelerar os avanços da pecuária em áreas de floresta (Costa et al., 2010). Ademais, desde que submetidos a práticas de manejo adequadas podem contribuir de forma positiva e significativa para a preservação da biodiversidade, conciliando o uso sustentável dos recursos naturais com a produção de produtos de origem animal ecologicamente corretos.

Em Roraima, as áreas sob vegetação de cerrados correspondem a 17% de seu território, ou seja, 40 mil km<sup>2</sup>, onde predominam pastagens de gramíneas nativas, principalmente dos gêneros *Andropogon*, *Aristida*, *Axonopus*, *Eragrostis*, *Heteropogon*, *Mesosetum*, *Panicum*, *Paspalum* e *Trachypogon* (Coradin, 1978). Os solos são ácidos e com baixa fertilidade natural, caracterizada por alta saturação de alumínio, baixa capacidade de troca catiônica e teores de fósforo e matéria orgânica extremamente baixos, contudo com boas propriedades físicas. A textura é predominantemente arenosa predispondo a perda de cátions (cálcio, magnésio e potássio) por lixiviação (Braga, 1998).

As pastagens nativas dos cerrados, apesar de limitações quantitativas e qualitativas, historicamente, proporcionaram o suporte alimentar para a exploração pecuária, que passou a se constituir, ao longo dos anos, como a principal atividade econômica de Roraima, sendo o rebanho bovino atualmente estimado em 800 mil cabeças (Costa et al., 2011a). O sistema de pastejo contínuo com taxa de lotação variável, mas em geral extensivo e desvinculado do ritmo estacional de crescimento das pastagens, tem contribuição direta para os baixos índices

produtivos dos rebanhos: taxa de natalidade (35 a 50%); taxa de mortalidade total dos rebanhos (10 a 20%); idade ao primeiro parto (4 a 5 anos); intervalo entre partos (1,5 a 2 anos); peso a desmama (120 a 160 kg); idade de abate (4 a 6 anos); taxa de mortalidade de vacas (22 a 46%); taxa de mortalidade de novilhas (8 a 44%); capacidade de suporte da pastagem (0,1 a 0,3 UA/ha); ganho de peso animal (15 a 30 kg ano<sup>-1</sup>); ganho de peso por área (10 a 20 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>); peso de carcaça (140 a 160 kg); taxa de desfrute (12 a 15%) (Mata et al., 1996; Braga, 1998; Tejos, 2002, 2006). O excesso de lotação animal e a não reposição dos nutrientes extraídos constituem as principais causas do esgotamento da fertilidade do solo do ecossistema e, conseqüentemente, na redução da capacidade de suporte e do potencial produtivo das pastagens nativas ao longo dos anos (Barger et al., 2002). Altas intensidades de pastejo reduzem as taxas de infiltração de água, aumentando o seu escoamento superficial devido a menor cobertura vegetal do solo (Nabinger, 2006).

Nas áreas planas e não inundáveis dos cerrados de Roraima predomina *Trachypogon plumosus* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Ness, gramínea de ciclo perene, hábito de crescimento cespitoso, plantas com 40 a 80 cm de altura e folhas pilosas, a qual pode constituir entre 80 e 90% da composição botânica das pastagens nativas (Coradin, 1978; Braga, 1998, 2000; Costa et al., 2010). A gramínea apresenta características morfológicas e fisiológicas que lhe conferem excelente adaptação aos solos de baixa fertilidade natural, notadamente durante o período seco, assegurando índices satisfatórios de crescimento em decorrência das altas taxas de fotossíntese líquida e da eficiência de utilização da água, conseqüência do ajustamento osmótico e da redução de sua área foliar específica, o que ameniza os efeitos da baixa disponibilidade de água no solo (Baruch & Bilbao, 1999; Baruch et al., 2004). Ademais, apresenta substâncias inibidoras da nitrificação na sua rizosfera, reduzindo as perdas por lixiviação do nitrato e priorizando a absorção do amônio, a qual requer menor gasto energético (Lata et al., 2004; Hernández & Valencia, 2009). A presença de tricomas nas folhas promove a formação de um microclima favorável entre a epiderme e a atmosfera, diminuindo as perdas de água por evapotranspiração, redução da temperatura foliar e do déficit de pressão de vapor, manutenção da condutância estomática, potencial hídrico da folha e influxo de CO<sub>2</sub>, além de reflexão de grande parte da radiação solar incidente, atenuando os efeitos da fotoinibição sobre a fotossíntese (Mata et al., 1985; Sarmiento, 1992; Sarmiento et al., 2006).

O fogo, como prática usual de manejo das pastagens nativas, vem sendo gradativamente substituído como consequência de seus efeitos deletérios sobre as características físicas e químicas do solo e dos incrementos efêmeros e de baixa magnitude na produtividade e qualidade da forragem, além de reflexos altamente significativos e negativos no passivo ambiental decorrente da atividade pecuária (Coradin, 1978; Braga, 2000; Crispim et al., 2003; Jacques, 2003; Costa et al., 2011a). A alta fertilidade do solo proporcionada pela queima é temporária, pois 97% do nitrogênio, 61% do fósforo, 76% do potássio e 65% do cálcio e magnésio são transferidos para a atmosfera e apenas 21% dos cátions e 0,2% do nitrogênio permanecem no solo sob a forma de cinzas, o que contribui para a baixa sustentabilidade e produtividade do ecossistema pastoril, refletindo a inadequada reciclagem de nutrientes (Valencia & Hernández, 2002). Ademais, a quantidade e qualidade das cinzas expressa a natureza do material incinerado, o qual geralmente está constituído por plantas senescentes com baixos teores de nutrientes e níveis elevados de fibras. Para pastagens nativas protegidas de queimadas por 25 anos, Hernández et al. (2008) reportaram acréscimos de 23,5; 15,5; 16,7; 128,6; 150,0 e 10,2% nos teores de matéria orgânica, nitrogênio, cálcio, magnésio, potássio e capacidade de campo e reduções de 11,2 e 17,0% nos teores de alumínio trocável e densidade aparente do solo, respectivamente. A ausência de queimadas proporcionou o aparecimento de árvores no ecossistema pastoril, as quais contribuíram para o aumento dos teores de matéria orgânica do solo e maior eficiência dos processos de reciclagem de nutrientes, além de proporcionar ambiente mais ameno e agradável ao pastejo pelos animais. Medina & Sarmiento (1979) e Mochiutti et al. (2000) reportaram maiores rendimentos de matéria seca (MS) para pastagens de *T. plumosus* roçadas (4.330 e 1.934 kg ha<sup>-1</sup>), comparativamente às submetidas a queimas anuais (2.450 e 1.327 kg ha<sup>-1</sup>), respectivamente. Pastagens de *T. vestitus* queimadas no final do período seco, independentemente da idade de rebrota (28, 42 e 56 dias), forneceram menores rendimentos de forragem (387; 956 e 1.129 kg ha<sup>-1</sup> de MS) que as submetidas ao rebaixamento mecânico (571; 1.236 e 1.681 kg ha<sup>-1</sup> de MS) (Costa et al., 2012a,b), enquanto que para *T. plumosus* os decréscimos foram de 21,9; 27,4 e 26,2% (658; 1.275 e 1.569 kg ha<sup>-1</sup> de MS vs. 843; 1.756 e 2.125 kg ha<sup>-1</sup> de MS, respectivamente) (Costa et al., 2012c,d).

Em pastagens nativas, submetidas a queimas frequentes, os níveis de matéria orgânica podem ser limitantes à produtividade e persistência das gramíneas, pois implicam em balanço negativo, ou seja, a gramínea não consegue repor, satisfatoriamente, seus requerimentos por

nitrogênio, via os processos de reciclagem (Heringer & Jacques, 2002; Hernández et al., 2006). Avaliando o balanço de nitrogênio em pastagens de *Trachypogon* spp., Medina (1982) estimou em 8,5 kg de N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> as perdas decorrentes pela queimada e em apenas 2,6 kg N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> a entrada no sistema solo-planta via precipitação. Como a absorção da gramínea foi de 14,8 kg de N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> e o aporte da atividade microbológica de 7,8 kg de N/ha/ano e o seu requerimento para formar novos tecidos foi de 43,6 kg de N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, neste sistema de manejo há um déficit de 48,2% na disponibilidade do nutriente, o qual deve ser reciclado internamente pela gramínea, de modo a atender satisfatoriamente sua demanda, caso contrário a produtividade biológica primária e a sustentabilidade do sistema podem ser comprometidas. Hernández & Valencia (2009) constataram que 45% dos requerimentos internos de N de *T. plumosus* decorrem da reciclagem interna da planta e o restante através da mineralização da biomassa aérea e subterrânea, atividade de microorganismos e precipitação. Em pastagens não submetidas à queima, a contribuição da fixação biológica pode suprir em até 43 e 10% a demanda da gramínea por N e P, respectivamente.

A produtividade das gramíneas forrageiras está diretamente relacionada à sua capacidade de emissão de folhas a partir dos meristemas remanescentes após a desfolhação (Nabinger, 1997). Durante os estágios iniciais de crescimento, a produção primária líquida é constituída basicamente por folhas enquanto não são iniciados os processos de senescência e morte foliar. A competição por luz, água e nutrientes intensifica o processo de senescência e a produção colhível passa a ser definida como a diferença entre a produção primária e as perdas por senescência, ocasião em que a gramínea atinge o máximo número de folhas verdes/perfilho, o qual tende a ser constante para determinada espécie e constitui critério prático e confiável como orientador para o manejo de gramíneas tropicais cespitosas (Zanine et al., 2005; Nabinger, 2006; Nabinger et al., 2009; Costa et al., 2012a,b).

O estabelecimento de práticas de manejo adequadas está condicionado à disponibilidade de recursos ambientais e da compreensão dos mecanismos morfológicos e ecofisiológicos que interferem na produção e utilização de forragem com reflexos na capacidade de suporte e perenidade da pastagem (Nabinger et al., 2011). O acúmulo de forragem de uma gramínea é afetado pelo estágio fenológico de crescimento, fertilidade do solo, disponibilidade de água e intensidade de desfolhação, como decorrência das alterações morfológicas e fisiológicas que afetam o balanço entre a produção e senescência de tecidos, com reflexos na composição química, capacidade de rebrota e persistência da pastagem (Lemaire et al., 2011). As

variações no acúmulo de biomassa, em função das condições ambientais e das práticas de manejo, permitem o monitoramento da dinâmica da produção líquida primária que reflete o saldo entre os processos bioquímicos antagônicos da fotossíntese e respiração (Taiz & Zeiger, 2004; Nabinger & Carvalho, 2009).

No manejo de pastagens busca-se o balanço harmônico entre crescimento da planta, eficiência de colheita da forragem e sua conversão em produtos de origem animal, visando assegurar o equilíbrio entre a exigência do animal sob pastejo e o funcionamento satisfatório dos mecanismos fisiológicos da planta forrageira para alcançar e manter elevada produtividade e persistência (Santos et al., 2008; Costa et al., 2011a). A fertilidade do solo, a idade fisiológica da planta e a intensidade de desfolhação são os fatores que mais afetam a produtividade e qualidade da forragem, representada pela interação entre a estrutura do dossel, sua composição química, digestibilidade, consumo voluntário e natureza dos produtos da digestão (Van Soest, 1994). Pastagens estabelecidas em solos de baixa fertilidade, na ausência de calagem e/ou adubação, produzem forragem de baixo valor nutritivo, refletindo a incapacidade do solo em suprir satisfatoriamente a demanda metabólica da planta por nutrientes (Sarmiento et al., 2006; Pinto et al., 2008).

A composição química das gramíneas forrageiras está estreitamente relacionada ao seu estágio de crescimento, como resultado das alterações morfológicas e fisiológicas que afetam o balanço entre a produção e senescência de tecidos (Lemaire et al., 2011). Com a maturidade da planta há redução na qualidade da forragem em decorrência dos altos teores de constituintes da parede celular (celulose, hemicelulose, lignina, pectina e sílica), reduzidos teores de proteína e minerais, além de elevada concentração de fibras indigestíveis (Lemaire & Agnusdei, 2000). O adequado manejo da pastagem consiste em procurar o ponto de equilíbrio entre produtividade e qualidade, visando assegurar os requerimentos nutricionais dos animais e garantindo, simultaneamente, a maximização da eficiência dos processos de produção, utilização e conversão da forragem produzida.

A produtividade primária de biomassa dos ecossistemas pastoris é limitada por duas categorias de "restrições ecológicas". A primeira está relacionada com a qualidade da radiação solar que atinge a superfície da terra, pois apenas 45% estão compreendidas na faixa espectral efetiva para a fotossíntese, ou seja, a radiação fotossinteticamente ativa (RFA) compreendida na faixa de comprimentos de onda entre 400 a 700 nm. A segunda categoria envolve a disponibilidade de fatores abióticos (temperatura e disponibilidade de água e nutrientes) que



afetam a máxima captação da energia solar (Nabinger, 2006). Na exploração dos ecossistemas pastoris o dilema básico é a impossibilidade de otimizar a interceptação e a conversão da energia solar em produção primária simultaneamente com a máxima eficiência de colheita (Parsons, 1988; Nabinger et al., 2000). Para pastagens de *Axonopus aureus*, gramínea nativa dos cerrados de Roraima, a resposta da produtividade de forragem à RFA incidente foi quadrática, sendo o máximo valor estimado em 487,7 MJ m<sup>-2</sup>, o qual correspondeu a 796,7 kg de MS ha<sup>-1</sup>. O aumento linear no índice de área foliar da gramínea, em função das idades de rebrota, não foi correlacionado com a eficiência de utilização da radiação ( $r = 0,36$ ;  $p=0,42$ ), evidenciando um efeito de sombreamento das folhas superiores sobre as inseridas na porção basal da planta, as quais têm suas taxas de fotossíntese reduzidas, o que contribui para menores incrementos no acúmulo de forragem, apesar da elevada disponibilidade de RFA. Logo, se não foram adotadas práticas de manejo que maximizem a interceptação da radiação incidente, a sua transformação em biomassa será reduzida, implicando em baixa produtividade primária do ecossistema (Braga, 1998; Costa et al., 2011b).

As gramíneas nativas dos cerrados, apesar de bem adaptadas aos solos ácidos e de baixa fertilidade natural, apresentam baixa produtividade biológica primária, contudo mostram-se responsivas à melhoria do ambiente de produção, notadamente através da adubação. Nos cerrados da Venezuela, Barger et al. (2002) constataram que o nitrogênio e o fósforo foram os nutrientes mais limitantes ao crescimento de *Trachypogon plumosus*, cuja omissão da adubação reduziu em 82,1 e 57,3%, respectivamente, os rendimentos de MS da gramínea. Sarmiento et al (2006) avaliando os efeitos da fertilização (100 kg de N ha<sup>-1</sup>; 36 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> e 60 kg de K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>) reportaram acréscimos de 71; 17 e 126% nos rendimentos de forragem de pastagens de *T. plumosus* + *Trachypogon vestitus*, respectivamente para a aplicação de N (7.180 kg de MS ha<sup>-1</sup>), P + K (4.900 kg de MS ha<sup>-1</sup>) e N + P + K (9.490 kg de MS ha<sup>-1</sup>), comparativamente ao tratamento controle (4.200 kg de MS ha<sup>-1</sup>). Nabinger & Carvalho (2009) recomendam a aplicação de níveis moderados de fertilizantes em pastagens nativas, de modo a favorecer a manutenção e produtividade das espécies de maior interesse forrageiro, evitando o aparecimento e proliferação de espécies oportunistas, beneficiadas momentaneamente pela melhoria do ambiente de produção e que não apresentam, no longo prazo, adaptação às condições edafoclimáticas do ecossistema pastoril.

Os estudos de fluxo de tecidos através de processos morfogênicos constituem importante ferramenta para avaliação da dinâmica de folhas e perfilhos em comunidade de

plantas forrageiras (Garcez Neto et al., 2002). A morfogênese descreve a dinâmica da geração e expansão da forma da planta no tempo e espaço. Durante o crescimento vegetativo a morfogênese de uma gramínea pode ser descrita por três variáveis: a taxa de aparecimento, a taxa de alongamento e a duração de vida das folhas, as quais, apesar de sua natureza genética, são fortemente influenciadas pelas condições ambientais (temperatura, luz, fotoperíodo, água e fertilidade do solo) e práticas de manejo (Lemaire & Agnusdei, 2000). As combinações entre estas variáveis condicionam a dinâmica do fluxo de tecidos e as características estruturais: número de folhas vivas, comprimento final de folhas e densidade de perfilhos, as quais irão determinar o índice de área foliar, ou seja, o aparato utilizado para a interceptação da radiação pelo dossel da pastagem. As variáveis morfogênicas apresentam estreita relação com a produtividade de forragem e são utilizadas como critérios de seleção no melhoramento genético e em estudos para avaliar os efeitos ambientais sobre a produtividade de gramíneas (Nabinger et al., 2009). A taxa de alongamento de folhas é responsável por 80% do crescimento em comprimento, 95% do peso seco e 99% da área foliar da gramínea (Lemaire et al., 2011).

As alterações nas características morfogênicas determinam modificações nas características estruturais da pastagem, ou seja, como os órgãos aéreos da planta são distribuídos e arranjados no tempo e no espaço, alterando o microclima (ventilação, temperatura, umidade e luminosidade) no qual as plantas se desenvolvem e, como consequência, gera novas mudanças no padrão morfogênico da planta, caracterizando a complexa e interdependente natureza da dinâmica de populações de plantas e do fluxo de tecidos no ecossistema pastagem. O conhecimento da morfogênese proporciona a visualização da curva estacional de produção de forragem e estimativa de sua qualidade (Nabinger & Pontes, 2001; Alexandrino et al., 2010), além de permitir a proposição de práticas de manejo específicas para cada gramínea forrageira (Lemaire et al., 2011).

A reação da planta à desfolhação envolve mais de uma característica adaptativa, as quais podem ser fisiológicas ou morfológicas: no curto prazo se tem adaptação fisiológica à restrição de carboidratos durante o crescimento da planta e, no longo prazo, ocorre plasticidade morfológica para a redução da probabilidade de desfolhação, o que em consequência confere tolerância da planta ao pastejo (Briske, 1996). A intensidade de desfolhação é o principal determinante das variáveis morfogênicas que caracterizam o tamanho das folhas e o perfilhamento, com reflexos na taxa de aparecimento de folhas e,

consequentemente no índice de área foliar médio da pastagem (Nabinger, 1998; Nabinger & Carvalho, 2009). Cada evento de desfolhação corresponde primeiramente a rápida mudança na quantidade e qualidade da luz que penetra no dossel forrageiro e, em segundo lugar, a uma rápida mudança em sua arquitetura à medida que a intensidade de desfolhação vai se tornando mais severa (Nabinger, 1997; Zanine, 2005; Nabinger & Sant'Anna, 2007). Desfolhações intensas asseguram que a produção primária disponível seja eficientemente colhida, mas pode reduzir a produção posterior através da redução na captura da energia solar devido à diminuição na área foliar remanescente. Por outro lado, desfolhações leves permitem a maximização da produção primária, contudo, grande proporção não é consumida pelos herbívoros e acaba senescendo, não sendo, portanto, transformada em produto animal (Nabinger et al., 2000; Lemaire et al., 2011). A duração média do período de descanso na pastagem deve ser ajustada de forma a minimizar as perdas de tecidos foliares por senescência, desde que a pressão de pastejo seja suficiente para remover a máxima proporção da forragem acumulada, preferencialmente de alto valor nutritivo (Wade & Carvalho, 2000; Nabinger, 2002). Desfolhações severas afetam negativamente a estrutura da pastagem implicando em ritmo mais acelerado de pastejo, contudo mais longo, onde os animais caminham mais e de forma mais rápida e realizam menor número de refeições com maior duração, com reflexos na ingestão diária de forragem (Nabinger, 1996; Nabinger & Carvalho, 2009).

O manejo da desfolha que mantenha altos resíduos de forragem é a forma mais eficiente de garantir maior produtividade da pastagem, potencializando o efeito da área foliar residual na interceptação e utilização da radiação solar, por meio da maior disponibilidade hídrica e de nutrientes essenciais ao crescimento das plantas em decorrência de um sistema radicular maior e mais profundo (Nabinger, 2006; Nabinger et al., 2011).

Neste contexto, considerando-se a importância da pecuária para a economia de Roraima e a abundância de recursos naturais suficientes para o fornecimento do suporte alimentar para os rebanhos, a utilização de práticas de manejo mais adequadas das pastagens nativas constitui alternativa para a otimização de sua utilização, resultando em uma pecuária com elevados índices de sustentabilidade econômica (maior produtividade animal e redução dos custos de produção), social (geração de renda e emprego) e ambiental (incorporação de áreas subutilizadas ao processo produtivo, redução dos desmatamentos, queimadas e emissão de gases do efeito estufa e do passivo ambiental).

Este trabalho teve como objetivo viabilizar alternativas tecnológicas e ambientalmente sustentáveis para o manejo de pastagens de *T. plumosus* nos cerrados de Roraima, visando ao aumento da produtividade e qualidade da forragem, compatíveis com a manutenção do equilíbrio do complexo solo-planta-animal. Deste modo, pretendeu-se caracterizar a dinâmica de crescimento de pastagens de *T. plumosus*, sob correção da fertilidade do solo e em diferentes idades de rebrota; quantificar os efeitos da idade de rebrota, correção da fertilidade do solo e intensidades de desfolhação sobre a produtividade, estacionalidade e a qualidade da forragem de suas pastagens e, determinar as suas características morfogênicas, sob correção da fertilidade do solo, estações de crescimento e intensidades de desfolhação, visando ao estabelecimento de práticas de manejo mais adequadas para a gramínea, em consonância com o balanço entre os processos de crescimento e senescência.

Nos Capítulos I e II foram avaliadas a dinâmica de crescimento, a qualidade da forragem e a morfogênese de pastagens de *T. plumosus*, sob diferentes níveis de correção da fertilidade do solo e idades de rebrota, visando determinar os períodos de pastejo mais adequados e que otimizem o balanço entre produção e senescência de tecidos. Nos Capítulos III e IV foram determinadas a produtividade, a composição química e a morfogênese da gramínea, em duas estações de crescimento (períodos chuvoso e seco), em função de níveis de correção da fertilidade do solo e intensidades de desfolhação, de modo a subsidiar a proposição de práticas de manejo mais eficientes e sustentáveis.

## HIPÓTESES

- A calagem e/ou adubação e o manejo adequado da desfolhação aumentam a produtividade e qualidade da forragem de pastagens de *Trachypogon plumosus* e reduzem sua estacionalidade.
- A caracterização morfogênica de pastagens de *T. plumosus* permite a proposição de práticas de manejo mais eficientes, otimizando o balanço entre os processos de crescimento e senescência.

## LITERATURA CITADA

ALEXANDRINO, E.; VAZ, R.G.M.; SANTOS, A.C. Características da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu durante o seu estabelecimento submetida a diferentes doses de nitrogênio. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.26, n.6, p.886-89, 2010.

- BARGER, N.N.; D'ANTONIO, C.M.; GHNEIM, T.; BRINK, K.; CUEVAS, E.N. Nutrient limitation to primary productivity in a secondary savanna in Venezuela. **Biotropica**, Oxford, v. 34, n. 4, p. 493-501, 2002.
- BARUCH, Z.; BILBAO, B. Effects of fire and defoliation on the life history of native and invader C<sub>4</sub> grass in a Neotropical savanna. **Oecologia**, Amsterdam, v.119, p.510-520, 1999.
- BARUCH, Z.; NASSAR, J.M.; BUBIS, J. Quantitative trait, genetic, environmental, and geographical distances among populations of the C<sub>4</sub> grass *Trachypogon plumosus* in Neotropical savanna. **Diversity and Distributions**, Amsterdam, v.10, p.283-292, 2004.
- BRAGA, R.M. **A agropecuária em Roraima: considerações históricas, de produção e geração de conhecimento**. Boa Vista: Embrapa Roraima, 1998. 63p. (Documentos, 1).
- BRAGA, R.M. **Cavalo lavradeiro em Roraima: aspectos históricos, ecológicos e de conservação**. Brasília: Embrapa Comunicação para a Transferência de Tecnologia, 2000. 119p.
- BRISKE, D.D. Developmental morphology and physiology of grasses. In: HEITSCHMIDT, R.K.; STUTH, J.W. (Eds.). **Grazing management: an ecological perspective**. Portland: Timber Press, 1996. p.85-108.
- CORADIN, L. **The grasses of the natural savannas of the Federal Territory of Roraima**. New York: Botanical Garden, 1978. 233p. Dissertação de Mestrado.
- COSTA, N. de L.; GIANLUPPI, V.; MORAES, A. Morfogênese de *Trachypogon vestitus* submetido à queima, nos cerrados de Roraima. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.13, n.1, p.41-48, 2012a.
- COSTA, N. de L.; GIANLUPPI, V.; MORAES, A. Produtividade de forragem e morfogênese de *Trachypogon vestitus*, durante o período seco, em área de cerrado, Roraima. **Revista Trópica, Ciências Agrárias e Biológicas**, São Luís, v.6, n.1, p.93-103, 2012b.
- COSTA, N. de L.; MORAES, A.; GIANLUPPI, V.; BENDAHAN, A.B.; MAGALHÃES, J.A. Acúmulo de forragem e características morfogênicas e estruturais de *Trachypogon plumosus*, durante o período seco, nos cerrados de Roraima. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.28, n.4, p.515-526, 2012c.
- COSTA, N. de L.; MORAES, A.; GIANLUPPI, V.; BENDAHAN, A.B.; MAGALHÃES, J.A. Acúmulo de forragem e eficiência de utilização da radiação em pastagens de *Axonopus aureus*, durante o período seco, nos cerrados de Roraima. **Revista Agro@ambiente On-line**, Boa Vista, v.5, n.2, p.143-147, 2011b.
- COSTA, N. de L.; MORAES, A.; MONTEIRO, A.L.G.; OLIVEIRA, R.A. Produtividade de forragem e morfogênese de *Trachypogon plumosus* nos cerrados de Roraima. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 7., 2012, Maceió. **Anais...** Maceió: SNPA, 2012d. 3p.
- COSTA, N. de L.; MORAES, A.; OLIVEIRA, R.A.; GIANLUPPI, V.; BENDAHAN, A.B.; MAGALHÃES, J.A. Rendimento potencial de pastagens de *Trachypogon plumosus* nos cerrados de Roraima. **Revista Agro@ambiente On-line**, Boa Vista, v.5, n.3, p.200-206, 2011a.
- COSTA, N. de L.; TOWNSEND, C.R.; MORAES, A. Caracterização e manejo de pastagens nativas na Amazônia. **Pubvet**, Londrina, v.4, n.25, Art#882, 2010.

- CRISPIM, S.M.A.; CARDOSO, E.L.; RODRIGUES, C.A.; BARIONI JÚNIOR, W. Composição química da matéria seca de um campo de pastagem nativa submetido à queima, Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, Maracay, v.11, n.3, p.157-162, 2003.
- GARCEZ NETO, A.F.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; REGAZZI, A.J.; FONSECA, D.M.; MOSQUIM, P.R.; GOBBO, K.F. Respostas morfogênicas e estruturais de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob diferentes níveis de adubação nitrogenada e alturas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.5, p.1890-1900, 2002.
- HERINGER, E.; JACQUES, A.V.A. Qualidade da forragem de pastagem nativa sob distintas alternativas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.3, p.399- 406, 2002.
- HERNÁNDEZ, D.L.; SANTANELLA, S.; CHACÓN, P. Contribution of nitrogen-fixing organisms to the N budget in *Trachypogon* savannas. **European Journal of Soil Biology**, Amsterdam, v.42, n.1, p.43-50, 2006.
- HERNÁNDEZ, D.L.; VALENCIA, L.H.; GÜERERE, I. Cambios en parámetros físicos, químicos y biológicos en el suelo de una sabana protegida de quema durante veinticinco años. **Bioagro**, Caracas, v.20, n.3, p.151-158, 2008.
- HERNÁNDEZ, D.L.; VALENCIA, L.H. Nutritional aspects in *Trachypogon* savannas as related to nitrogen and phosphorus cycling. In: CLARO, K.D.; OLIVEIRA, P.S.; GRAY, V.R. (Eds.). **Encyclopedia of life support systems**. Oxford: Eolss Publishers, 2009. p.1-25.
- JACQUES, A.V.A. A queima das pastagens naturais: efeitos sobre o solo e a vegetação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.1, p.177-181, 2003.
- LATA, J.C.; DEGRANGE, V.; RAYNAUD, X.; MARON, P.A.; LENSİ, R.; ABBADIE, L. Grass populations control nitrification in savanna soils. **Functional Ecology**, Amsterdam, v.18, p.605-611, 2004.
- LEMAIRE, G.; AGNUSDEI, M. Leaf tissue turnover and efficiency of herbage utilization. In: LEMAIER, G.; HODGSON, J.; MORAES, A.; NABINGER, C.; CARVALHO, P.C.F. (Eds.). **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. London: CAB International, 2000. p.265-288.
- LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; CHABBI, A. **Grassland productivity and ecosystem services**. Wallingford: CABI, 2011. 287p.
- MATA, D.; HERRERA, P.; BIRBE, B. Sistemas de producción animal con bajos insumos para las sabanas de *Trachypogon* sp. **Ecotropicos**, Mérida, v.9, n.2, p.83-100, 1996.
- MATA, D.; MORENO, E.; ROJAS, N.R. Efecto de la edad sobre la composición química del *Trachypogon* spp. en una sabana del Sureste del Estado Guarico. **Zootecnia Tropical**, Caracas, v.3, n.1, p.29-48, 1985.
- MEDINA, E. Nitrogen balance in *Trachypogon* grasslands of central Venezuela. **Plant and Soil**, The Hague, v.67, p.305-314, 1982.
- MEDINA, E.; SARMIENTO, G. Ecophysiological studies in the *Trachypogon* savanna (central Llanos). In: **Tropical grazing land ecosystems**. Paris: UNESCO, 1979. p.612-619.

- MOCHIUTTI, S.; SOUZA FILHO, A.P.; MEIRELLES, P.R.L. **Efeitos da queima em uma pastagem nativa de cerrado do Amapá**. Macapá: Embrapa Amapá, 2000. 14p. (Boletim de Pesquisa, 37).
- NABINGER, C. Princípios da exploração intensiva das pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 13., 1996, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1996. p.15-95.
- NABINGER, C. Eficiência do uso de pastagens: disponibilidade e perdas de forragem. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 14., 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1997. p.213-251.
- NABINGER, C. Princípios de manejo e produtividade de pastagens. In: CICLO DE PALESTRAS EM PRODUÇÃO E MANEJO DE BOVINOS DE CORTE, 3., 1998, Canoas. **Anais...** Canoas: ULBRA, 1998. p.54-107.
- NABINGER, C. Manejo da desfolha. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 19., 2002, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2002. p.133-158.
- NABINGER, C. Manejo e produtividade das pastagens nativas do subtropico brasileiro. In: SIMPÓSIO DE FORRAGEIRAS E PRODUÇÃO ANIMAL, 1., 2006, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Metrópole, 2006. p.25-75.
- NABINGER, C.; CARVALHO, P.C.F. Ecofisiología de sistemas pastoriles: aplicaciones para su sustentabilidad. **Agrociencia**, Buenos Aires, v.3, p.18-27, 2009.
- NABINGER, C.; CARVALHO, P.C.F.; PINTO, E.C.; MEZZALIRA, J.C.; BRAMBILLA, D.M.; BOGGIANO, P. Servicios ecosistémicos de las praderas naturales: ¿es posible mejorarlos con más productividad?. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, Caracas, v.19, n.3-4, p.27-34, 2011.
- NABINGER, C.; FERREIRA, E.T.; FREITAS, A.K.; CARVALHO, P.C.F.; SANT'ANNA, D.M. Produção animal com base no campo nativo: aplicações de resultados de pesquisa. In: PILLAR, V.P.; MÜLLER, S.C.; CASTILHOS, Z.M.S.; JACQUES, A.V.A. (Eds.). **Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Brasília: MMA, 2009, p.175-198.
- NABINGER, C.; MORAES, A.; MARASCHIN, G.E. Campos in Southern Brazil. In: LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; MORAES, A.; NABINGER, C.; CARVALHO, P.C.F. (Eds.). **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. London: CAB International, 2000. p.355-376.
- NABINGER, C.; PONTES, L.S. Morfogênese de plantas forrageiras e estrutura do pasto. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. p.755-771.
- NABINGER, C.; SANT'ANNA, D.M. Campo nativo: sustentabilidade frente às alternativas de mercado. In: SIMPÓSIO DE FORRAGEIRAS E PRODUÇÃO ANIMAL, 2., 2007, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Metrópole, 2007. p.83-121.
- PARSONS, A.J. The effects of season and management on the growth of grass swards. In: JONES, M.B., LAZENBY, A. (Eds.). **The grass crop: the physiological basis of production**. London: Chapman & Hall, p. 129-177, 1988.

- PINTO, C.E.; FONTOURA JÚNIOR, J.A.S.; FRIZZO, A.; FREITAS, T.M.S.; NABINGER, C.; CARVALHO, P.C.F. Produções primária e secundária de uma pastagem natural da Depressão Central do Rio Grande do Sul submetida a diversas ofertas de fitomassa aérea total. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.37, n.10, p.1737-1741, 2008.
- SANTOS, D.T.; CARVALHO, P.C.F.; NABINGER, C.; CARASSAI, I.J.; GOMES, L.H. Eficiência bioeconômica da adubação em pastagem natural do sul do Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.2, p.437-444, 2008.
- SARMIENTO, G. Adaptive strategies of perennial grasses in South American savannas. **Journal of Vegetation Science**, Uppsala, v.3, p.325-336, 1992.
- SARMIENTO, G.; SILVA, M.P.; NARANJO, M.E.; PINILLOS, M. Nitrogen and phosphorus as limiting factors for growth and primary production in a flooded savanna in the Venezuelan Llanos. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v.22, p.203-212, 2006.
- SERRÃO, E.A.S. Pastagens nativas do trópico úmido brasileiro: conhecimentos atuais. In: SIMPÓSIO DO TRÓPICO ÚMIDO, 1., Belém 1984. **Anais...** Belém: CPATU, 1986, v.5. p.183-205. (Documentos, 36).
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 3.ed., 2004. 719p.
- TEIXEIRA NETO, J.F.; VEIGA, J.B. Utilización de pasturas em la isla de Marajó, Estado do Pará, Brasil. **Pasturas Tropicales**, v.9, v.3, p.21-26, 1987.
- TEJOS, R. **Pastos nativos de sabanas inundables: caracterización y manejo**. Barquisimeto, Venezuela: Megagraf, 2002. 111p.
- TEJOS, R. **Pastizales de los llanos de Venezuela**. Mérida: Universidad de los Andes, 2006, 23p.
- VALENCIA, H.; HERNÁNDEZ, L. The losses of nutrients by fire in a savanna vegetation of *Trachypogon*. **Revista de Biología Tropical**, Caracas, v.50, n.3-4, p.1013-1019, 2002.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Corvallis: Cornell University Press, 1994. 476p.
- WADE, M.H.; CARVALHO, P.C.F. Defoliation patterns and herbage intake on pastures. In: LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; MORAES, A.; NABINGER, C.; CARVALHO, P.C.F. (Eds). **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. London: CAB International, 2000. p.265-288.
- ZANINE, A.M. Resposta morfofisiológica em pasto sob pastejo. **Colloquium Agrariae**, Presidente Prudente, v.1, n.2, p.50-59, 2005.
- ZANINE, A.M.; SANTOS, E.M.; OLIVEIRA, J.S.; FERREIRA, D.J. Modernas estratégias no manejo do pastejo das gramíneas do gênero *Brachiaria* e *Cynodon*. **Revista Electrónica de Veterinária**, Madrid, v.6, n.11, p.1-12, 2005.



## Capítulo I

### **Dinâmica de crescimento e morfogênese de *Trachypogon plumosus* submetido à calagem e adubação em diferentes idades de rebrota**

#### RESUMO

Nos cerrados de Roraima, *Trachypogon plumosus* é a gramínea predominante nas áreas planas e não inundáveis e a que apresenta maior potencial forrageiro para a alimentação de ruminantes. A análise de crescimento e a caracterização morfológica são ferramentas de grande utilidade para determinar o potencial produtivo de gramíneas forrageiras e suas bases fisiológicas, permitindo a proposição de práticas de manejo mais eficientes e sustentáveis. Foram avaliados os efeitos de níveis de correção da fertilidade do solo (testemunha, calagem, adubação e calagem + adubação) e da idade de rebrota (21, 28, 35, 42, 49, 56, 63, 70, 77 e 84 dias) sobre a dinâmica de crescimento, rendimento de forragem e características morfológicas e estruturais de *Trachypogon plumosus*. O aumento da idade de rebrota resultou em maiores rendimentos de matéria seca (MS), taxa absoluta de crescimento (TAC), densidade populacional de perfilhos (DPP), número de folhas vivas (NFV), comprimento final de folhas (CFF), índice (IAF) e razão de área foliar (RAF) e taxas de alongamento (TAIF) e senescência foliar (TSF), ocorrendo o inverso quanto às taxas médias (TMC) e relativas (TCR) de crescimento, taxa de assimilação líquida (TAL) e de aparecimento foliar (TApF). A gramínea respondeu positivamente à melhoria da fertilidade do solo. A calagem + adubação ou a adubação proporcionaram maiores rendimentos de MS (1.934 e 1.661 kg ha<sup>-1</sup>), TAC (36,6 e 31,5 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>), TMC (32,5 e 27,9 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>), TAL (4,993 e 4,152 g m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup>), RAF (152,9 e 140,9 cm<sup>2</sup> g<sup>-1</sup>), NFV (4,93 e 4,85 folhas perfilho<sup>-1</sup>), TApF (0,119 e 0,109 folhas dia<sup>-1</sup> perfilho<sup>-1</sup>), TAIF (2,14 e 1,80 cm dia<sup>-1</sup> perfilho<sup>-1</sup>), CFF (18,5 e 16,1 cm), IAF (2,42 e 2,14), DPP (570 e 534 perfilhos m<sup>-2</sup>) e TSF (0,196 e 0,178 cm dia<sup>-1</sup> perfilho<sup>-1</sup>). Visando maximizar a eficiência de utilização da forragem produzida e reduzir as perdas por senescência foliar da gramínea, o período mais adequado de utilização de suas pastagens, durante o período chuvoso, situa-se entre 56 e 63 dias com o uso de adubação e calagem + adubação e, 63 a 70 dias para a testemunha e a calagem.

**Palavras-chave:** matéria seca, folhas, perfilhamento, taxa de crescimento

## **Growth dynamic and morphogenesis of *Trachypogon plumosus* submitted to liming and fertilization and regrowth ages**

### ABSTRACT

In Roraima's savannas, *Trachypogon plumosus* is the predominant grass in plain and flood-proof areas and presents greatest forage potential for ruminant feed. The growth analysis and morphogenetic characterization are tools very useful to determine the potential productivity of forage grasses and their physiological basis, allowing the proposition of management practices more efficient and sustainable. To evaluate the effects of soil fertility correction levels (control, liming, fertilization and liming + fertilization) and regrowth ages (21, 28, 35, 42, 49, 56, 63, 70, 77 and 84 days) on growth dynamic, forage yield and morphogenetic and structural characteristics of *Trachypogon plumosus*. Dry matter (DM) yields, absolute growth rate (AGR), tiller population density (TPD), number of live leaves (NLL), leaf blade length (LBL), leaf area index (LAI), leaf area ratio (LAR), leaf elongation rate (LER) and leaf senescence rate (LSR) increased consistently with regrowth age, while the crop growth (CGR), relative growth (RGR), net assimilation rate (NAR) and leaf appearance rate (LApR) were inversely proportional to regrowth age. The grass showed high responsiveness to the soil fertility improvement. Liming + fertilization or fertilization alone provided higher DM yields (1,934 and 1,661 kg ha<sup>-1</sup>), AGR (36.6 and 31.5 kg ha<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup>), CGR (32.5 and 27.9 kg ha<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup>), NAR (4.993 and 4.152 g m<sup>-2</sup> day<sup>-1</sup>), LAR (152.9 and 140.9 cm<sup>2</sup> g<sup>-1</sup>), NLL (4.93 and 4.85 leaf tiller<sup>-1</sup>), LApR (0.119 and 0.109 leaf day<sup>-1</sup> tiller<sup>-1</sup>), LER (2.14 and 1.80 cm day<sup>-1</sup> tiller<sup>-1</sup>), LBL (18.5 and 16.1 cm), LAI (2.42 and 2.14), TPD (570 and 534 tillers m<sup>-2</sup>) and LSR (0.196 and 0.178 cm day<sup>-1</sup> tiller<sup>-1</sup>). To maximize the forage use efficiency and to prevent large losses relative to senescence and leaves death, during rainy season, it is recommended at regrowth intervals of 56 to 63 days for liming + fertilized and fertilized pastures and, 63 to 70 days for control or liming pastures.

**Key words:** dry matter, growth rate, leaves, tillering

## Introdução

Nos cerrados de Roraima, as pastagens nativas representam importante recurso forrageiro para alimentação dos rebanhos bovino e ovino. Apesar de limitações quantitativas e qualitativas, decorrentes da baixa fertilidade natural dos solos, historicamente, proporcionaram o suporte alimentar para a exploração pecuária, que passou a se constituir, ao longo dos anos, como a principal atividade econômica de Roraima (Braga, 1998; Costa et al., 2011). O pastejo contínuo com taxa de lotação variável, mas em geral extensivo e desvinculado do ritmo estacional de crescimento das pastagens, tem contribuição direta para os baixos índices produtivos dos rebanhos (Mata et al., 1996; Recio et al., 2011). O excesso de lotação animal e a não reposição dos nutrientes extraídos constituem as principais causas do esgotamento da fertilidade do solo do ecossistema e, conseqüentemente, da redução da capacidade de suporte e do potencial produtivo das pastagens nativas ao longo dos anos (Sarmiento, 1992; Recio et al., 2011).

Nas áreas planas e não inundáveis das pastagens nativas, onde a gramínea *Trachypogon plumosus* constitui entre 80 e 90% de sua composição botânica, a produção animal pode ser muito baixa, sendo necessário entre 6 e 10 ha para a manutenção de um bovino adulto, o que inviabiliza economicamente a atividade pecuária, desde que não sejam implementadas práticas de manejo adequadas para o seu melhoramento (Braga, 1998). A gramínea apresenta ciclo perene, hábito de crescimento cespitoso, folhas pilosas e plantas com 40 a 80 cm de altura. No entanto, são escassas as informações sobre o potencial produtivo e a resposta da gramínea à melhoria das condições do ambiente de produção, notadamente quanto à correção da fertilidade do solo, visando à proposição de práticas de manejo mais sustentáveis (Costa et al., 2012). Os macronutrientes, nitrogênio (N), fósforo (P), cálcio (Ca), magnésio (Mg), potássio (K) e enxofre (S), desempenham relevante papel nos processos de crescimento e metabolismo das gramíneas forrageiras, sendo responsáveis pela síntese de compostos orgânicos, uso mais eficiente da água, maximização das reações enzimáticas e da fotossíntese, síntese, translocação e degradação de carboidratos, controle na abertura e fechamento dos estômatos, aparecimento e desenvolvimento de perfilhos, tamanho e número de folhas e de colmos, intensidade de florescimento e formação de sementes (Taiz & Zeiger, 2004).

O acúmulo de forragem de uma gramínea está estreitamente relacionado ao seu estágio de crescimento, como decorrência das alterações morfológicas e fisiológicas que afetam o balanço entre a produção e a senescência de tecidos, com reflexos na composição química,

capacidade de rebrota e persistência da pastagem (Lemaire, 2001). Logo, deve-se procurar o ponto de equilíbrio entre produtividade e qualidade, visando assegurar os requerimentos nutricionais dos animais e garantindo, simultaneamente, a maximização da eficiência dos processos de produção, utilização e conversão da forragem produzida.

O conhecimento das características morfogênicas e estruturais proporciona a visualização da curva estacional de produção de forragem e uma estimativa de sua qualidade (Alexandrino et al., 2011), além de permitir a proposição de práticas de manejo específicas para cada gramínea forrageira (Lemaire et al., 2011). A morfogênese de uma gramínea durante seu crescimento vegetativo pode ser descrita por três variáveis: a taxa de aparecimento, a taxa de alongamento e a duração de vida das folhas, as quais, apesar de sua natureza genética, são fortemente influenciadas pelas condições ambientais (temperatura, luz, água e fertilidade do solo) e práticas de manejo. As interações entre estas variáveis determinam as características estruturais: número de folhas vivas/perfilho (NFV), comprimento final de folhas (CFF) e densidade de perfilhos, as quais irão determinar o índice de área foliar (IAF), ou seja, o aparato utilizado para a interceptação da radiação pelo dossel da pastagem. O NFV é decorrente da taxa de aparecimento e a duração de vida das folhas, sendo determinado geneticamente, enquanto que a taxa de alongamento foliar condiciona o CFF (Lemaire & Agnusdei, 2000).

Neste trabalho foram avaliados os efeitos da calagem e/ou adubação e da idade de rebrota sobre a produção de forragem e características morfogênicas e estruturais de *Trachypogon plumosus* nos cerrados de Roraima.

## **Material e Métodos**

O experimento foi conduzido em pastagem nativa de *T. plumosus*, localizada em Boa Vista, Roraima (60°43' de longitude oeste e 2°45' de latitude norte), durante o período de maio a agosto de 2011, a qual não estava submetida a nenhuma prática de manejo. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é Aw1, com precipitação anual de 1.600 mm, sendo que 80% ocorrem nos seis meses do período chuvoso (abril a setembro). Os dados de temperatura e precipitação foram coletados de pluviômetro e termômetro instalados na área experimental (Tabela 1).

**Tabela 1.** Precipitação, temperaturas mínimas, máximas e médias e radiação solar registradas durante o período experimental. Boa Vista, Roraima. 2011.

Meses	Precipitação (mm)	Temperatura (°C)			Radiação Solar MJ/m <sup>2</sup>
		Mínima	Máxima	Média	
Maio	692,9	23,0	30,8	26,9	376,9
Junho	383,8	22,7	31,7	27,2	381,8
Julho	389,2	22,2	32,1	27,1	432,4
Agosto	234,8	23,8	32,9	28,4	458,8

O solo da área experimental é um Latossolo Amarelo, textura média, com as seguintes características químicas, na profundidade de 0-20 cm:  $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}} = 5,1$ ;  $\text{P} = 1,1 \text{ mg kg}^{-1}$ ;  $\text{Ca} + \text{Mg} = 0,51 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ ;  $\text{K} = 0,03 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ ;  $\text{Al} = 0,39 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ ;  $\text{H} + \text{Al} = 2,43 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ ;  $\text{SB} = 0,54 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ ;  $\text{V} = 18,2\%$ ; Matéria orgânica =  $10,7 \text{ g kg}^{-1}$  e Teor de argila =  $190 \text{ g kg}^{-1}$ . O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com três repetições e os tratamentos arranjados em um fatorial 4 x 10. Foram avaliados quatro níveis de correção da fertilidade do solo (testemunha, calagem, adubação e calagem + adubação) e dez idades de rebrota (21, 28, 35, 42, 49, 56, 63, 70, 77 e 84 dias após a uniformização da pastagem a 5,0 cm acima do solo). O tamanho das parcelas foi de 5,0 x 4,0 m, sendo a área útil de 12 m<sup>2</sup>. A calagem foi realizada 30 dias antes do rebaixamento da pastagem, visando elevar a 40% a saturação de bases ( $0,65 \text{ t ha}^{-1}$  de calcário dolomítico - PRNT = 100%). A necessidade de calcário (NC) foi calculada utilizando-se a seguinte fórmula:  $\text{NC} (\text{t ha}^{-1}) = [(\text{V}_2 - \text{V}_1) \times \text{T} \times \text{f}] \div 100$ , em que:  $\text{V}_1$  = valor da saturação das bases trocáveis do solo, em percentagem, antes da correção. ( $\text{V}_1 = 100 \text{ S/T}$ ) sendo:  $\text{S} = \text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++} + \text{K}^+ (\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3})$ ;  $\text{V}_2$  = valor da saturação de bases trocáveis que se deseja;  $\text{T} = \text{capacidade de troca de cátions, } \text{T} = \text{S} + (\text{H}^+ + \text{Al}^{+++}) (\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3})$  e,  $\text{f} = \text{fator de correção do PRNT do calcário } (\text{f} = 100/\text{PRNT})$ . A adubação constou de  $50 \text{ kg ha}^{-1}$  de N (ureia),  $50 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$  (superfosfato triplo),  $50 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$  (cloreto de potássio) e  $30 \text{ kg ha}^{-1}$  de S (enxofre elementar), aplicados a lanço após o rebaixamento da pastagem.

Os rendimentos de matéria seca (MS) foram estimados através de cortes mecânicos, realizados a uma altura de 5,0 cm acima do solo. O material colhido foi pesado e colocado para secar em estufa de ventilação forçada a 65°C por 72 horas. A taxa absoluta de crescimento (TAC) foi obtida dividindo-se o rendimento de MS pelo respectivo período de rebrota. A taxa média de crescimento (TMC), taxa de crescimento relativo (TCR), taxa de

assimilação líquida (TAL) e razão de área foliar (RAF) foram calculadas segundo Benincasa (2003):

$$\text{TMC} = (P_2 - P_1) / (T_2 - T_1) \text{ (kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1} \text{ de MS)}$$

$$\text{TCR} = (\text{Ln}P_2 - \text{Ln}P_1) / (T_2 - T_1) \text{ (g g}^{-1} \text{ dia}^{-1})$$

$$\text{TAL} = (P_2 - P_1) / (T_2 - T_1) \times (\text{Ln}A_2 - \text{Ln}A_1) / (A_2 - A_1) \text{ (g m}^{-2} \text{ dia}^{-1})$$

$$\text{RAF} = A/P \text{ (cm}^2 \text{ g}^{-1})$$

onde,  $P_2$  e  $P_1$ ;  $T_2$  e  $T_1$  e,  $A_2$  e  $A_1$ , representam, respectivamente, a produtividade de MS ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), o intervalo de tempo (dias) e a área foliar ( $\text{cm}^2$  ou  $\text{m}^2$ ) entre duas amostragens.

Para determinação das características morfogênicas e estruturais foram selecionadas quatro touceiras/parcela e marcados três perfilhos/touceira, utilizando-se fios coloridos. As avaliações foram realizadas a intervalos de três dias, quando se computava o aparecimento, o alongamento e a senescência de folhas. A taxa de alongamento foliar (TAIF) e a taxa de aparecimento de folhas (TApF) foram calculadas dividindo-se o comprimento acumulado de folhas e o número total de folhas no perfilho, respectivamente, pelo período de rebrota. O comprimento final da folha (CFF) foi determinado pela divisão do alongamento foliar total do perfilho pelo seu número de folhas. Para o cálculo da área foliar, em cada idade de rebrota foram coletadas amostras de folhas verdes completamente expandidas, procurando-se obter uma área entre 200 e 300  $\text{cm}^2$ , sendo estimada com o auxílio de um planímetro ótico eletrônico (Li-Cor, modelo LI-3100C). Posteriormente, as amostras foram levadas à estufa com ar forçado a 65°C até atingirem peso constante, obtendo-se a MS foliar. A área foliar específica (AFE) foi determinada através da relação entre a área de folhas verdes e a sua MS ( $\text{m}^2 \text{ g}^{-1}$  MS foliar). O índice de área foliar (IAF) foi determinado a partir do produto entre a MS total das folhas verdes ( $\text{g de MS m}^{-2}$ ) pela AFE ( $\text{m}^2 \text{ g}^{-1}$  de MS foliar). A taxa de senescência foliar (TSF) foi obtida dividindo-se o comprimento das folhas que se apresentavam de coloração amarelada ou necrosada pela idade de rebrota. A densidade populacional de perfilhos (DPP) foi estimada com o uso de armações metálicas de 0,25  $\text{m}^2$  (50 x 50 cm), alocadas em quatro pontos ao acaso em cada parcela, sendo computados todos os perfilhos vivos, em cada idade de rebrota. O filocrono, intervalo de tempo térmico para o aparecimento de duas folhas sucessivas, foi determinado como o inverso do coeficiente angular da regressão entre o número de folhas e a soma térmica (graus-dia - GD). Para o cálculo do acúmulo de GD foi considerada a temperatura mínima basal da planta de 10°C,

utilizando-se a fórmula:  $GD = [(TM + Tm) \div 2] - Tb$ , onde, TM = temperatura máxima do ar (°C); Tm = temperatura mínima do ar (°C) e, Tb = temperatura mínima basal da planta (°C).

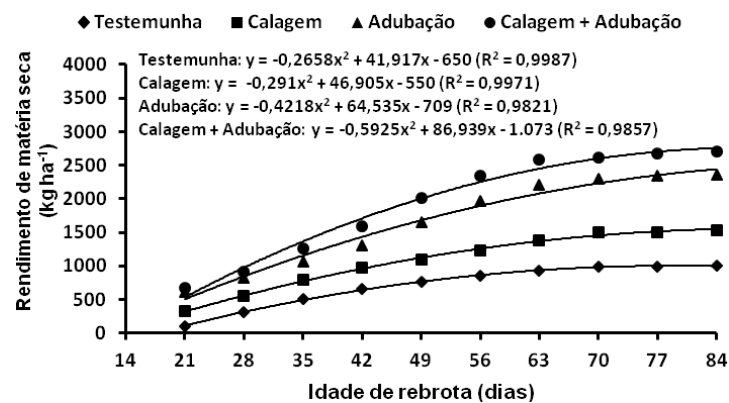
Os dados foram submetidos à análise de variância e de regressão considerando 5% de probabilidade, utilizando-se o software estatístico Sisvar. Para se estimar a resposta dos parâmetros avaliados às idades de rebrota, em função dos níveis de correção da fertilidade do solo, a escolha dos modelos de regressão baseou-se na significância dos coeficientes linear e quadrático, por meio do teste “t”, de Student a 5% de probabilidade. As médias dos fatores qualitativos foram comparadas através do teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## Resultados e Discussão

A gramínea respondeu positivamente à melhoria do ambiente de produção, apesar de sua boa adaptação aos solos de baixa fertilidade do Cerrado. Os maiores rendimentos de MS foram registrados com a calagem + adubação (1.934 kg ha<sup>-1</sup>) e adubação (1.661 kg ha<sup>-1</sup>), semelhantes entre si (P>0,05); o efeito da calagem foi menos acentuado (1.087 kg ha<sup>-1</sup>), porém superior (P<0,05) à testemunha (710 kg ha<sup>-1</sup>) (Figura 1). Em pastagens de *Trachypogon vestitus* adubadas com 50 kg ha<sup>-1</sup> de N, 50 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 50 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, 120 kg ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico e 20 kg ha<sup>-1</sup> de S, Rippstein et al. (2001) estimaram 4.550 kg ha<sup>-1</sup>, comparativamente a 2.840 e 3.111 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente na ausência de N ou de adubação. Em pastagens de *Axonopus purpusii*, a aplicação conjunta de nitrogênio (100 kg de N ha<sup>-1</sup>), fósforo (36 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>) e potássio (60 kg de K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>) resultaram em incrementos superiores a 460% no seu rendimento de forragem (554 vs. 3.108 kg de MS ha<sup>-1</sup>) (Sarmiento et al., 2006). Utilizando níveis semelhantes de fertilização, Barger et al. (2002), em pastagens de *T. plumosus* + *T. vestitus*, constataram acréscimos de 71; 17 e 126% , respectivamente para a aplicação de N (7.180 kg de MS ha<sup>-1</sup>), P + K (4.900 kg de MS ha<sup>-1</sup>) e N + P + K (9.490 kg de MS ha<sup>-1</sup>), comparativamente ao tratamento controle (4.200 kg de MS ha<sup>-1</sup>). Em pastagens nativas dos cerrados da Venezuela, a aplicação de 150 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> + 50 kg de K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> proporcionou incremento de 89% em seu rendimento de forragem (11.225 vs. 5.922 kg de MS ha<sup>-1</sup>) (Tejos, 1984). Os altos rendimentos de forragem registrados pelos autores supracitados podem estar associados à maior fertilidade natural do solo, notadamente os teores de matéria orgânica. Para *Paspalum regnellii*, gramínea nativa da América do Sul, Primavesi et al. (2008) constataram máximos rendimentos de MS com a aplicação de 210 kg de N ha<sup>-1</sup>, 240 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> e 190 kg de K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>. Craine et al. (2008) e Ries & Shugart

(2008) obtiveram acréscimos superiores a 187 e 121%, respectivamente, nos rendimentos de forragem de gramíneas nativas dos cerrados da África do Sul, com a aplicação de 200 kg de N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> e 100 kg de P ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, isoladas ou combinadas. Tendências semelhantes foram reportadas por D'Antonio & Mack (2006) para pastagens nativas de *Melinis minutiflora*, onde a aplicação conjunta de 100 kg de N ha<sup>-1</sup> e 100 kg de P ha<sup>-1</sup> promoveu incrementos nos rendimentos de MS de 37,9 e 51,3% (5.345 kg ha<sup>-1</sup>), comparativamente a aplicação isolada de N (3.876 kg ha<sup>-1</sup>) ou P (2.127 kg ha<sup>-1</sup>).

O efeito da idade de rebrota foi ajustado ao modelo quadrático e os máximos rendimentos estimados aos 78,8 (1.002 kg ha<sup>-1</sup>); 80,6 (1.340 kg ha<sup>-1</sup>); 76,4 (2.343 kg ha<sup>-1</sup>) e 73,4 dias (2.654 kg ha<sup>-1</sup>), respectivamente para testemunha, calagem, adubação e calagem + adubação (Figura 1). Os valores registrados foram superiores aos relatados por Mochiutti et al. (2000) no Amapá (1.124 e 1.417 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, para *T. plumosus* roçado ou queimado anualmente) e semelhantes aos reportados por Mata et al. (1985), na Venezuela, para pastagens de *Trachypogon* spp., submetidas a diferentes intervalos entre cortes, (1.654; 2.309 e 2.631 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente para cortes a cada 28, 49 e 63 dias). Para *T. vestitus*, Rippstein et al. (2001) constataram maiores rendimentos de MS com cortes aos 56 (3.349 kg ha<sup>-1</sup>) ou 126 dias (3.124 kg ha<sup>-1</sup>), comparativamente a 224 dias (2.867 kg ha<sup>-1</sup>).

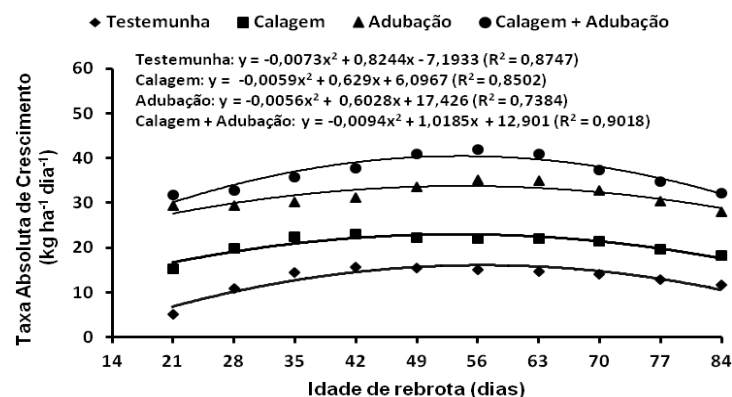


**Figura 1.** Rendimento de forragem de *Trachypogon plumosus*, em função da calagem e/ou adubação e idades de rebrota.

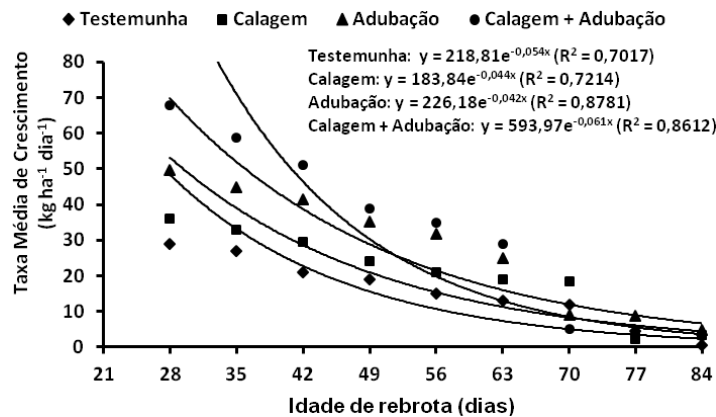
As maiores TAC e TMC foram registradas com a calagem + adubação (36,6 e 32,5 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> de MS) e adubação (31,5 e 27,9 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> de MS), semelhantes entre si ( $P > 0,05$ ) e superiores à calagem (20,6 e 20,7 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> de MS) e a testemunha (13,1 e 15,7 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> de MS) (Figuras 2 e 3). Na Colômbia, Rippstein et al. (2001) obtiveram TAC de 10,4; 10,6 e 8,9 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> de MS para *T. vestitus* submetido a frequências de cortes de 14, 28 e 56 dias,



respectivamente, enquanto que Brum et al. (2008) reportaram 12,7 e 16,9 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> de MS para pastagens nativas submetidas à lotação contínua e rotativa, respectivamente, as quais foram inferiores às obtidas neste trabalho. O efeito das idades de rebrota sobre a TAC foi ajustado ao modelo quadrático de regressão e os máximos valores obtidos aos 56,5 (16,1 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> de MS); 53,3 (22,9 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> de MS); 53,8 (33,6 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> de MS) e 54,2 dias (40,5 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> de MS), respectivamente para a testemunha, calagem, adubação e calagem + adubação. Para a TMC o ajuste foi exponencial e os maiores valores constatados no período entre 28 (45,7 kg ha<sup>-1</sup> dia de MS) e 42 dias (35,7 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> de MS), os quais foram superiores aos estimados por Tejos (2002) para *Axonopus purpusii* (11,7 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> de MS) e *Panicum laxum* (7,2 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> de MS). As altas taxas de crescimento, durante o início da rebrota, representam um mecanismo de adaptação da gramínea, pois reduz o tempo para a máxima interceptação da radiação e promove melhor utilização da água devido ao rápido sombreamento do solo, o que favorece sua competitividade intraespecífica (Lemaire, 2001). Parsons & Chapman (2000) sugerem como período mais adequado de utilização da pastagem aquele em que as TAC e as TMC são equivalentes, de modo a maximizar o acúmulo líquido de forragem e evitar as perdas por senescência quando as variações na TMC são pequenas e as TAC são decrescentes. Atingido o ponto de máxima TMC os fatores de crescimento passam a serem limitantes dentro do dossel da pastagem, notadamente a luminosidade, acentuando-se o processo de competição entre perfilhos. Considerando-se esta premissa, o período entre 56 e 63 dias com o uso de adubação e calagem + adubação e, 63 e 70 dias para a testemunha e a calagem, seriam os mais recomendados para o pastejo, pois otimizam a TAC e a TMC da gramínea. Ademais, evidenciam o efeito positivo da melhoria da fertilidade do solo na antecipação do uso da pastagem.



**Figura 2.** Taxa absoluta de crescimento de *Trachypogon plumosus*, em função da calagem e/ou adubação e idades de rebrota.

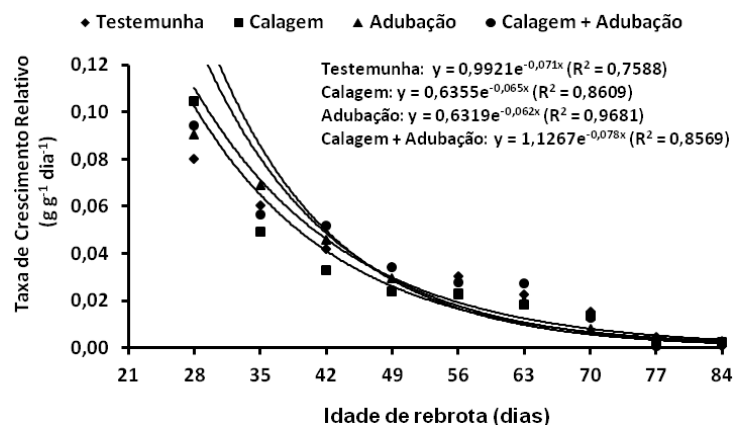


**Figura 3.** Taxa média de crescimento de *Trachypogon plumosus*, em função da calagem e/ou adubação e idades de rebrota.

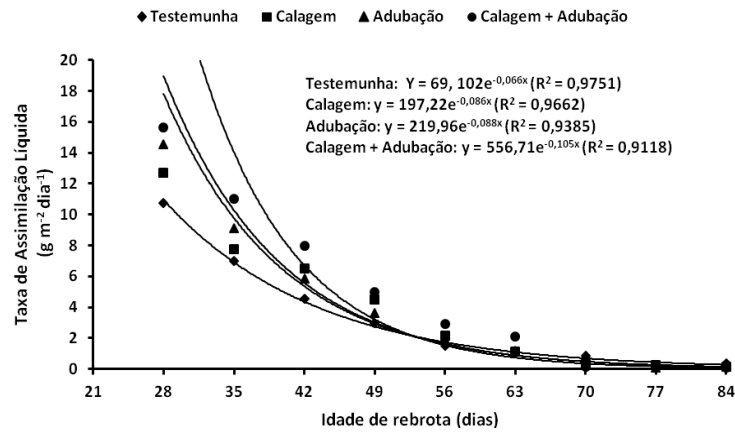
A TCR não foi afetada ( $P > 0,05$ ) pelos níveis de correção da fertilidade do solo, enquanto que a TAL e RAF apresentaram maiores valores com a calagem + adubação ( $4,993 \text{ g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$  e  $152,9 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$ ) e adubação ( $4,152 \text{ g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$  e  $140,9 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$ ), semelhantes entre si ( $P > 0,05$ ) (Figuras 4, 5 e 6). Andrade et al. (2005a) não constataram efeitos positivos de níveis de N e K sobre as TCR, TAL e RAF de *Pennisetum purpureum* cv. Napier, enquanto que Ries & Shugart (2008) constataram acréscimos significativos na taxa de fotossíntese líquida de *Panicum maximum* com a aplicação isolada de  $200 \text{ kg de N ha}^{-1}$  ( $52,48 \text{ } \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  de  $\text{CO}_2$ ) e  $100 \text{ kg de P ha}^{-1}$  ( $38,45 \text{ } \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  de  $\text{CO}_2$ ) ou conjunta ( $41,30 \text{ } \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  de  $\text{CO}_2$ ), comparativamente à pastagem não fertilizada ( $34,21 \text{ } \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  de  $\text{CO}_2$ ). As relações entre idades de rebrota e TCR e TAL foram ajustadas ao modelo exponencial e os maiores valores constatados no período entre 28 ( $0,0924 \text{ g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$  e  $13,411 \text{ g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ ) e 42 dias ( $0,0432 \text{ g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$  e  $6,236 \text{ g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ ). Em pastagens de *T. vestitus*, Sarmiento & Monasterio (1983) reportaram TCR de  $0,061$ ;  $0,166$  e  $0,303 \text{ g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ , respectivamente para 30, 132 e 178 dias de rebrota. Para a RAF a resposta foi quadrática e os máximos valores registrados aos 59,1 ( $132,4 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$ ); 58,8 ( $144,4 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$ ); 59,8 ( $161,2 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$ ) e 59,4 dias ( $177,7 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$ ), respectivamente para a testemunha, calagem, adubação e calagem + adubação.

A TAL representa a diferença entre os fotoassimilados produzidos pela fotossíntese e os consumidos pela respiração. Os decréscimos na TAL e RAF com o aumento da idade de rebrota decorrem da diminuição da capacidade fotossintética líquida do dossel, em função do sombreamento mútuo das folhas e da maior taxa respiratória das plantas, com reflexos diretos sobre a TCR que é o produto entre a TAL e a RAF. Para *Trichloris crinita*, gramínea nativa dos pampas argentinos, Greco & Cavagnaro (2005) reportaram maiores TCR, RAF e TAL,

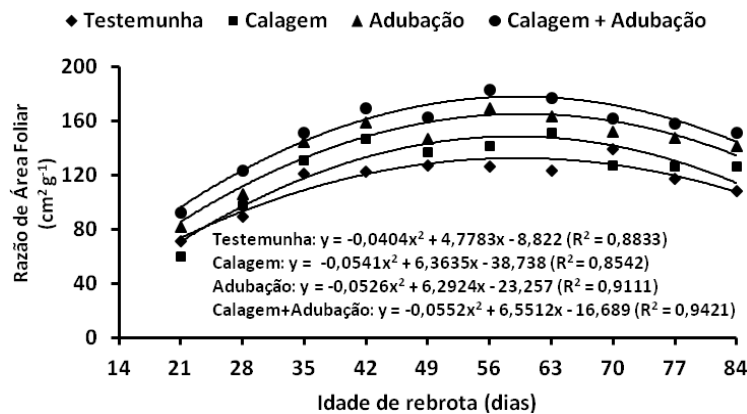
aos 75 dias ( $73 \text{ mg g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ,  $3,2 \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1}$  e  $18,6 \text{ g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ ), comparativamente a 128 dias de rebrota ( $43 \text{ mg g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ,  $2,3 \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1}$  e  $16,8 \text{ g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ ). A taxa de fotossíntese líquida de folhas de *Panicum maximum* cv. Tanzânia aos 33 dias de idade foi reduzida em 25% ( $29,0 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  de  $\text{CO}_2$ ) comparativamente a folhas aos 11 dias de idade ( $38,6 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  de  $\text{CO}_2$ ) (Braga et al. 2009). Baruch et al. (2004) concluíram que a redução na capacidade fotossintética de gramíneas com rota metabólica  $\text{C}_4$ , em savanas da Venezuela, foi consequência não apenas da diminuição do teor de nitrogênio, mas também do aumento do autossombreamento no dossel. Em *T. plumosus*, a taxa de fotossíntese foi reduzida de 27,40 a  $21,55 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  de  $\text{CO}_2$ , quando a frequência de pastejo passou de 14 para 28 dias (Simoes & Baruch, 1991), enquanto que para *Paspalum fasciculatum*, o aumento do IAF de 2,0 para 4,5 reduziu em 48% a sua taxa de fotossíntese ( $78,6$  vs.  $41,3 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  de  $\text{CO}_2$ ) (Anten et al., 1998). Oliveira et al. (2000a) constataram drásticas reduções nas TAL, RAF e TCR de *Cynodon* spp., a partir dos 35 dias de rebrota, sugerindo a utilização de suas pastagens em torno desse período de descanso, visando prevenir maiores perdas de forragem por senescência e morte de folhas. Os valores obtidos foram semelhantes aos reportados por Gomide & Gomide (2000) e Alexandrino et al. (2005) para *P. maximum* cvs. Vencedor, Tanzânia e Mombaça e superiores aos estimados por Baruch et al. (2004) para *T. plumosus* ( $0,0511 \text{ g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ;  $7,815 \text{ g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$  e  $92,5 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$ ) e Silva et al. (2005) para *Brachiaria brizantha* cv. MG-5 ( $0,0859 \text{ g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ;  $9,877 \text{ g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$  e  $72,9 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$ ). Beadle (1993) sugere valores de TCR entre 0,02 e  $0,5 \text{ g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$  como ideais para a maioria de espécies  $\text{C}_4$ , sob diversas condições ambientais.



**Figura 4.** Taxa de crescimento relativo de *Trachypogon plumosus*, em função da calagem e/ou adubação e idades de rebrota.



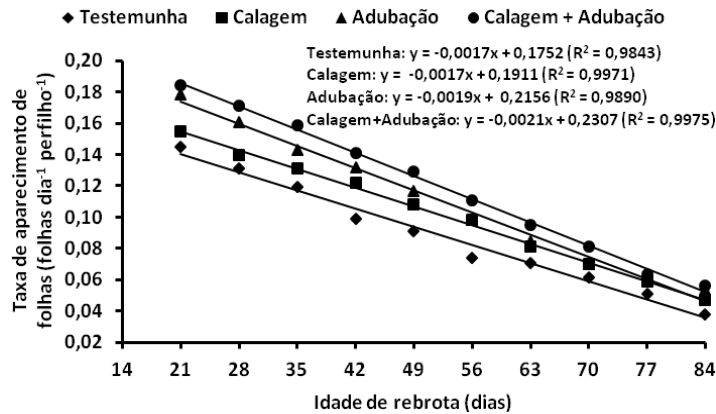
**Figura 5.** Taxa de assimilação líquida de *Trachypogon plumosus*, em função da calagem e/ou adubação e idades de rebrota.



**Figura 6.** Razão de área foliar de *Trachypogon plumosus*, em função da calagem e/ou adubação e idades de rebrota.

Em todos os níveis de correção da fertilidade do solo, a TApF foi negativa e linearmente afetada pela idade de rebrota (Figura 7). A calagem + adubação resultou na maior TApF (0,119 folhas dia<sup>-1</sup> perfilho<sup>-1</sup>), seguindo-se a adubação (0,109 folhas dia<sup>-1</sup> perfilho<sup>-1</sup>) e a calagem (0,101 folhas dia<sup>-1</sup> perfilho<sup>-1</sup>), semelhantes entre si ( $P > 0,05$ ) e superiores à testemunha (0,088 folhas dia<sup>-1</sup> perfilho<sup>-1</sup>). Na ausência de limitações hídricas e nutricionais, a planta produz folhas a um ritmo determinado geneticamente em função direta da ação da temperatura ambiente sobre o meristema apical (Perreta et al., 2011). Oliveira et al. (2007), avaliando os efeitos de N (300 kg ha<sup>-1</sup>), P (90 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e K (60 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O), em *P. maximum* cv. Tanzânia, constataram incrementos significativos na TApF com a aplicação de N+P (0,21 folhas dia<sup>-1</sup>), N+K (0,20 folhas dia<sup>-1</sup>) e N+P+K (0,18 folhas dia<sup>-1</sup>), enquanto que a

adubação com K+P (0,14 folhas dia<sup>-1</sup>) não diferiu ( $P>0,05$ ) da testemunha (0,13 folhas dia<sup>-1</sup>). Contudo, Andrade et al. (2005b) e Quadros et al. (2005) não detectaram efeitos significativos de doses de N, P ou K sobre a TApF de *P. purpureum* cv. Napier e *Paspalum urvillei*, respectivamente.

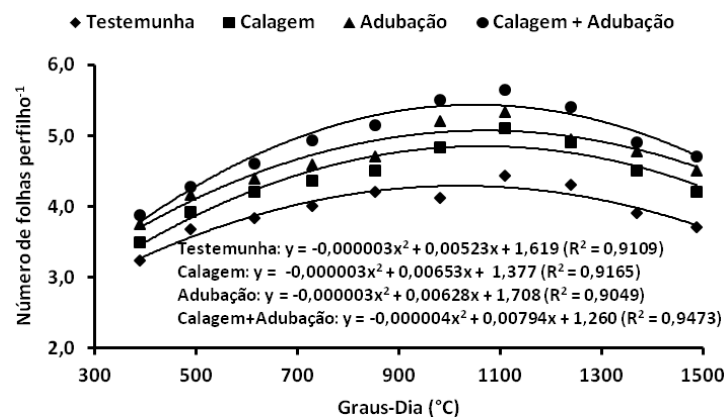


**Figura 7.** Taxa de aparecimento de folhas de *Trachypogon plumosus*, em função da calagem e/ou adubação e idades de rebrota.

A TApF é a característica morfogênica mais importante, pois afeta diretamente os componentes estruturais da pastagem (CFF, DPP e NFV) e, mesmo sob condições ambientais ou de manejo desfavoráveis, seria a última a ser penalizada pela planta (Lemaire, 2001). A TApF resulta do balanço entre o comprimento da bainha que envolve o meristema apical e a TAlF que, respectivamente, determinam a distância que a folha tem que percorrer para emergir e a velocidade com que percorre essa distância (Lemaire & Agnusdei, 2000). As TApF e TAlF podem apresentar correlação negativa, indicando que quanto maior a TApF, menor será o tempo disponível para o alongamento das folhas, o que reflete diretamente no CFF (Difante et al., 2011). Neste trabalho a correlação entre TApF e TAlF foi negativa e não significativa ( $r = -0,33$ ;  $p=0,07$ ) e com o CFF foi negativa e significativa ( $r = -0,56$ ;  $p=0,01$ ). Santos et al. (2012) constataram correlações positivas e significativas entre TApF e TAlF ( $r = 0,97$ ;  $p=0,01$ ) e TApF e CFF ( $r = 0,84$ ;  $p=0,05$ ) de *B. decumbens* sob lotação contínua e com altura fixa ou variável do dossel durante as estações do ano.

Os filocronos foram estimados em 191,2; 153,2; 159,3 e 125,9 GD, respectivamente para a testemunha, calagem, adubação e calagem + adubação (Figura 8), os quais foram inferiores aos reportados por Trindade & Rocha (2001) para *Andropogon lateralis* (205 GD), gramínea nativa do Rio Grande do Sul, e por Townsend (2008) para *Paspalum guenoarum*

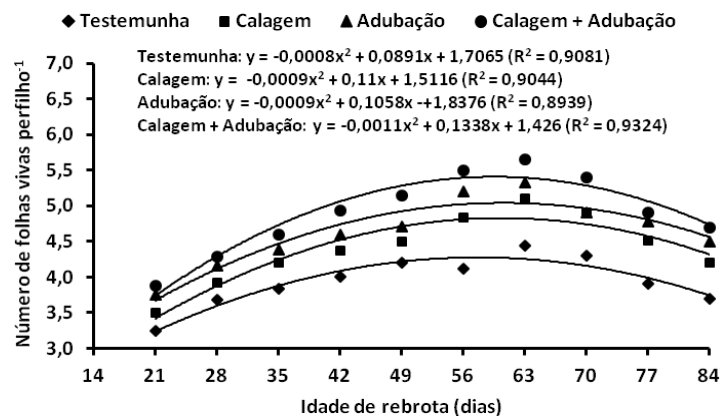
biótipo Azulão (275 GD) submetido a diferentes doses de nitrogênio (0 a 360 kg ha<sup>-1</sup> de N). Oliveira et al. (2007) verificaram efeitos significativos da adubação com N+P (5,03 dias folha<sup>-1</sup>) ou N+K (4,68 dias folha<sup>-1</sup>) na redução do filocrono de *P. maximum* cv. Tanzânia, comparativamente ao estimado na pastagem não-adubada (6,92 dias folha<sup>-1</sup>). Em termos práticos, quanto menor o filocrono, mais eficiente é a gramínea na interceptação e conversão de energia luminosa em tecido foliar (Lemaire, 2001). O aumento do filocrono com a idade da planta decorre do maior tempo para a folha percorrer a distância entre o meristema apical e a extremidade do pseudocolmo formado pelas bainhas das folhas mais velhas (Skinner & Nelson, 1994).



**Figura 8.** Relação entre a soma térmica (Graus-Dia) e o número de folhas perfilho<sup>-1</sup> de *Trachypogon plumosus*.

O NFV respondeu positivamente à melhoria da fertilidade do solo; os maiores valores ( $P < 0,05$ ) foram verificados com a calagem + adubação (4,93 folhas perfilho<sup>-1</sup>) ou adubação (4,85 folhas perfilho<sup>-1</sup>), semelhantes entre si ( $P > 0,05$ ) e superiores à calagem (4,38 folhas perfilho<sup>-1</sup>) e testemunha (3,91 folhas perfilho<sup>-1</sup>) (Figura 9). As plantas adubadas atingem máximo NFV mais precocemente, em relação às não-adubadas, possibilitando colheitas mais frequentes, a fim de evitar perdas por senescência foliar. Oliveira et al. (2007) constataram maior NFV de *P. maximum* cv. Tanzânia com a aplicação de N+K (3,5 folhas perfilho<sup>-1</sup>), enquanto que a adubação com K+P (2,6 folhas perfilho<sup>-1</sup>) ou N+P+K (2,9 folhas perfilho<sup>-1</sup>) não diferiram da testemunha (2,7 folhas perfilho<sup>-1</sup>). O efeito das idades de rebrota sobre o NFV foi ajustado ao modelo quadrático de regressão e os máximos valores obtidos aos 55,7 (4,2 folhas perfilho<sup>-1</sup>), 61,8 (4,9 folhas perfilho<sup>-1</sup>), 58,8 (4,9 folhas perfilho<sup>-1</sup>) e 57,7 dias (5,4 folhas perfilho<sup>-1</sup>), respectivamente para a testemunha, calagem, adubação e calagem +

adubação. Tendências semelhantes foram reportadas por Andrade et al. (2005b) para *P. purpureum* cv. Napier e Ferlin et al. (2006) com *P. maximum* cv. Tanzânia, que estimaram maiores NFV aos 82 (3,1 folhas perfilho<sup>-1</sup>) e 23 dias de rebrota (3,8 folhas perfilho<sup>-1</sup>), respectivamente. O NFV é uma característica estrutural com forte influência genética e estável na ausência de deficiências hídricas ou nutricionais. O NFV, constante a partir do momento em que a TSF se iguala a TApF, constitui critério objetivo e prático para a definição dos períodos de descanso na lotação rotativa e a intensidade de pastejo na lotação contínua. Com base nessas considerações, pode-se inferir que período de descanso entre 56 e 63 dias, independentemente do nível de correção da fertilidade do solo, seria o mais adequado para potencializar o NFV, a eficiência de colheita e a qualidade da forragem produzida, além de reduzir as perdas por senescência.



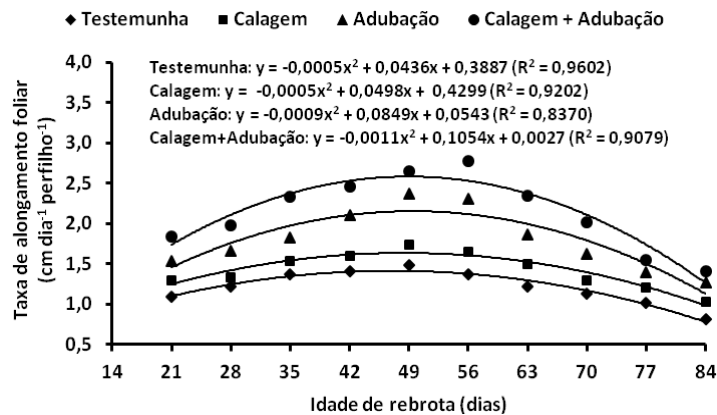
**Figura 9.** Número de folhas vivas perfilho<sup>-1</sup> de *Trachypogon plumosus*, em função da calagem e/ou adubação e idades de rebrota.

A TAlF foi positivamente afetada ( $P < 0,05$ ) pela melhoria da fertilidade do solo e os maiores valores registrados com a calagem + adubação (2,14 cm dia<sup>-1</sup> perfilho<sup>-1</sup>) e adubação (1,80 cm dia<sup>-1</sup> perfilho<sup>-1</sup>), semelhantes entre si ( $P > 0,05$ ) e superiores aos da calagem (1,42 cm dia<sup>-1</sup> perfilho<sup>-1</sup>) e testemunha (1,21 cm dia<sup>-1</sup> perfilho<sup>-1</sup>) (Figura 10). A TAlF respondeu de forma quadrática às idades de rebrota e os máximos valores foram verificados aos 43,6 (1,34 cm dia<sup>-1</sup> perfilho<sup>-1</sup>), 49,8 (1,67 cm dia<sup>-1</sup> perfilho<sup>-1</sup>), 47,2 (2,05 cm dia<sup>-1</sup> perfilho<sup>-1</sup>) e 47,9 dias (2,53 cm dia<sup>-1</sup> perfilho<sup>-1</sup>), respectivamente para testemunha, calagem, adubação e calagem + adubação (Figura 11). Os valores obtidos foram superiores aos reportados por Simoes & Baruch (1991) para *T. plumosus* submetido a frequências de corte de 7 (0,70 cm dia<sup>-1</sup> perfilho<sup>-1</sup>), 14 (0,91 cm dia<sup>-1</sup> perfilho<sup>-1</sup>) ou 28 dias (1,57 cm dia<sup>-1</sup> perfilho<sup>-1</sup>). Difante et al. (2011)

verificaram que a TAlF de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu foi inversamente proporcional à frequência de desfolhação. Oliveira et al. (2007) constataram maiores TAlF em *P. maximum* cv. Tanzânia adubado com N+K (2,68 cm folha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>) ou N+P (1,69 cm folha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>), comparativamente ao tratamento sem adubação (0,98 cm folha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>). Com a mesma gramínea, Patês et al. (2007) obtiveram incremento superior a 100% na TAlF com a aplicação conjunta de N (100 kg ha<sup>-1</sup>) e P (100 kg ha<sup>-1</sup>), comparativamente à aplicação isolada de P (2,11 x 0,98 cm dia<sup>-1</sup> perfilho<sup>-1</sup>).

A TAlF ao responder ao suprimento de nutrientes atua como agente modificador da TApF, notadamente com a emissão de folhas sucessivas em níveis de inserção muito próximos. Com *P. purpureum* cv. Napier, fertilizado com 100 kg ha<sup>-1</sup> de N e 80 kg ha<sup>-1</sup> de K, a TAlF foi de 8,25 cm dia<sup>-1</sup> perfilho<sup>-1</sup> e incrementado para 11,64 cm dia<sup>-1</sup> perfilho<sup>-1</sup> com a utilização do dobro das doses (Andrade et al., 2005b). Contudo, Quadros et al. (2005) não constataram efeitos positivos da adubação com P ou K na TAlF de *P. urvillei*. A TAlF é a variável morfogênica que, isoladamente, mais se correlaciona com rendimento de MS, sendo um estimador adequado do vigor de rebrota, pois juntamente com a TApF determina o tamanho da superfície fotossintetizante do dossel, diretamente por meio do CFF e indiretamente pela DPP. Apesar da natureza genética, a TAlF responde diferenciadamente às condições ambientais, notadamente temperatura, disponibilidade hídrica, fertilidade do solo e luminosidade. Com o avanço da idade de rebrota ocorre maior competição por fotoassimilados para o desenvolvimento de novos perfilhos ou estruturas reprodutivas, o que contribui para a redução na TAlF de folhas individuais. Santos et al. (2012) observaram que a TAlF, TApF e CFF foram positivamente correlacionadas com o NFV remanescentes no perfilho após a desfolhação, sendo o tamanho do perfilho o responsável pela longa duração da TAlF. A capacidade da planta em expandir suas folhas é dependente da taxa de alongamento do meristema intercalar, zona de divisão celular, local metabolicamente ativo e de grande demanda por nutrientes (Skinner & Nelson, 1995). O aumento da TAlF, em função do suprimento de nutrientes, é atribuído ao incremento no processo de divisão celular, sem efeito no tamanho final da célula ou na taxa de alongamento da célula epidérmica (Skinner & Nelson, 1994).



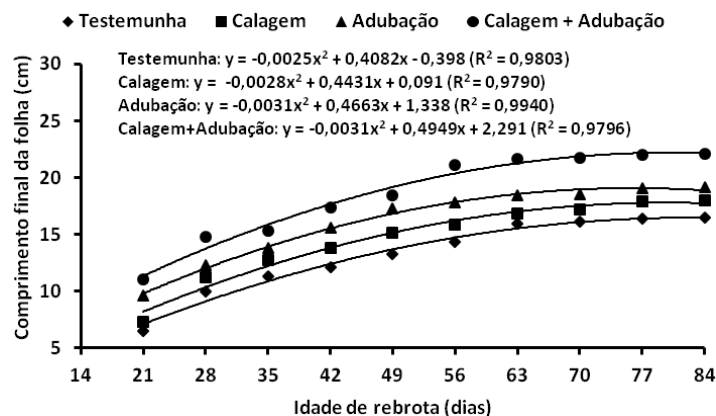


**Figura 10.** Taxa de alongamento foliar de *Trachypogon plumosus*, em função da calagem e/ou adubação e idades de rebrota.

A combinação calagem + adubação resultou no maior CFF (18,5 cm), seguindo-se a adubação (16,1 cm) e a calagem (14,6 cm), semelhantes entre si ( $P > 0,05$ ), sendo o menor valor registrado com a testemunha (13,2 cm). O efeito da idade de rebrota foi ajustado ao modelo quadrático e os máximos valores registrados aos 81,6 (16,2 cm); 79,1 (17,6 cm); 75,3 (18,9 cm) e 79,8 dias (22,1 cm), respectivamente para testemunha, calagem, adubação e calagem + adubação (Figura 11). Em pastagens de *Axonopus aureus*, Costa et al. (2011) verificaram tendência semelhante, sendo o CFF relacionado com o período de rebrota e o maior valor constatado aos 56 dias (18,6 cm). Os valores obtidos foram superiores aos reportados por Machado (2010) para *A. affinis* (5,9 cm), *A. lateralis* (9,9 cm) e *Paspalum notatum* (6,9 cm). Oliveira et al. (2007) observaram incrementos significativos no CFF de *P. maximum* cv. Tanzânia com a aplicação de N+P (30,1 cm), N+K (32,5 cm) e N+P+K (36,3 cm), em relação ao tratamento controle (14,1 cm). Quando as condições para o crescimento são favoráveis e constantes, a divisão celular é favorecida, possibilitando a obtenção de lâminas maiores para mesmo comprimento de bainha. A adubação ao estimular a produção de novas células, possibilita aumento na TAlF, o que constitui estratégia para alterações no CFF (Garcez Neto et al., 2002). Ademais, a divisão celular é o principal mecanismo de crescimento da lâmina foliar, contrariamente ao da bainha que decorre do alongamento celular (Lemaire, 2001).

O CFF e o ângulo de inserção das folhas implicam na distribuição e qualidade da luz dentro de do dossel, afetando a modulação do crescimento das plantas através da produção de fotoassimilados nas fontes e sua alocação aos drenos (Lemaire, 2001). As folhas de *T.*

*plumosus* apresentam um ângulo de inserção entre 45 e 60° e coeficiente de extinção luminosa entre 0,52 e 0,65, o que facilita a penetração da radiação no comprimento de onda vermelho em detrimento da vermelha-extremo, implicando em melhor qualidade de luz para a fotossíntese das folhas situadas na porção inferior da planta, o que contribui para o retardamento ou atenuação do processo de senescência (Sarmiento, 1992; Baruch & Bilbao, 1999). A redução do CFF é uma estratégia utilizada pelas gramíneas nativas dos cerrados para aquisição e conservação de água, compensando o estresse hídrico através da diminuição das perdas de água por transpiração (Sarmiento, 1992; Baruch et al., 2004)). Os fatores determinantes do CFF são a TApF e a TAIF e, apesar das modificações ocorridas entre estas duas características, em função das idades de rebrota, a análise de correlação mostrou associação positiva entre CFF e TAIF ( $r = 0,77$ ;  $p=0,01$ ) e negativa com a TApF ( $r = -0,56$ ;  $p=0,02$ ). A altura da bainha é outro fator importante, pois define a extensão da zona de crescimento percorrida pela lâmina em expansão e quanto maior seu comprimento, maior será a fase de multiplicação celular, mais tempo a folha ficará protegida pela bainha da luz direta e, conseqüentemente, maior será a TAIF e o CFF (Lemaire & Agnusdei, 2000). Para *T. plumosus*, Sarmiento (1992) constatou acréscimo de 1,76 cm no CFF para cada centímetro de altura da bainha.

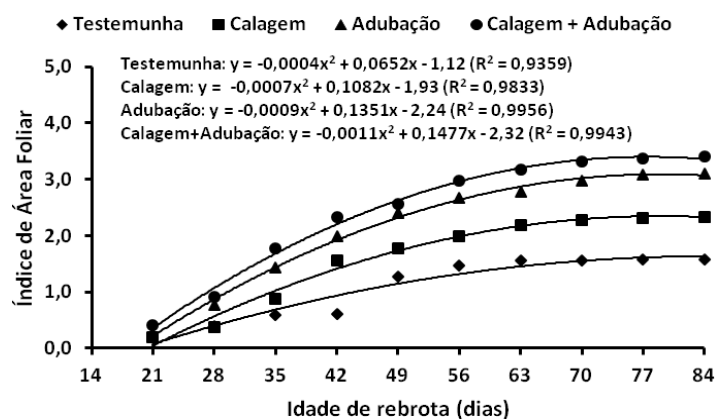


**Figura 11.** Comprimento final da folha de *Trachypogon plumosus*, em função da calagem e/ou adubação e idades de rebrota.

O IAF foi positivamente influenciado ( $P < 0,05$ ) pela calagem + adubação (2,42) e adubação (2,14), enquanto que a calagem (1,59) e a testemunha (1,08) proporcionaram os menores valores (Figura 12). Como o IAF representa a síntese das características morfológicas e estruturais da gramínea, ele reflete o balanço dos processos que determinam a

oferta (fotossíntese) e a demanda (respiração, acúmulo de reservas, síntese e senescência de tecidos) de fotoassimilados, que estabelecem o ritmo de crescimento da pastagem (Nabinger & Pontes, 2001). A ação positiva da melhoria da fertilidade do solo sobre a TAIF, o CFF e a DPP se expressa diretamente sobre o IAF da pastagem (Townsend, 2008). O efeito da idade de rebrota sobre o IAF foi quadrático e os máximos valores registrados aos 81,5 (1,50), 77,3 (2,25), 75,0 (2,83) e 67,2 dias (2,59), respectivamente para testemunha, calagem, adubação e calagem + adubação. Os valores de IAF obtidos foram superiores aos relatados por Baruch & Bilbao (1999) para *T. plumosus* (1,31) e por Tejos (2002) para *A. purpusii* (1,54), *Hymenachne amplexicaulis* (1,02) e *P. laxum* (0,72), gramíneas nativas dos cerrados da Venezuela. Para gramíneas de hábito de crescimento cespitoso, o IAF crítico, onde 95% da luz incidente seriam interceptadas, normalmente varia entre 3,0 e 5,0 (Sarmiento, 1992), sendo tal condição atendida a partir dos 77 e 63 dias de rebrota, respectivamente com a aplicação da adubação e calagem + adubação.

O IAF foi negativamente correlacionado com a TApF ( $r = -0,65$ ;  $p=0,01$ ) e positivamente com a TAIF ( $r = 0,78$ ;  $p=0,01$ ) e o CFF ( $r = 0,91$ ;  $p=0,01$ ), evidenciando a antagonia entre TAIF e TApF e a sincronia entre TAIF e CFF. Gramíneas com maior habilidade competitiva são aquelas que desenvolvem uma arquitetura mais eficiente na interceptação de luz, através da rápida expansão de área foliar e colonização da camada superior do dossel, em decorrência do alongamento da bainha e entrenós do colmo (Lemaire, 2001).

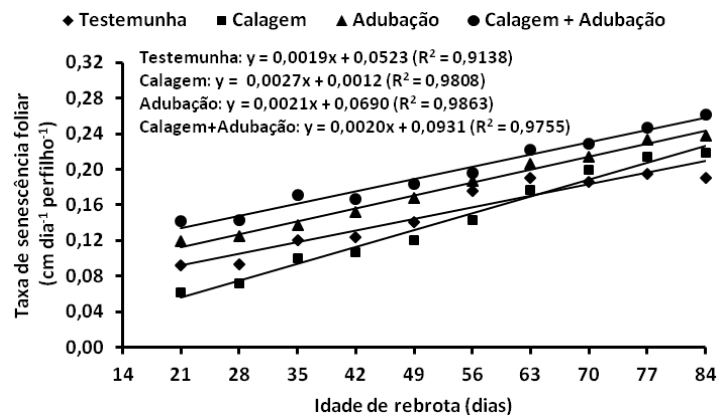


**Figura 12.** Índice de área foliar de *Trachypogon plumosus*, em função da calagem e/ou adubação e idades de rebrota.

A TSF foi afetada pelos níveis de correção da fertilidade do solo e os maiores valores ( $P < 0,05$ ) observados com a calagem + adubação ( $0,196 \text{ cm dia}^{-1} \text{ perfilho}^{-1}$ ) e adubação ( $0,178 \text{ cm dia}^{-1} \text{ perfilho}^{-1}$ ) e os menores com a calagem ( $0,151 \text{ cm dia}^{-1} \text{ perfilho}^{-1}$ ) e testemunha ( $0,141 \text{ cm dia}^{-1} \text{ perfilho}^{-1}$ ) (Figura 13). Na ausência de adubação as plantas permanecem mais tempo com suas folhas vivas, em detrimento do aparecimento ou expansão de novas folhas, o que contribui para o retardamento do processo de senescência. Os valores registrados foram inferiores aos reportados por Costa et al. (2012) para *Trachypogon vestitus* aos 45 dias de rebrota ( $0,342 \text{ cm dia}^{-1} \text{ perfilho}^{-1}$ ). Oliveira et al. (2007) estimaram maiores TSF em *P. maximum* cv. Tanzânia adubado com N+P ( $0,109 \text{ cm dia}^{-1} \text{ perfilho}^{-1}$ ), N+K ( $0,114 \text{ cm dia}^{-1} \text{ perfilho}^{-1}$ ) ou N+P+K ( $0,100 \text{ cm dia}^{-1} \text{ perfilho}^{-1}$ ), comparativamente à testemunha ( $0,060 \text{ cm dia}^{-1} \text{ perfilho}^{-1}$ ). Para *P. purpureum* cv. Napier, fertilizado com  $200 \text{ kg ha}^{-1}$  de N e  $160 \text{ kg ha}^{-1}$  de K, a TSF foi de  $5,91 \text{ cm dia}^{-1} \text{ perfilho}^{-1}$ , sendo reduzida a  $4,22 \text{ cm dia}^{-1} \text{ perfilho}^{-1}$  com a utilização de metade das doses (Andrade et al., 2005b).

A relação entre TSF e idades de rebrota foi linear e positiva e o processo de senescência constatado a partir dos 21 dias de rebrota (Figura 13). Oliveira et al. (2000b) constataram que a TSF de *Cynodon* spp. foi diretamente proporcional ao período de rebrota (1,18; 1,24 e 1,29  $\text{cm dia}^{-1} \text{ perfilho}^{-1}$ , respectivamente para 56, 63 e 70 dias). A senescência é um processo natural que caracteriza a última fase de desenvolvimento da folha, iniciada após completa expansão, cuja intensidade se acentua progressivamente com o aumento do IAF e do CFF, em decorrência do sombreamento das folhas inseridas na porção inferior e do baixo suprimento de radiação fotossinteticamente ativa (Nabinger & Pontes, 2001). Quando o perfilho atinge determinado NFV ocorre equilíbrio entre a TApF e a senescência das folhas que ultrapassaram seu período de duração de vida, de modo que o surgimento de nova folha implica na senescência da folha que a precedeu, mantendo o NFV relativamente constante (Nabinger & Pontes, 2001). As correlações entre TSF e IAF ( $r = 0,88$ ;  $p = 0,01$ ) e CFF ( $r = 0,90$ ;  $p = 0,02$ ) foram positivas e significativas, evidenciando o efeito depressivo da baixa luminosidade, o qual foi acentuado em maiores idades de rebrota. Apesar do efeito negativo sobre a qualidade da forragem, a senescência representa um importante processo fisiológico no fluxo de tecidos da gramínea, pois cerca de 50% do carbono e 80% do nitrogênio podem ser reciclados das folhas senescentes e utilizados pela planta para a produção de novos tecidos foliares (Lemaire & Agnusdei, 2000). Em pastagens de *T. plumosus*, Medina (1982) constatou uma retranslocação interna de 64% do N das folhas senescentes para as em expansão,

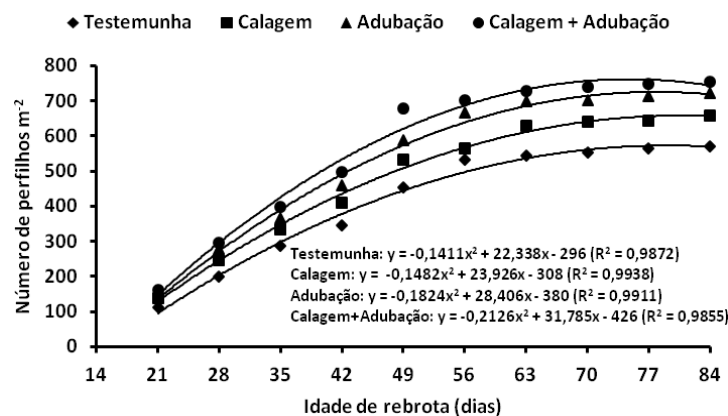
enquanto que Silva & Haridasan (2007), para diversas gramíneas nativas do Cerrado, estimaram eficiências de retranslocação de 34,9; 68,4; 86,9 e 42,2%, respectivamente para N, P, K e Mg. Ademais, a capacidade de remobilização dos nutrientes entre os diferentes órgãos da planta ocorre em velocidade superior à taxa de sua absorção pelas raízes, contribuindo para a manutenção de seus processos metabólicos.



**Figura 13.** Taxa de senescência foliar de *Trachypogon plumosus*, em função da calagem e/ou adubação e idades de rebrota.

As maiores DPP foram verificadas com a aplicação da calagem + adubação (570 perfilhos m<sup>-2</sup>) e adubação (534 perfilhos m<sup>-2</sup>), semelhantes entre si ( $P > 0,05$ ) e superiores à calagem (483 perfilhos m<sup>-2</sup>) e testemunha (415 perfilhos m<sup>-2</sup>) (Figura 14). Em *P. maximum* cv. Tanzânia, Oliveira et al. (2005) obtiveram efeito expressivo da adubação com N+P (10,3 perfilhos planta<sup>-1</sup>) ou N+P+K (9,9 perfilhos planta<sup>-1</sup>), comparativamente ao tratamento não-adubado (2,3 perfilhos planta<sup>-1</sup>). O efeito das idades de rebrota sobre a DPP foi quadrático e os maiores valores constatados aos 79,8 (575 perfilhos m<sup>-2</sup>); 80,7 (655 perfilhos m<sup>-2</sup>); 77,8 (725 perfilhos m<sup>-2</sup>) e 74,7 dias (763 perfilhos m<sup>-2</sup>), respectivamente para a testemunha, calagem, adubação e calagem + adubação (Figura 14). Contudo, Simoes & Baruch (1991) detectaram redução na DPP de *T. plumosus* com o aumento do período de descanso (650; 430 e 410 perfilhos m<sup>-2</sup>, respectivamente para 7, 14 e 28 dias). O perfilhamento da gramínea decorre da velocidade de emissão de folhas, as quais produzirão gemas potencialmente capazes de originar novos perfilhos, dependendo das condições ambientais e das práticas de manejo (Lemaire & Agnusdei, 2000). O perfilhamento estabelece gradativamente uma condição de limitação à penetração de luz, sombreando as folhas inferiores e favorecendo a senescência foliar. Quando a luz penetra o dossel, atenua-se a vermelha e a que alcança os

estratos inferiores é predominantemente vermelha:extremo, caracterizada como fotossinteticamente ineficiente, reduzindo a produção de perfilhos (Lemaire, 2001). Se o suprimento de fotoassimilados for menor que a demanda, a planta limita o número de meristemas ativos, reduzindo a DPP para manter o potencial de crescimento das folhas no perfilho principal (Lemaire et al., 2011). O sombreamento reduz a proporção de gemas que efetivamente se transformarão em novos perfilhos (*site filling*), com reflexos negativos e diretos na DPP, NFV e TApF e indiretos na TAlF e CFF (Alexandrino et al., 2011). A DPP foi negativamente correlacionada com a TApF ( $r = -0,81$ ;  $p=0,01$ ), demonstrando o efeito restritivo da luminosidade na porção inferior da planta, o qual foi acentuado com o aumento do período de rebrota.



**Figura 14.** Densidade populacional de perfilhos de *Trachypogon plumosus*, em função da calagem e/ou adubação e idades de rebrota.

## Conclusões

A correção da fertilidade do solo e as idades de rebrota afetam positivamente o rendimento de forragem, as taxas de crescimento e as características morfogênicas e estruturais da gramínea.

Visando otimizar a eficiência de utilização da forragem produzida e reduzir as perdas por senescência foliar da gramínea, o período mais adequado de utilização de suas pastagens, durante o período chuvoso, situa-se entre 56 e 63 dias com o uso de adubação e calagem + adubação e, 63 e 70 dias quando se usa apenas a calagem ou nenhuma correção.

## Literatura Citada

- ALEXANDRINO, E.; CÂNDIDO, M.J.D.; GOMIDE, J.A. Fluxo de biomassa e taxa de acúmulo de forragem em capim Mombaça mantido sob diferentes alturas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.12, n.1, p.59-71, 2011.
- ALEXANDRINO, E.; GOMIDE, J.A.; GOMIDE, C.A.M. Crescimento e desenvolvimento do dossel de *Panicum maximum* cv. Mombaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, n.4, p.2164-2173, 2005.
- ANDRADE, A.C.; FONSECA, D.M.; LOPES, R.S.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; CECON, P.R.; QUEIROZ, D.S.; PEREIRA, D.H.; REIS, S.T. Análise de crescimento do capim-elefante 'Napier' adubado e irrigado. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.29, n.2, p.415-423, 2005a.
- ANDRADE, A.C.; FONSECA, D.M.; LOPES, R.S.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; CECON, P.R.; QUEIROZ, D.S.; PEREIRA, D.H.; REIS, S.T. Características morfológicas e estruturais do capim-elefante 'Napier' adubado e irrigado. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.29, n.1, p.150-159, 2005b.
- ANTEN, N.P.R.; WERGER, M.J.A.; MEDINA, E. Nitrogen distribution and leaf area indices in relation to photosynthetic nitrogen use efficiency in savannas grasses. **Plant Ecology**, Amsterdam, v.138, p.63-75, 1998.
- BARGER, N.N.; D'ANTONIO, C.M.; GHNEIM, T.; BRINK, K.; CUEVAS, E.N. Nutrient limitation to primary productivity in a secondary savanna in Venezuela. **Biotropica**, Oxford, v.34, n.4, p.493-501, 2002.
- BARUCH, Z.; BILBAO, B. Effects of fire and defoliation on the life history of native and invader C<sub>4</sub> grass in a Neotropical savanna. **Oecologia**, Amsterdam, v.119, p.510-520, 1999.
- BARUCH, Z.; NASSAR, J.M.; BUBIS, J. Quantitative trait, genetic, environmental, and geographical distances among populations of the C<sub>4</sub> grass *Trachypogon plumosus* in Neotropical savanna. **Diversity and Distributions**, Amsterdam, v.10, p.283-292, 2004.
- BEADLE, C.L. Growth analysis. In: HALL, D.O.; SCURLOCK, J.M.O.; BOLHÀR-NORDENKAMPF, H.R.; LEEGOOD, R.C.; LONG, S.P. (Eds.). **Photosynthesis and production in a changing environment: a field and laboratory manual**. London: Chapman & Hall, 1993. p.36-46.
- BENINCASA, M.M.P. **Análise do crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 41p.
- BRAGA, G.J.; MELLO, A.C.L.; PEDREIRA, C.G.S.; MEDEIROS, H.R. Fotossíntese e taxa diária de produção de forragem em pastagens de capim-tanzânia sob lotação intermitente. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, n.1, p.84-91, 2009.
- BRAGA, R.M. **A agropecuária em Roraima: considerações históricas, de produção e geração de conhecimento**. Boa Vista: Embrapa Roraima, 1998. 63p. (Documentos, 1).
- BRUM, M.S.; QUADROS, F.L.F.; MARTINS, J.D.; MAIXNER, A.R.; ROSSI, G.E.; BANDINELLI, D.G. Produção animal e estrutura de uma pastagem natural submetida a diferentes sistemas de manejo. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.30, n.1, p.9-16, 2008.

- COSTA, N. de L.; GIANLUPPI, V.; MORAES, A. Morfogênese de *Trachypogon vestitus* submetido à queima, nos cerrados de Roraima. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.13, n.1, p.41-48, 2012.
- COSTA, N. de L.; GIANLUPPI, V.; MORAES, A.; BENDAHAN, A.B. Produtividade de forragem e características morfológicas e estruturais de *Axonopus aureus* nos cerrados de Roraima. **Amazônia Ciência & Desenvolvimento**, Belém, v.6, n.12, p.7-22, 2011.
- CRAINE, J.M.; MORROW, C.; STOCK, W.D. Nutrient concentration ratios and co-limitation in South African grasslands. **New Phytologist**, Cambridge, v.179, p.829-836, 2008.
- D'ANTONIO, C.M.; MACK, M.C. Nutrient limitation in a fire-derived, nitrogen-rich hawaiian grassland. **Biotropica**, Oxford, v.38, n.4, p.458-467, 2006.
- DIFANTE, G.S.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; SILVA, S.C.; EUCLIDES, V.P.B.; MONTAGNER, D.B.; SILVEIRA, M.C.T.; PENA, K.S. Características morfológicas e estruturais do capim-marandu submetido a combinações de alturas e intervalos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.40, n.5, p.955-963, 2011.
- FERLIN, M.B.; EUCLIDES, V.P.B.; LEMPP, B.; GONÇALVES, M.C.; CUBAS, A.C. Morfogênese e dinâmica do perfilhamento de *Panicum maximum* cv. Tanzânia sob pastejo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.30, n.2, p.344-352, 2006.
- GARCEZ NETO, A.F.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; REGAZZI, A.J.; FONSECA, D.M.; MOSQUIM, P.R.; GOBBO, K.F. Respostas morfológicas e estruturais de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob diferentes níveis de adubação nitrogenada e alturas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.5, p.1890-1900, 2002.
- GOMIDE, C.A.M.; GOMIDE, J.A. Morfogênese de cultivares de *Panicum maximum* Jacq. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.2, p.341-348, 2000.
- GRECO, S.A.; CAVAGNARO, J.B. Growth characteristics associated with biomass production in three varieties of *Trichloris crinita* (Poaceae), a forage grass native of the arid regions of Argentina. **The Rangeland Journal**, Collingwood, v.27, n.1, p.135-142, 2005.
- LEMAIRE, G. Ecophysiological of grasslands: Dynamics aspects of forage plant population in grazed swards. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001, São Paulo, **Proceedings...** São Paulo: ESALQ, 2001, p.29-37.
- LEMAIRE, G.; AGNUSDEI, M. Leaf tissue turnover and efficiency of herbage utilization. In: LEMAIER, G.; HODGSON, J.; MORAES, A.; NABINGER, C.; CARVALHO, P.C.F. (Eds). **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. London: CAB International, 2000. p.265-288.
- LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; CHABBI, A. **Grassland productivity and ecosystem services**. Wallingford: CABI, 2011. 287p.
- MACHADO, J.M. **Morfogênese de gramíneas nativas sob níveis de adubação nitrogenada**. Santa Maria: UFSM, 2010. 78p. Dissertação de Mestrado em Zootecnia.
- MATA, D.; HERRERA, P.; BIRBE, B. Sistemas de producción animal con bajos insumos para las sabanas de *Trachypogon* sp. **Ecotropicos**, Mérida, v.9, n.2, p.83-100, 1996.
- MATA, D.; MORENO, E.; ROJAS, N.R. Efecto de la edad sobre la composición química del *Trachypogon* spp. en una sabana del Sureste del Estado Guarico. **Zootecnia Tropical**, Caracas, v.3, n.1, p.29-48, 1985.



- MEDINA, E. Nitrogen balance in *Trachypogon* grasslands of central Venezuela. **Plant and Soil**, The Hague, v.67, p.305-314, 1982.
- MOCHIUTTI, S.; SOUZA FILHO, A.P.; MEIRELLES, P.R.L. **Efeitos da queima em uma pastagem nativa de cerrado do Amapá**. Macapá: Embrapa Amapá, 2000. 14p. (Boletim de Pesquisa, 37).
- NABINGER, C.; PONTES, L.S. Morfogênese de plantas forrageiras e estrutura do pasto. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. p.755-771.
- OLIVEIRA, A.B.; PIRES, A.J.V.; MATOS NETO, U.; CARVALHO, G.G.P.; VELOSO, C.M.; SILVA, F.F. Morfogênese do capim-tanzânia submetido a adubações e intensidades de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, n.4, p.1006-1013, 2007.
- OLIVEIRA, M.A.; PEREIRA, O.G.; GOMIDE, J.A.; HUAMAN, C.A.M.; GARCIA, R.; CECON, P.R. Análise de crescimento do capim-bermuda 'Tifton 85' (*Cynodon* spp.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.6, p.1930-1938, 2000a.
- OLIVEIRA, M.A.; PEREIRA, O.G.; HUAMAN, C.A.M.; GARCIA, R.; GOMIDE, J.A.; CECON, P.R.; SILVEIRA, P.R. Características morfogênicas e estruturais do capim-bermuda 'Tifton 85' (*Cynodon* spp.) em diferentes idades de rebrota. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.6, p.1939-1948, 2000b.
- PARSONS, A. J.; CHAPMAN, D. F. The principles of pasture growth and utilization. In: HOPKINS, A. (Ed.). **Grass, its production and utilization**. London: Blackwell Science, p.31-89, 2000.
- PATÊS, N.M.S.; PIRES, A.J.V.; SILVA, C.C.F.; SANTOS, L.C.; CARVALHO, G.G.P.; FREIRE, M.A.L. Características morfogênicas e estruturais do capim-tanzânia submetido a doses de fósforo e nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, n.6, p.1736-1741, 2007.
- PERRETA, M.; RAMOS, J.; TIVANO, J.C.; VEGETTI, A.D. Descriptive characters of growth form in Poaceae: an overview. **Flora: Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants**, Amsterdam, v.206, n.4, p.283-293, 2011.
- PINTO, C.E.; FONTOURA JÚNIOR, J.A.S.; FRIZZO, A.; FREITAS, T.M.S.; NABINGER, C.; CARVALHO, P.C.F. Produções primária e secundária de uma pastagem natural da Depressão Central do Rio Grande do Sul submetida a diversas ofertas de fitomassa aérea total. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.37, n.10, p.1737-1741, 2008.
- PRIMAVESI, O.; PRIMAVESI, A.C.; BATISTA, L.A.; GODOY, R. Adubação e produção de *Paspalum* em dois níveis de fertilidade de Latossolo Vermelho-Amarelo: estabelecimento e manutenção. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.1, p.242-250, 2008.
- RECIO, L.P.; LIMA, F.C.; DURAN, A.O. **Uso y manejo de forrajes nativos en la sabana inundable de la Orinoquia**. Bogotá: Unillanos, 2011. 65p.
- RIES, L.P.; SHUGART, H.H. Nutrient limitations on understory grass productivity and carbon assimilation in an African woodland savanna. **Journal of Arid Environment**, Amsterdam, v.72, p.1423-1430, 2008.
- RIPPSTEIN, G.; ESCOBAR, G.; MOTTA, F. **Agroecología y biodiversidad de los Llanos Orientales de Colombia**. Cali, Colombia: CIAT, 2001. 302p.

- SANTOS, M.E.R.; FONSECA, D.M.; GOMES, V.M.; SILVA, S.P.; SILVA, G.P.; CASTRO, M.R.S. Correlações entre características morfogênicas e estruturais em pastos de capim-braquiária. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.13, n.1; p.49-56, 2012.
- SARMIENTO, G. Adaptative strategies of perennial grasses in South American savannas. **Journal of Vegetation Science**, Uppsala, v.3, p.325-336, 1992.
- SARMIENTO, G.; MONASTERIO, M. Life forms and phenology. In: BOURLIERE, F. (Ed.). **Ecosystems of the world: tropical savannas**. Amsterdam: Elsevier, 1983. p.79-108.
- SARMIENTO, G.; SILVA, M.P.; NARANJO, M.E.; PINILLOS, M. Nitrogen and phosphorus as limiting factors for growth and primary production in a flooded savanna in the Venezuelan Llanos. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v.22, p.203-212, 2006.
- SILVA, A.C.; FERREIRA, L.A.; SILVA, A.A.; FERREIRA, F.A. Análise de crescimento de *Brachiaria brizantha* submetida a doses reduzidas de fluazipop-p-butil. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 23, n. 1, p. 85-91, 2005.
- SILVA, J.S.O.; HARIDASAN, M. Acúmulo de biomassa aérea e concentração de nutrientes em *Melinis minutiflora* P.Beauv. e gramíneas nativas do cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**, Brasília, v.30, n. 2, p. 337-344, 2007.
- SIMÕES, M.; BARUCH, Z. Responses to simulated herbivory and water stress in two tropical C<sub>4</sub> grasses. **Oecologia**, Amsterdam, v.88, p.173-180, 1991.
- SKINNER, R.H.; NELSON, C.J. Role of leaf appearance rate and coleoptile tiller in regulating tiller production. **Crop Science**, Madison, v.34, n.1, p.71-75, 1994.
- SKINNER, R.H.; NELSON, C.J. Elongation of the grass leaf and its relationship to the phyllochron. **Crop Science**, Madison, v.35, n.1, p.4-10, 1995.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 3.ed., 2004. 719p.
- TEJOS, R. Efecto del potasio y azufre sobre el pastizal nativo de una sabana. I. Producción. **Zootecnia Tropical**, Caracas, v.2, n.1-2, p.74-89, 1984.
- TEJOS, R. **Pastos nativos de sabanas inundables: caracterización y manejo**. Barquisimeto, Venezuela: Megagraf, 2002. 111p.
- TOWNSEND, C.R. **Características produtivas de gramíneas nativas do gênero *Paspalum*, em resposta à disponibilidade de nitrogênio**. Porto Alegre: UFRGS, 2008. 254p. Tese de Doutorado em Zootecnia.
- TRINDADE, J.P.P.; ROCHA, M.G. Rebrotamento de capim caninha (*Andropogon lateralis* Nees.) sob efeito do fogo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.31, n.6, p.1057-1061, 2001.

## Capítulo II

### Composição química e extração de nutrientes por *Trachypogon plumosus* submetido à calagem e adubação em diferentes idades de rebrota

#### RESUMO

No manejo de pastagens, a adequada disponibilidade de nutrientes do solo e a utilização de períodos de descanso compatíveis com as características morfofisiológicas da gramínea são fatores importantes para a obtenção de forragem de alta qualidade e, consequentemente, índices satisfatórios de produtividade animal. Avaliaram-se os efeitos de níveis de correção da fertilidade do solo (testemunha, calagem, adubação e calagem + adubação) e da idade de rebrota (28, 42, 56, 70 e 84 dias) sobre a composição química e extração de nutrientes por *Trachypogon plumosus* nos cerrados de Roraima. Os teores de proteína bruta (PB), fósforo (P), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e potássio (K) foram inversamente proporcionais às idades de rebrota, ocorrendo o oposto quanto aos teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA). Os maiores teores de PB e K foram obtidos com a adubação e a calagem + adubação, enquanto que a testemunha apresentou maiores teores de P, Ca e Mg. O efeito da idade de rebrota sobre o acúmulo de PB e a extração de nutrientes foi quadrático e os máximos valores registrados aos 67,8 (166,94 kg ha<sup>-1</sup> de PB), 63,4 (2,82 kg ha<sup>-1</sup> de P), 62,9 (5,17 kg ha<sup>-1</sup> de Ca), 68,4 (3,32 kg ha<sup>-1</sup> de Mg) e 66,0 dias (12,71 kg ha<sup>-1</sup> de K). A máxima extração de nutrientes foi, em ordem decrescente, a seguinte: K > Ca > Mg > P. A adubação e a calagem + adubação proporcionaram maior extração de nutrientes e forragem de melhor qualidade com menor teor de fibras.

**Palavras-chave:** cálcio, fibra em detergente ácido e neutro, fósforo, magnésio, nitrogênio, potássio.

## **Chemical composition and nutrients extraction of *Trachypogon plumosus* submitted to liming and fertilization and regrowth ages**

### **ABSTRACT**

In pasture management, the availability of soil nutrients and use of adequate rest periods consistent with the grass morphological and physiological characteristics are important factors for obtaining high quality forage and consequently satisfactory levels of animal production. To evaluate the effects of soil fertility correction levels (control, liming, fertilization and liming + fertilization) and regrowth ages (28, 42, 56, 70 and 84 days) on chemical composition and nutrient extraction of *Trachypogon plumosus* in the Roraima's savannas. The crude protein (CP), phosphorus (P), calcium (Ca), magnesium (Mg) and potassium (K) contents were inversely proportional to regrowth ages, while neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF) increased consistently with regrowth ages. The highest CP and K contents were recorded with fertilization or liming + fertilization, while control or liming alone provided higher P, Ca and Mg contents. Regrowth ages promoted quadratic effects on nutrients extraction and maximum values were estimated at 67.8 (166.94 kg ha<sup>-1</sup> of CP), 63.4 (2.82 kg ha<sup>-1</sup> of P), 62.9 (5.17 kg ha<sup>-1</sup> of Ca), 68.4 (3.32 kg ha<sup>-1</sup> of Mg) and 66.0 days (12.71 kg ha<sup>-1</sup> of K). The nutrient extraction of the grass was according to: K > Ca > Mg > P. Fertilization and liming + fertilization improved extraction of nutrients and forage quality with lower fiber contents.

**Key words:** acid detergent fiber, calcium, magnesium, neutral detergent fiber, nitrogen, phosphorus, potassium.

### **Introdução**

No processo de produção animal deve-se buscar produtos de alta qualidade e de baixo custo e com mínimo impacto sobre o ambiente, otimizando a utilização dos recursos naturais disponíveis e aumentar o retorno econômico e social em um sistema biologicamente sustentável (Soares et al., 2006). A produção de ruminantes em pastagens nativas é uma atividade ecologicamente sustentável, contudo seus baixos índices produtivos expõem a

fragilidade econômica do sistema (Pinto et al., 2008). Apesar de limitações quantitativas e qualitativas, decorrentes da baixa fertilidade natural dos solos, historicamente, as pastagens nativas proporcionaram o suporte alimentar para a exploração pecuária, que ao longo dos anos, tornou-se a principal atividade econômica de Roraima (Braga, 1998; Costa et al., 2011). O pastoreio contínuo com taxa de lotação variável, mas em geral extensivo e desvinculado do ritmo estacional de crescimento das pastagens, tem contribuição direta para os baixos índices produtivos dos rebanhos (Mata et al., 1996; Sarmiento et al., 2006). O excesso de lotação animal e a não reposição dos nutrientes extraídos constituem as principais causas do esgotamento da fertilidade do solo do ecossistema e, conseqüentemente, da redução da capacidade de suporte e do potencial produtivo das pastagens nativas ao longo dos anos (Sarmiento, 1992).

Nas áreas planas e não inundáveis dos cerrados, *Trachypogon plumosus* é a gramínea predominante, constituindo entre 80 e 90% da composição botânica das pastagens nativas. No entanto, a produtividade animal e a capacidade de suporte neste ecossistema são baixas, em decorrência da reduzida disponibilidade e qualidade da forragem, sendo necessários entre 6 e 10 ha para a manutenção de cada bovino adulto, o que inviabiliza a economicidade da pecuária, desde que não sejam implementadas práticas de manejo adequadas para o seu melhoramento (Mata et al., 1996; Braga, 1998; Recio et al., 2011; Costa et al., 2012). A gramínea apresenta ciclo perene, hábito de crescimento cespitoso, plantas com 40 a 80 cm de altura e folhas densamente pilosas. No entanto, são escassas as informações sobre o potencial produtivo e a resposta da gramínea à melhoria das condições do ambiente de produção, notadamente quanto à correção da fertilidade do solo, visando à proposição de práticas de manejo mais sustentáveis (Tejos, 2002; Costa et al., 2012).

No manejo de pastagens busca-se o balanço harmônico entre crescimento da planta, eficiência de colheita da forragem e sua conversão em produtos de origem animal (Santos et al., 2008). A fertilidade do solo e a idade fisiológica da planta são os fatores que mais afetam a qualidade da forragem, representada pela interação entre sua composição química, digestibilidade, consumo voluntário e natureza dos produtos da digestão (Van Soest, 1994). Pastagens estabelecidas em solos de baixa fertilidade, na ausência de calagem e/ou adubação, produzem forragem de baixo valor nutritivo, refletindo a incapacidade do solo em suprir satisfatoriamente a demanda metabólica da planta por nutrientes (Sarmiento et al., 2006; Pinto et al., 2008). A composição química das gramíneas forrageiras está estreitamente relacionada

ao seu estágio de crescimento, como resultado das alterações morfológicas e fisiológicas que afetam o balanço entre a produção e senescência de tecidos (Lemaire et al., 2011). Com a maturidade da planta há redução na qualidade da forragem em decorrência dos altos teores de constituintes da parede celular (celulose, hemicelulose, lignina, pectina e sílica), reduzidos teores de proteína e minerais, além de elevada concentração de fibras indigestíveis (Lemaire & Agnusdei, 2000). Logo, deve-se procurar o ponto de equilíbrio entre produtividade e qualidade, visando assegurar os requerimentos nutricionais dos animais e garantindo, simultaneamente, a maximização da eficiência dos processos de produção, utilização e conversão da forragem produzida.

Neste trabalho foram avaliados os efeitos de níveis de correção da fertilidade do solo e da idade de rebrota sobre a composição química e a extração de nutrientes por *Trachypogon plumosus* nos cerrados de Roraima.

## Material e Métodos

O experimento foi conduzido em pastagem nativa de *T. plumosus*, localizada em Boa Vista, Roraima (60°43' de longitude oeste e 2°45' de latitude norte), durante o período de maio a agosto de 2011, a qual não estava submetida a nenhuma prática de manejo. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é Aw, com precipitação anual de 1.600 mm, sendo que 80% ocorrem nos seis meses do período chuvoso (abril a setembro). Os dados de temperatura e precipitação foram coletados de pluviômetro e termômetro instalados na área experimental (Tabela 1).

**Tabela 1.** Precipitação, temperaturas mínimas, máximas e médias e radiação solar registradas durante o período experimental. Boa Vista, Roraima. 2011.

Meses	Precipitação (mm)	Temperatura (°C)			Radiação Solar MJ m <sup>-2</sup>
		Mínima	Máxima	Média	
Maio	692,9	23,0	30,8	26,9	376,9
Junho	383,8	22,7	31,7	27,2	381,8
Julho	389,2	22,2	32,1	27,1	432,4
Agosto	234,8	23,8	32,9	28,4	458,8

O solo da área experimental é um Latossolo Amarelo, textura média, com as seguintes características químicas, na profundidade de 0-20 cm: pH<sub>H2O</sub> = 5,1; P = 1,1 mg kg<sup>-1</sup>; Ca + Mg = 0,51 cmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup>; K = 0,03 cmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup>; Al = 0,39 cmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup>; H + Al = 2,43 cmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup>; SB

= 0,54 cmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup>; V = 18,2%; Matéria orgânica = 10,7 g kg<sup>-1</sup> e Teor de argila = 190 g kg<sup>-1</sup>. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com três repetições e os tratamentos arranjados em fatorial 4 x 5. Foram avaliados quatro níveis de correção da fertilidade do solo (testemunha, calagem, adubação e calagem + adubação) e cinco idades de rebrota (28, 42, 56, 70 e 84 dias após o corte de uniformização da pastagem a 5,0 cm acima do solo). O tamanho das parcelas foi de 5,0 x 4,0 m, sendo a área útil de 12 m<sup>2</sup>. A calagem foi realizada 30 dias antes do rebaixamento da pastagem, visando elevar a 40% a saturação de bases (0,65 t ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico - PRNT = 100%). A necessidade de calcário (NC) foi calculada utilizando-se a seguinte fórmula:  $NC (t ha^{-1}) = [(V_2 - V_1) \times T \times f] \div 100$ , em que: V<sub>1</sub> = valor da saturação das bases trocáveis do solo, em percentagem, antes da correção. ( $V_1 = 100 S/T$ ) sendo:  $S = Ca^{++} + Mg^{++} + K^+$  (cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>); V<sub>2</sub> = valor da saturação de bases trocáveis que se deseja; T = capacidade de troca de cátions,  $T = S + (H^+ + Al^{+++})$  (cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>) e, f = fator de correção do PRNT do calcário ( $f = 100/PRNT$ ). A adubação constou de 50 kg ha<sup>-1</sup> de N (ureia), 50 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (superfosfato triplo), 50 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O (cloreto de potássio) e 30 kg ha<sup>-1</sup> de S (enxofre elementar), aplicados a lanço após o rebaixamento da pastagem.

Os rendimentos de forragem, em cada idade de rebrota, foram estimados através de cortes mecânicos, realizados a altura de 5,0 cm acima do solo. O material colhido foi acondicionado em sacos de papel e pesado para estimativa da produção de biomassa verde e, posteriormente, colocado para secar em estufa de ventilação forçada a 65°C por 72 horas para determinação da produção de matéria seca e moagem em peneira com malha de 5,0 mm. As análises bromatológicas foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da UFPR. Os teores de nitrogênio (N) foram analisados de acordo com procedimentos descritos por Silva & Queiroz (2002), enquanto que os teores de fósforo (P), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e potássio (K) foram determinados conforme a metodologia descrita por Silva (1999). Os teores de proteína bruta (PB) foram obtidos através da multiplicação da concentração do N pelo fator 6,25. Os teores de P e K foram quantificados após digestão nitroperclórica. O P foi determinado por colorimetria; o K por fotometria de chama e Ca e Mg por espectrofotometria de absorção atômica. Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram determinados através da metodologia proposta por Van Soest et al. (1991). A extração dos nutrientes foi estimada multiplicando-se os teores de cada nutriente pela quantidade de forragem acumulada em cada idade de rebrota.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias dos fatores qualitativos comparadas através do teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o software estatístico Sisvar. Para se estimar a resposta dos parâmetros avaliados às idades de rebrota, em função dos níveis de correção da fertilidade do solo, a escolha dos modelos de regressão baseou-se na significância dos coeficientes linear e quadrático, por meio do teste “t”, de Student, ao nível de 5% de probabilidade.

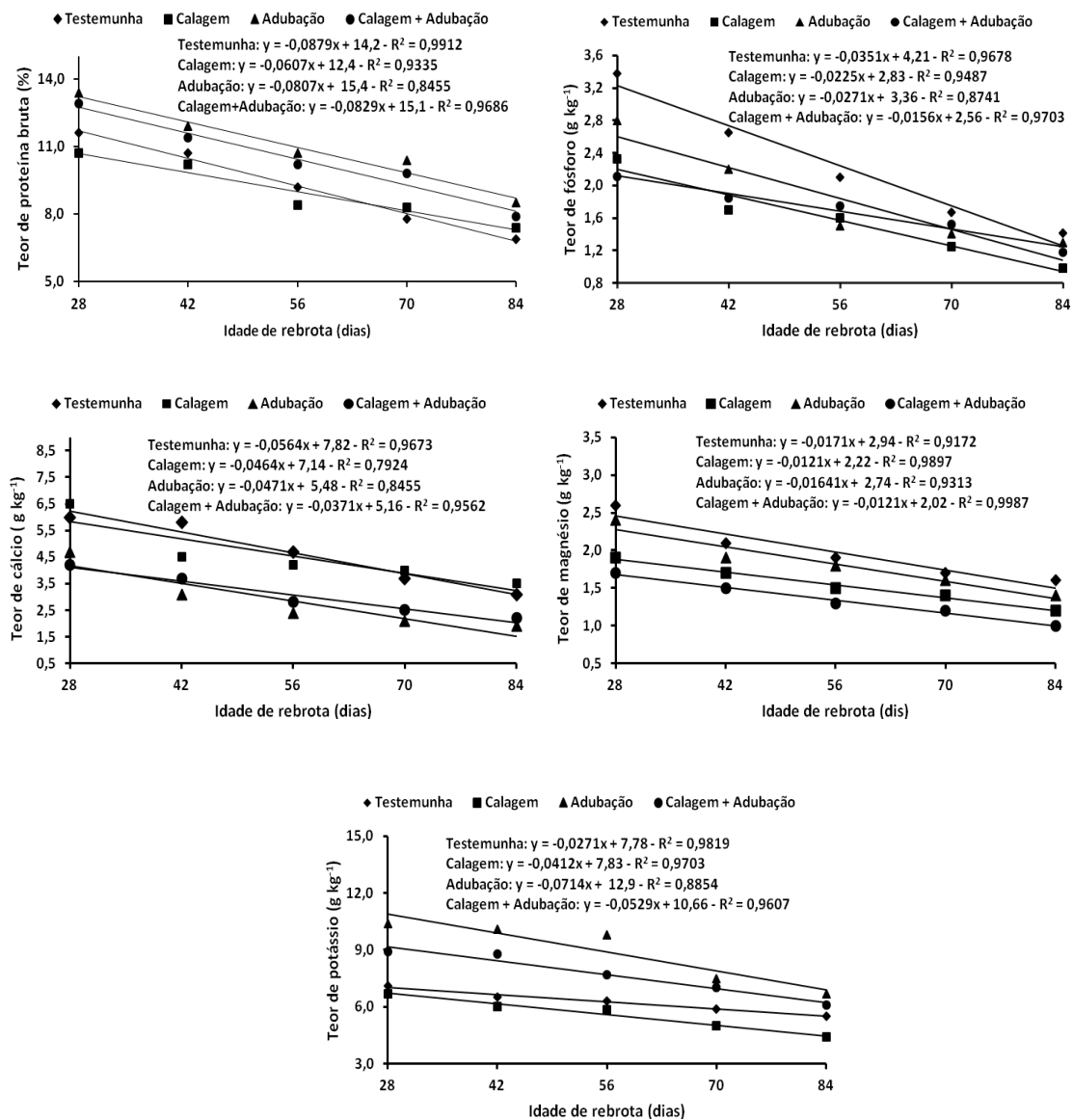
## **Resultados e Discussão**

Os efeitos da idade de rebrota sobre os teores de todos os nutrientes foram lineares e negativos (Figura 1). Tendência semelhante foi relatada por Souza Filho et al. (1999) para pastagens nativas dos cerrados do Amapá, cujos teores de PB, P, Ca, Mg e K foram inversamente proporcionais ao período de rebrota (30, 60 e 90 dias). Com o desenvolvimento do dossel da pastagem o decréscimo na concentração de nutrientes, em função do maior período de rebrota, ocorre como consequência de dois fatores: 1) decréscimo na razão de área foliar (relação entre área foliar e a biomassa da planta), como consequência de maior investimento dos nutrientes na produção de biomassa estrutural e que não apresentam função fotossintetizante, visando promover o aumento em altura e tornar as plantas mais competitivas na captação da radiação incidente e; 2) decréscimo na concentração de nutrientes por unidade de área foliar sombreada na porção inferior da planta, de modo a priorizar a alocação de nutrientes nas folhas superiores que apresentam maior taxa de fotossíntese (Lemaire & Agnusdei, 2000; Lemaire et al., 2011). No primeiro caso, a concentração de nutrientes na planta é uma função potencial negativa relacionada ao maior acúmulo de biomassa, notadamente durante o período vegetativo, sendo acentuada com baixa disponibilidade de nutrientes no solo, o qual não suprirá de forma satisfatória os requerimentos nutricionais da planta. No segundo caso, quando há competição entre plantas, um dos mecanismos para aumentar a interceptação da radiação solar incidente é o aumento da estatura da planta, a qual deve investir nutrientes, notadamente o N, para a produção de colmos, estruturas que apresentam baixa concentração de nutrientes (Laclau et al., 2002).

Em *Panicum repens*, Tosati & Scheffer-Basso (2007) observaram relação inversa entre teores de PB e idades de rebrota (9,8; 8,1; 8,0 e 7,0 %, respectivamente para 31, 73, 123 e 152 dias). Na Venezuela, Cunha et al. (2003), em pastagens de *T. plumosus*, registraram teores de PB de 8,1; 7,2; 6,8 e 5,7%, respectivamente para plantas aos 15, 30, 45 e 60 dias de rebrota.



Marcante et al. (2011) e Ribeiro & Pereira (2011) reportaram reduções superiores a 30% nos teores de PB, P, Ca, Mg e K de *Cynodon nlemfuensis* x *C. dactylon* e *Pennisetum americanum*, respectivamente, ao comparem a composição química de plantas aos 56 e 28 dias de rebrota, enquanto que Mata et al. (1985), Crispim et al. (2003) e Stabile et al. (2010) constataram decréscimos de 67,1; 55,6 e 32,6% nos teores de PB de *T. plumosus*, *Andropogon bicornis* e *Panicum maximum* cv. Massai, respectivamente, com o aumento do período de rebrota de 30 para 60 dias.



**Figura 1.** Teores de proteína bruta, fósforo, cálcio, magnésio e potássio de *Trachypogon plumosus*, em função da calagem e/ou adubação e idades de rebrota.

Ao se considerar que teores de PB inferiores a 7,0% são limitantes para a adequada fermentação ruminal, por implicarem em menor consumo voluntário, redução na digestibilidade da forragem e balanço nitrogenado negativo (Minson et al., 1984), a gramínea atenderia, satisfatoriamente, aos requerimentos mínimos dos ruminantes, em todos os períodos de rebrota, com o uso da calagem, adubação e calagem + adubação e até 70 dias para a testemunha, sob condições adequadas de disponibilidade de forragem. Os teores de Ca e Mg, independentemente dos níveis de correção da fertilidade do solo e das idades de rebrota, foram superiores ao nível crítico para bovinos de corte em crescimento (1,8 e 1,0 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente) recomendados pelo National Research Council (2000). Para o K (6,5 g kg<sup>-1</sup>) as exigências seriam atendidas com períodos de descanso de 42, 28, 84 e 70 dias, respectivamente para a testemunha, calagem, adubação e calagem + adubação, enquanto que para o P (1,8 g kg<sup>-1</sup>) seus teores seriam adequados até 56, 28, 42 e 42 dias de rebrota, respectivamente para a testemunha, calagem, adubação e calagem + adubação.

A composição química da gramínea foi afetada (P<0,05) pela correção da fertilidade do solo, apesar de sua boa adaptação aos solos ácidos e inférteis dos cerrados. Os maiores teores de PB (9,3 e 8,9%) e de K (8,90 e 7,70 g kg<sup>-1</sup>) foram obtidos com a utilização da adubação e calagem + adubação, respectivamente. Para o P (2,24 g kg<sup>-1</sup>), Ca (4,66 g kg<sup>-1</sup>) e Mg (1,98 g kg<sup>-1</sup>) as maiores concentrações foram registradas na ausência da calagem e/ou adubação, possivelmente como consequência de um efeito de concentração, em função de seus baixos rendimentos de forragem (Figura 1). Estes valores foram superiores aos reportados por Espinoza et al. (2002) para *Trachypogon* spp. (70,6; 1,2; 3,2 e 1,5 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente para PB, P, Ca e Mg); Wunsch et al. (2006) para pastagens nativas do Rio Grande do Sul (0,7; 4,1 e 1,0 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente para P, Ca e Mg) e semelhantes aos estimados por Depablos et al. (2009) para *T. plumosus* (2,1; 4,3; 1,8 e 8,2 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente para P, Ca, Mg e K).

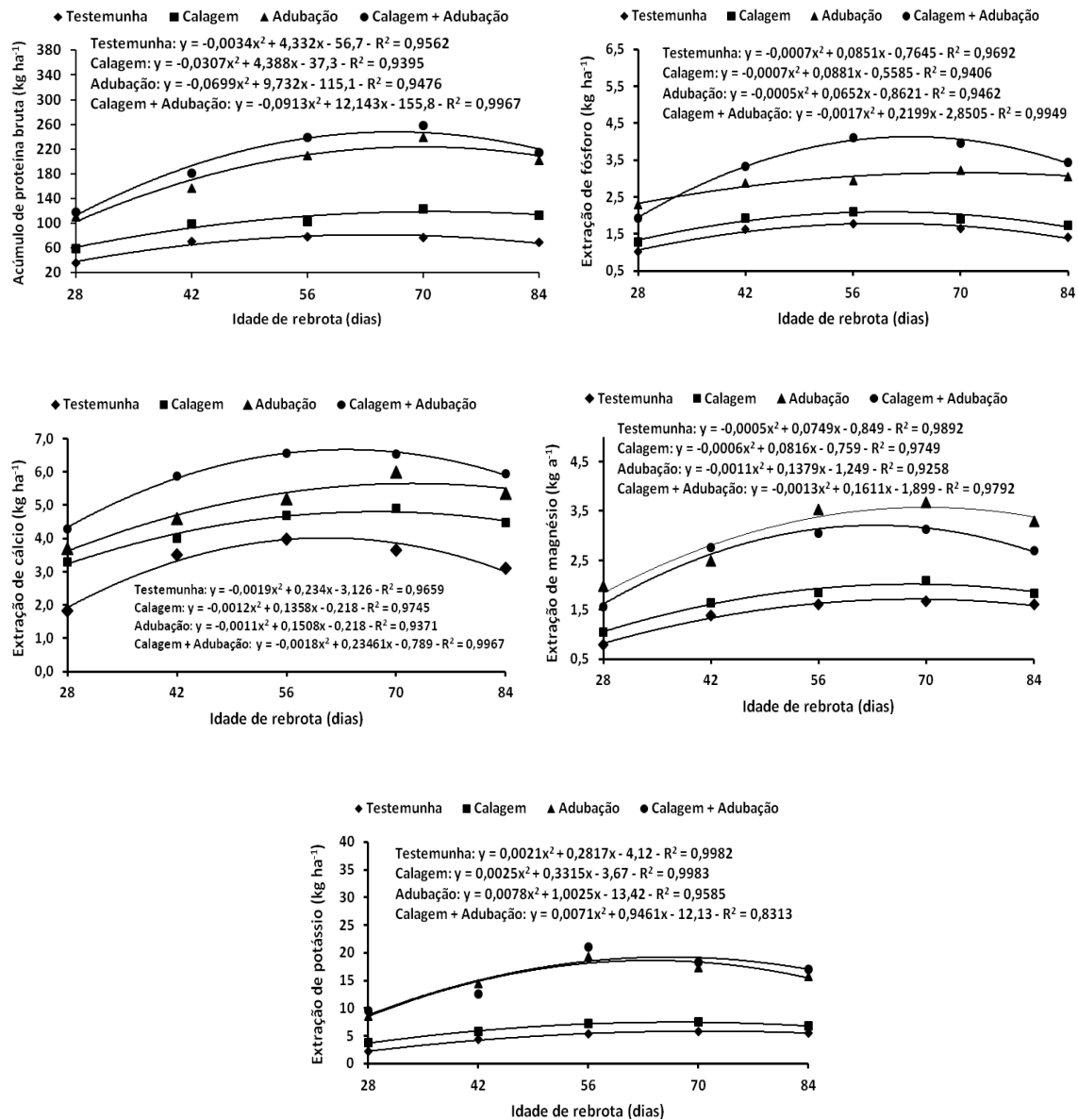
Em pastagens nativas com predominância de *Panicum maximum*, Ries & Shugart (2008) constataram efeitos significativos da adubação nitrogenada (200 kg de N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>) e fosfatada (100 kg de P ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>), isoladas ou combinadas, sobre os teores de P da gramínea, enquanto que os de PB não foram afetados. Utilizando níveis de fertilização semelhantes, Barger et al. (2002), em pastagens de *T. plumosus*, relataram comportamento inverso, ou seja, efeito da adubação apenas sobre os teores de PB. Na Venezuela, Rony et al. (1995) em pastagens de *Dichanthium annulatum* e Craine et al. (2008), em gramíneas nativas dos cerrados da África do Sul, observaram que os teores de PB e P foram diretamente

proporcionais aos níveis de adubação nitrogenada e fosfatada. No entanto, D'Antonio & Mack (2006), em pastagens nativas de *Melinis minutiflora*, não detectaram variações significativas em seus teores de PB e P com a aplicação isolada ou conjunta de 100 kg de N e/ou de P ha<sup>-1</sup>. Tendência semelhante foi verificada por Rocha et al. (2000) para *C. dactylon* cv. Coastcross, cujos teores de PB, P, Ca, Mg e K não foram afetados pela adubação nitrogenada (0, 100, 200 e 400 kg de N ha<sup>-1</sup>).

A relação entre idades de rebrota e a extração de nutrientes foi ajustada ao modelo quadrático de regressão e os máximos valores registrados aos 67,8 (166,94 kg ha<sup>-1</sup> de PB), 63,4 (2,82 kg ha<sup>-1</sup> de P), 62,9 (5,17 kg ha<sup>-1</sup> de Ca), 68,4 (3,32 kg ha<sup>-1</sup> de Mg) e 66,0 dias (12,71 kg ha<sup>-1</sup> de K) (Figura 2). Os decréscimos na absorção de nutrientes com o aumento da idade de rebrota decorrem da diminuição da capacidade fotossintética líquida do dossel, em função do sombreamento mútuo das folhas e da maior taxa respiratória das plantas, com reflexos diretos e negativos sobre as taxas de crescimento, implicando em menor demanda de nutrientes para o atendimento dos processos metabólicos da gramínea (Lemaire & Agnusdei, 2000). Em pastagens nativas dos cerrados do Amapá, Souza Filho et al. (1999) constataram maior absorção de nutrientes com períodos de descanso de 60 dias comparativamente a 90 dias (48,10; 0,40; 0,11; 0,13 e 7,44 kg ha<sup>-1</sup> vs. 46,12; 0,30; 0,10; 0,11 e 7,08 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente para PB, P, Ca, Mg e K). Lemaire et al. (2008) observaram que o acúmulo de PB foi inversamente proporcional ao índice de área foliar e negativamente correlacionado com a produção de forragem do *Sorghum bicolor*.

O acúmulo de PB e as quantidades extraídas de todos os nutrientes foram inferiores às reportadas por Heringer & Jacques (2002) para pastagens nativas do Rio Grande do Sul, sem queima ou roçagem (258,1; 4,5; 4,8; 4,1 e 61,1 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente para PB, P, Ca, Mg e K). Para assegurar produtividade primária líquida satisfatória de *T. plumosus* (3.500 kg de MS ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>), Medina (1982) e Hernández et al. (2006) sugerem como adequados acúmulos de PB entre 187,5 e 272,5 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. No presente experimento, os máximos acúmulos de PB foram constatados aos 69,5 (223,1 kg ha<sup>-1</sup>) e 66,4 dias de rebrota (246,9 kg ha<sup>-1</sup>), respectivamente para a adubação e calagem + adubação, os quais foram associados a rendimentos de MS entre 2.800 e 3.200 kg ha<sup>-1</sup>. O máximo acúmulo e/ou extração de nutrientes, em ordem decrescente, foi a seguinte: PB > K > Ca > Mg > P. Resultados semelhantes foram obtidos por Silva & Haridasan (2007) para gramíneas nativas dos cerrados

do Distrito Federal e por Costa et al. (2008) para *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés, enquanto que para *B. brizantha* cv. Marandu, a absorção de K foi superior a de N (Costa et al., 2010).

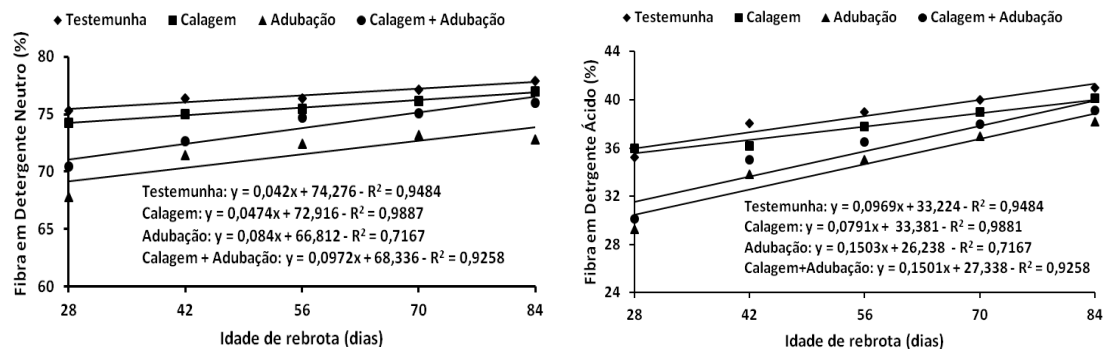


**Figura 2.** Acúmulo de proteína bruta e extração de fósforo, cálcio, magnésio e potássio por *Trachypogon plumosus*, em função da calagem e/ou adubação e idades de rebrota.

A extração de nutrientes foi afetada ( $P < 0,05$ ) pelos diferentes níveis de correção da fertilidade do solo (Figura 2). Os maiores acúmulos de PB (159,19 e 142,93 kg ha<sup>-1</sup>) e quantidades absorvidas de P (2,67 e 2,27 kg ha<sup>-1</sup>), Ca (5,84 e 4,97 kg ha<sup>-1</sup>), Mg (2,64 e 2,99 kg ha<sup>-1</sup>) e K (15,67 e 15,04 kg ha<sup>-1</sup>) foram registradas com a utilização da calagem + adubação ou adubação isoladamente (Figura 2). Da mesma forma, Barger et al. (2002) constataram

efeitos significativos da adubação nitrogenada ( $200 \text{ kg de N ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ) e fosfatada ( $100 \text{ kg de P ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ), isoladas ou combinadas, sobre o acúmulo de PB e P de *T. plumosus*. Para *B. brizantha* cv. Marandu, Santos et al. (2008) obtiveram maior acúmulo de PB com a aplicação de  $300 \text{ kg de N ha}^{-1} + 50 \text{ kg de P ha}^{-1}$  ( $11,43 \text{ g vaso}^{-1}$ ), comparativamente ao tratamento testemunha ( $6,44 \text{ g vaso}^{-1}$ ) ou a aplicação isolada de N ( $8,68 \text{ g vaso}^{-1}$ ) ou P ( $8,19 \text{ g vaso}^{-1}$ ). Para *B. brizantha* cvs. Marandu e Xaraés, Costa et al. (2008, 2010) reportaram um efeito linear e positivo da aplicação de N e/ou P sobre o acúmulo de PB e as extrações de P, Ca, Mg e K.

Os teores de FDN e FDA foram diretamente proporcionais às idades de rebrota (Figura 3). Resultados semelhantes foram relatados por Tosati & Scheffer-Basso (2007) para *P. repens* (63,9; 68,1; 68,8 e 70,3% de FDN e 37,0; 39,1; 41,3 e 40,8% de FDA, respectivamente para cortes aos 31, 73, 123 e 152 dias) e por Cunha et al. (2003) para *T. plumosus* (26,6; 28,7; 35,5 e 36,7% de FDA, respectivamente para 15, 30, 45 e 60 dias de rebrota). Em pastagens de *P. maximum* cv. Mombaça, o aumento do período de rebrota de 30 para 90 dias, implicou em acréscimos de 10 e 32% nos teores de FDN (74,8 vs. 82,4%) e FDA (41,8 vs. 55,3%), respectivamente (Stabile et al., 2010). Para *Paspalum dilatatum*, intervalos entre pastejos de 30 dias (67,3% de FDN e 44,9% de FDA) proporcionaram forragem de melhor qualidade, comparativamente a intervalos de 45 dias (71,8% de FDN e 46,8% de FDA) (Baréa et al., 2007). No entanto, Januszkiewicz et al. (2010) não detectaram efeito significativo do período de descanso (25 ou 35 dias) sobre os teores de FDN (74,4 e 73,1%) e FDA (46,3 e 45,4%) de *P. maximum* cv. Tanzânia. Com o envelhecimento da planta a proporção dos componentes potencialmente digestíveis tende a diminuir e a de tecidos fibrosos, aumentar, sendo o conteúdo da parede celular o fator mais limitante ao desempenho produtivo de ruminantes consumindo gramíneas tropicais. A FDN, constituída por celulose, hemicelulose, lignina e sílica, afeta diretamente o consumo voluntário, devido à maior taxa de enchimento e à menor de passagem do alimento no sistema digestivo, enquanto que a FDA se correlaciona negativamente com a disponibilidade de energia e a digestibilidade da forragem (Norton, 1981).



**Figura 3.** Teores de fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido de *Trachypogon plumosus*, em função da calagem e/ou adubação e idades de rebrota.

A correção da fertilidade do solo afetou ( $P < 0,05$ ) os teores de FDN e FDA, os quais foram reduzidos pela adubação (71,5% de FDN e 34,6% de FDA) ou calagem + adubação (73,7% de FDN e 35,7% de FDA), ocorrendo o inverso com o uso apenas da calagem (75,6% de FDN e 37,8% de FDA) e no tratamento testemunha (76,6% de FDN e 38,6% de FDA). Em gramíneas, a adubação, ao estimular as taxas de aparecimento e alongamento de folhas com reflexos positivos em seu comprimento final, contribui para redução ou manutenção dos teores de fibra, apesar dos acréscimos nos níveis de produtividade de forragem (Benett et al., 2008; Magalhães et al., 2011; Costa et al., 2012). Silva et al. (2012) reportaram efeitos positivos da adubação nitrogenada na redução dos teores de fibra de *P. americanum* (55,4; 53,9; 53,5 e 51,5% de FDN e 26,3; 27,6; 26,0 e 25,7% de FDA, respectivamente para 0, 50, 100 e 150 kg de N ha<sup>-1</sup>), enquanto que Costa et al. (2006) e Santos et al. (2008), respectivamente em *B. brizantha* cv. MG-5 e *B. decumbens* cv. Basilisk, não constataram alterações significativas em seus teores de FDN e FDA, em função da adubação nitrogenada, fosfatada ou potássica. Em pastagens de *P. regnellii*, Primavesi et al. (2008) reportaram tendência de elevação de seus teores de FDN como decorrência da aplicação de níveis crescentes de N, P e K, como consequência do maior acúmulo de material morto na forragem com o uso de doses mais elevadas de fertilizantes. Aguiar et al. (1999) estimaram maior degradabilidade da FDN em pastagens de *Panicum repens* adubada (70,9%), comparativamente à não-adubada (68,0%).

Para todos os níveis de correção da fertilidade do solo, os teores de fibra da gramínea foram superiores aos limites sugeridos por Van Soest (1994), 30 e 60% para FDA e FDN, respectivamente, como indicadores de forragem de alta qualidade. Contudo, os teores foram

inferiores aos relatados por Crispim et al. (2003) para *Axonopus purpusii* (78,1% de FDN e 45,5% de FDA) e *Mesosetum chaseae* (75,6% de FDN e 48,1% de FDA), gramíneas nativas do Pantanal; Stabile et al. (2010) para *P. maximum* cv. Mombaça (76,7% de FDN e 41,7% de FDA) e Pariz et al. (2011) para *B. brizantha* (78,7% de FDN e 54,7% de FDA). Segundo Nussio et al. (1998), forragens com valores de FDA em torno de 40%, ou mais, apresentam acentuada redução no consumo voluntário e na sua digestibilidade.

## Conclusões

O aumento da idade de rebrota reduz linearmente a concentração e quadraticamente a extração de nutrientes pela gramínea. Sob condições adequadas de disponibilidade de forragem, as concentrações de Ca e Mg, independentemente da calagem e/ou adubação e das idades de rebrota são adequadas para suprir as exigências de bovinos de corte em crescimento, enquanto que para a PB, P e K os requerimentos são atendidos com períodos de descanso de 56, 42 e 56 dias, respectivamente. A extração de nutrientes foi em ordem decrescente: K > Ca > Mg > P. A adubação e a calagem + adubação proporcionam maior extração de nutrientes e forragem de melhor qualidade com menor teor de fibras.

## Literatura Citada

- AGUIAR, R.S.; VASQUEZ, H.M.; SILVA, J.F.C. Degradabilidade *in situ* da matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro do capim-furachão (*Panicum repens* L.) submetido à adubação e em diferentes idades de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.28, n.4, p.799-807, 1999.
- BARÉA, K.; SHEFFER-BASSO, S.M.; DALL'AGNOL, M.; OLIVEIRA, B.N. Manejo de *Paspalum dilatatum* Poir. biótipo Virasoro. 1. Produção, composição química e persistência. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, n.4, p.992-999, 2007.
- BARGER, N.N.; D'ANTONIO, C.M.; GHNEIM, T.; BRINK, K.; CUEVAS, E.N. Nutrient limitation to primary productivity in a secondary savanna in Venezuela. **Biotropica**, Oxford, v.34, n.4, p.493-501, 2002.
- BENNETT, C.G.; BUZZETTI, S.; SILVA, K.S.; BERGAMASCHINE, A.F.; FABRICIO, J.A. Produtividade e composição bromatológica do capim-marandu a fontes e doses de nitrogênio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.35, n.5, p.1629-1636, 2008.
- BRAGA, R.M. **A agropecuária em Roraima: considerações históricas, de produção e geração de conhecimento**. Boa Vista: Embrapa Roraima, 1998. 63p. (Documentos, 1).

- COSTA, K.A.P.; ARAÚJO, J.L.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I.P.; FIGUEREDO, F.C.; GOMES, K.W. Extração de macronutrientes pela fitomassa do capim-xaraés em função de doses de nitrogênio e potássio. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.4, p.1162-1166, 2008.
- COSTA, K.A.P.; OLIVEIRA, I.P.; FAQUIN, V.; MACHADO, E.L.; RAMOS, J.C.; LIMA FILHO, A.K. Efeitos quantitativo e qualitativa do nitrogênio e do potássio no desenvolvimento da *Brachiaria brizantha* cv. MG-5. **Revista Eletrônica Faculdade Montes Belos**, Goiás, v.1, n.1, p.56-70, 2006.
- COSTA, K.A.P.; OLIVEIRA, I.P.; SEVERIANO, E.C.; SAMPAIO, F.M.T.; CARRIJO, M.S.; RODRIGUES, C.R. Extração de nutrientes pela fitomassa de cultivares de *Brachiaria brizantha* sob doses de nitrogênio. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.11, n.2, p.307-314, 2010.
- COSTA, N. de L.; GIANLUPPI, V.; MORAES, A. Morfogênese de *Trachypogon vestitus* submetido à queima, nos cerrados de Roraima. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 13, n. 1, p. 41-48, 2012.
- COSTA, N. de L.; GIANLUPPI, V.; MORAES, A.; BENDAHAN, A.B. Produtividade de forragem e características morfogênicas e estruturais de *Axonopus aureus* nos cerrados de Roraima. **Amazônia Ciência & Desenvolvimento**, Belém, v.6, n.12, p.7-22, 2011.
- CRAINE, J.M.; MORROW, C.; STOCK, W.D. Nutrient concentration ratios and co-limitation in South African grasslands. **New Phytologist**, Cambridge, v.179, p.829-836, 2008.
- CRISPIM, S.M.A.; CARDOSO, E.L.; RODRIGUES, C.A.; BARIONI JÚNIOR, W. Composição química da matéria seca de um campo de pastagem nativa submetido à queima, Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, Maracay, v.11, n.3, p.157-162, 2003.
- CUNHA, E.; CABELLO, P.; CHICCO, C.F. Composición química y digestibilidad *in vitro* del *Trachypogon* sp. **Agronomía Tropical**, Caracas, v.21, n.3, p.183-193, 2003.
- D'ANTONIO, C.M.; MACK, M.C. Nutrient limitation in a fire-derived, nitrogen-rich hawaiian grassland. **Biotropica**, Oxford, v.38, n.4, p.458-467, 2006.
- DEPABLOS, L.; GODOY, S.; CHICCO, C.F.; ORDOÑEZ, J. Nutrición mineral en sistemas ganaderos de las sabanas centrales de Venezuela. **Zootecnia Tropical**, Maracay, v.27, n.1, p.25-37, 2009.
- ESPINOZA, F.M.; DÍAZ, Y.; PERDOMO, E.; LEÓN, L. Utilización del banco de energia como estratégia de manejo en sabanas del estado Cojedes. II. Producción de matéria seca y valor nutritivo. **Zootecnia Tropical**, Maracay, v.20, n.3, p.11-20, 2002.
- HERINGER, E.; JACQUES, A.V.A. Qualidade da forragem de pastagem nativa sob distintas alternativas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.3, p.399- 406, 2002.
- HERNÁNDEZ, D.L.; SANTAELLA, S.; CHACÓN, P. Contribution of nitrogen-fixing organisms to the N budget in *Trachypogon* savannas. **European Journal of Soil Biology**, Amsterdam, v.42, p.43-50, 2006.
- JANUSCKIEWICZ, E. R.; MAGALHÃES, M. A.; RUGGIERI, A. C.; REIS, R. A. Massa de forragem, composição morfológica e química de capim-Tanzânia sob diferentes dias de



- descanso e alturas de resíduo pós-pastejo. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 2, p. 161-172, 2010.
- LACLAU, J.P.; POUMBA, W.S.; NZILA, J.D.; BOUILET, J.P.; RANGER, J. Biomass and nutrient dynamics in a littoral savanna subjected to annual fires in Congo. **Acta Oecologica**, Amsterdam, v.23, n.1, p.41-50, 2002.
- LEMAIRE, G.; AGNUSDEI, M. Leaf tissue turnover and efficiency of herbage utilization. In: LEMAIRES, G.; HODGSON, J.; MORAES, A.; NABINGER, C.; CARVALHO, P.C.F. (Eds). **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. London: CAB International, 2000. p.265-288.
- LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; CHABBI, A. **Grassland productivity and ecosystem services**. Wallingford: CABI, 2011. 287p.
- LEMAIRE, G.; OOSTEROM, E.V.; JEUFFROY, M.H.; GASTAL, F.; MASSIGNAM, A. Crop species present different qualitative types of response to N deficiency during their vegetative growth. **Field Crops Research**, Amsterdam, v.105, p.253-265, 2008.
- MAGALHÃES, A.F.; PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P.; SOUSA, R.S.; SILVA, F.F.; BONOMO, P.; VELOSO, C.M.; MAGALHÃES, D.M.A.; PEREIRA, J.M. Composição química e concentração de nutrientes do capim braquiária adubada com nitrogênio e fósforo. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.12, n.4, p.893-907, 2011.
- MARCANTE, N.C.; CAMACHO, M.A.; PAREDES, F.P.J. Teores de nutrientes no milho como cobertura de solo. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.27, n.2, p.196-204, 2011.
- MATA, D.; HERRERA, P.; BIRBE, B. Sistemas de producción animal con bajos insumos para las sabanas de *Trachypogon* spp. **Ecotropicos**, Caracas, v.9, n.2, p.83-100, 1996.
- MATA, D.; MORENO, E.; ROJAS, N.R. Efecto de la edad sobre la composición química del *Trachypogon* spp. en una sabana del Sureste del Estado Guárico. **Zootecnia Tropical**, Maracay, v.3, n.1, p.29-48, 1985.
- MEDINA, E. Nitrogen balance in *Trachypogon* grasslands of central Venezuela. **Plant and Soil**, The Hague, v.67, p.305-314, 1982.
- MINSON, D.J. Effects of chemical and physical composition of herbage eaten upon intake. In: HACKER, J.B. (Ed.). **Nutritional limits to animal production from pasture**. Farnham Royal: CAB. p.167-182, 1984.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7<sup>th</sup> ed. Washington: National Academy Press, 2000. 242p.
- NORTON, B.W. Differences between species in forage quality. In: HACKER, J.B. (Ed.). **Nutritional limits to animal production from pastures**. Farnham Royal: CAB, 1981. p.89-110.
- NUSSIO, L.G.; MANZANO, R.P.; PEDREIRA, C.G.S. Valor alimentício em plantas do gênero *Cynodon*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 15., 1998, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ/ESALQ, 1998, p.203-242.
- PARIZ, C.M.; AZENHA, M.V.; ANDREOTTI, M.; ARAÚJO, F.C.M.; ULIAN, N.A.; BERGAMASCHINE, A.F. Produção e composição bromatológica de forrageiras em sistema de integração lavoura-pecuária em diferentes épocas de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, n.10, p.1392-1400, 2011.

- PINTO, C.E.; FONTOURA JÚNIOR, J.A.S.; FRIZZO, A.; FREITAS, T.M.S.; NABINGER, C.; CARVALHO, P.C.F. Produções primária e secundária de uma pastagem natural da Depressão Central do Rio Grande do Sul submetida a diversas ofertas de fitomassa aérea total. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.37, n.10, p.1737-1741, 2008.
- PRIMAVESI, O.; PRIMAVESI, A.C.; BATISTA, L.A.; GODOY, R. Adubação e produção de *Paspalum* em dois níveis de fertilidade de Latossolo Vermelho-Amarelo: estabelecimento e manutenção. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.1, p.242-250, 2008.
- RECIO, L.P.; LIMA, F.C.; DURAN, A.O. **Uso y manejo de forrajes nativos en la sabana inundable de la Orinoquia**. Bogotá: Unillanos, 2011. 65p.
- RIBEIRO, K.G.; PEREIRA, O.G. Produtividade de matéria seca e composição mineral do capim-Tifton 85 sob diferentes doses de nitrogênio e idades de rebrotação. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.35, n.4, p.811-816, 2011.
- RIES, L.P.; SHUGART, H.H. Nutrient limitations on understory grass productivity and carbon assimilation in a African woodland savanna. **Journal of Arid Environment**, Amsterdam, v.72, p.1423-1430, 2008.
- ROCHA, G.P.; EVANGELISTA, A.R.; PAIVA, P.C.A.; FREITAS, R.T.F.; GARCIA, E.; ROSA, B. Estudo da composição mineral de três gramíneas do gênero *Cynodon*. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.1, n.1, p.31-37, 2000.
- RONY, T.; MUÑOZ, A.; SEQUERA, R. Efecto de nitrógeno y fósforo sobre el rendimiento y valor nutritivo del pasto tejano (*Dichanthium annulatum* Stapf.) en sabanas bajas de Portuguesa, Venezuela. **Zootecnia Tropical**, Caracas, v.3, n.1-2, p.63-80, 1995.
- SANTOS, L.C.; BONOMO, P.; SILVA, C.C.F.; PIRES, A.J.V.; VELOSO, C.M.; PATÊS, N.M.S. Produção e composição química da *Brachiaria brizantha* e *Brachiaria decumbens* submetidas a diferentes adubações. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.9, n.4, p.856-866, 2008.
- SARMIENTO, G. Adaptative strategies of perennial grasses in South American savannas. **Journal of Vegetation Science**, Uppsala, v.3, p.325-336, 1992.
- SARMIENTO, G.; SILVA, M.P.; NARANJO, M.E.; PINILLOS, M. Nitrogen and phosphorus as limiting factors for growth and primary production in a flooded savanna in the Venezuelan Llanos. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v.22, p.203-212, 2006.
- SILVA, A.G.; FARIAS JÚNIOR, O.L.; FRANÇA, A.F.S.; MYIAGI, E.S.; RIOS, L.C.; MORAES FILHO, C.G.; FERREIRA, J.L. Rendimento forrageiro e composição bromatológica do milheto sob adubação nitrogenada. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.13, n.1, p.67-75, 2012.
- SILVA, F.C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 370p.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.
- SILVA, J.S.O.; HARIDASAN, M. Acúmulo de biomassa aérea e concentração de nutrientes em *Melinis minutiflora* P. Beauv. e gramíneas nativas do cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**, Brasília, v.30, n. 2, p. 337-344, 2007.

- SOARES, A.B.; MEZZALIRA, J.C.; BUENO, E.A.C.; ZOTTI, C.F.; TIRELLI, L.A.; CASSOL, L.C.; MARCENIUK, L.V.; ADAMI, P.F.; SARTOR, L.R. Efeitos de diferentes intensidades de pastejo em pastagem nativa melhorada sobre o desempenho animal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.1, p.75-83, 2006.
- SOUZA FILHO, A.P.; DUTRA, S.; SERRÃO, E.A.S. Produtividade estacional e composição química de *Brachiaria humidicola* e pastagem nativa de campo cerrado do Amapá, Brasil. **Pasturas Tropicales**, Cali, v.14, n.1, p.11-16, 1999.
- STABILE, S.S.; SALAZAR, D.R.; JANK, L.; RENNÓ, F.P.; SILVA, L.F.P. Características de produção e qualidade nutricional de genótipos de capim-colonião colhidos em três estádios de maturidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.39, n.7, p.1418-1428, 2010.
- TEJOS, R. **Pastos nativos de sabanas inundables: caracterización y manejo**. Barquisimeto, Venezuela: Megagraf, 2002. 111p.
- TOSATI, F.C.; SCHEFFER-BASSO, S.M. Aspectos morfofisiológicos e bromatológicos do capim-torpedo (*Panicum repens* L., Poaceae). **Revista Biotemas**, Passo Fundo, v.20, n.3, p.7-14, 2007.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Corvallis: Cornell University Press, 1994. 476p.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, and no starch polysaccharides in relation animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.74, n.10, p.3583-3587, 1991.
- WUNSCH, C.; BARCELLOS, J.O.J.; PRATES, E.R.; COSTA, E.C.; MONTANHOLI, Y.R.; BRANDÃO, F. Macrominerais para bovinos de corte em pastagens nativas dos Campos de Cima da Serra, RS. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.4, p.1258-1264, 2006.

### Capítulo III

#### Características morfológicas e estruturais de *Trachypogon plumosus* submetido à calagem, adubação e intensidades de desfolhação

##### RESUMO

A morfogênese de gramíneas forrageiras é dependente da disponibilidade de nutrientes do solo e fortemente influenciada pelas condições ambientais e intensidade de pastejo. Foram avaliados os efeitos de níveis de correção da fertilidade do solo (testemunha, calagem, adubação e calagem + adubação), intensidades de desfolhação (remoção de 50 e 75% da parte aérea da gramínea) e estações de crescimento (períodos chuvoso e seco) sobre as características morfológicas e estruturais de *Trachypogon plumosus* nos cerrados de Roraima. A gramínea apresentou alta responsividade à melhoria da fertilidade do solo. A calagem + adubação ou a adubação, durante o período chuvoso, proporcionaram maiores taxas de aparecimento de folhas - TApF (0,151 e 0,156 folha perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>), taxas de alongamento foliar - TAlF (1,722 e 1,603 cm perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>), número de folhas vivas - NFV (5,12 e 4,98 folhas perfilho<sup>-1</sup>), duração de vida de folhas - DVF (35,0 e 38,1 dias folha<sup>-1</sup>), comprimento final da folha - CFF (18,2 e 17,3 cm), índice de área foliar - IAF (3,21 e 3,07) e densidade populacional de perfilhos - DPP (859 e 848 perfilhos m<sup>-2</sup>), ocorrendo o oposto quanto ao filocrono (203,3 e 201,2 graus-dia folha<sup>-1</sup>). Todas as variáveis foram significativamente reduzidas (P<0,05) durante o período seco, exceto a taxa de senescência foliar. A menor intensidade de desfolhação afetou positivamente (P<0,05) a TApF, o CFF e o IAF, ocorrendo o oposto quanto ao NFV e a DPP. A intensidade de desfolhação de 50%, conjuntamente com a adubação ou calagem + adubação, maximiza o fluxo líquido de tecidos e a eficiência de utilização da forragem produzida.

**Palavras-chave:** adubação, área foliar, calagem, filocrono, perfilhamento, senescência

## **Morphogenetic and structural traits of *Trachypogon plumosus* submitted to liming and fertilization and defoliation intensities**

### ABSTRACT

The grass morphogenesis is dependent on the soil nutrients availability and strongly influenced by environmental conditions and grazing intensity. To evaluate the effects of soil fertility correction levels (control, liming, fertilization and liming + fertilization), defoliation levels (removal of 50 or 75% of pasture canopy) and growing season (rainy and dry season) on morphogenetic and structural characteristics of *Trachypogon plumosus* in Roraima's savannas. The grass showed high responsiveness to the soil fertility improvement. Liming + fertilization or fertilization alone, during rainy season, provided higher leaf appearance rate - LApR (0.151 and 0.156 leaf tiller<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup>), leaf elongation rate - LER (1.722 and 1.603 cm tiller<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup>), number of live leaves - NLL (5.12 and 4.98 leaf tiller<sup>-1</sup>), leaf lifespan - LLS (35.0 and 38.1 days leaf<sup>-1</sup>), final leaf length - FLL (18.2 and 17.3 cm), leaf area index - LAI (3.21 and 3.07) and tiller population density - TPD (859 and 848 tillers m<sup>-2</sup>), occurring the opposite for phyllochron (203.3 and 201.2 degree-days leaf<sup>-1</sup>). All variables were significantly (P<0.05) reduced during dry season, except for senescence leaf rate. The lower defoliation level positively affected (P<0.05) the LApR, FLL and LAI, while the NLL and TPD were inversely proportional to defoliation level. Removal of 50% of pasture canopy, jointly with fertilization or liming + fertilization, maximizes grass tissue turnover and the forage use efficiency.

**Key words:** fertilization, leaf area, liming, phyllochron, senescence, tillering

### Introdução

Nos cerrados de Roraima, as pastagens nativas representam importante recurso forrageiro para alimentação dos rebanhos. Apesar de limitações quantitativas e qualitativas, decorrentes da baixa fertilidade natural dos solos, historicamente, proporcionaram o suporte alimentar para a exploração pecuária, que passou a se constituir, ao longo dos anos, como a principal atividade econômica de Roraima (Braga, 1998; Costa et al., 2011). O pastejo

contínuo com taxa de lotação variável, mas em geral extensivo e desvinculado do ritmo estacional de crescimento das pastagens, tem contribuição direta para os baixos índices produtivos dos rebanhos (Mata et al., 1996; Braga, 1998; Recio et al., 2011). O excesso de lotação animal e a não reposição dos nutrientes extraídos constituem as principais causas do esgotamento da fertilidade do solo do ecossistema e, conseqüentemente, da redução da capacidade de suporte e do potencial produtivo das pastagens nativas ao longo dos anos (Sarmiento, 1992; Recio et al., 2011).

Nas áreas planas e não inundáveis dos cerrados predomina *Trachypogon plumosus*, gramínea perene, hábito de crescimento cespitoso, plantas com 40 a 80 cm de altura e folhas densamente pilosas. No entanto, são escassas as informações sobre seu potencial produtivo e a resposta à melhoria das condições do ambiente de produção, notadamente quanto à correção da fertilidade do solo e intensidades de desfolhação, visando à proposição de práticas de manejo mais sustentáveis (Braga, 1998; Costa et al., 2012).

O acúmulo de forragem da gramínea decorre das alterações morfológicas e fisiológicas que afetam o balanço entre a produção e senescência de tecidos, com reflexos na composição química, capacidade de rebrota e persistência da pastagem (Lemaire et al., 2011). Os estudos de fluxo de tecidos através de processos morfogênicos vêm se constituindo em importante ferramenta para avaliação da dinâmica de folhas e perfilhos em comunidade de plantas forrageiras (Garcez Neto et al., 2002). A morfogênese descreve a dinâmica da geração e expansão da forma da planta no tempo e espaço. Durante o crescimento vegetativo a morfogênese de uma gramínea pode ser descrita por três variáveis: a taxa de aparecimento, a taxa de alongamento e a duração de vida das folhas, as quais, apesar de sua natureza genética, são fortemente influenciadas pelas condições ambientais (temperatura, luz, água e fertilidade do solo) e práticas de manejo.

As combinações entre estas variáveis condicionam a dinâmica do fluxo de tecidos e as características estruturais: número de folhas vivas, comprimento final de folhas e densidade de perfilhos, as quais irão determinar o índice de área foliar (IAF), ou seja, o aparato utilizado para a interceptação da radiação pelo dossel da pastagem. O IAF está condicionado ao balanço entre os processos morfogênicos e o arranjo estrutural do dossel, o qual determina a oferta (fotossíntese) e a demanda de assimilados (respiração, acúmulo de reservas orgânicas, síntese e senescência de tecidos) e estabelece o ritmo de crescimento da pastagem (Nabinger & Carvalho, 2009).

O conhecimento da morfogênese proporciona uma visualização da curva estacional de produção de forragem e uma estimativa de sua qualidade (Alexandrino et al., 2010), além de permitir a proposição de práticas de manejo específicas para cada gramínea forrageira (Lemaire et al., 2011).

Neste trabalho foram avaliados os efeitos de estações de crescimento, níveis de correção da fertilidade do solo e intensidades de desfolhação sobre as características morfológicas e estruturais de *Trachypogon plumosus* nos cerrados de Roraima.

## Material e Métodos

O experimento foi conduzido em pastagem nativa de *T. plumosus*, localizada em Boa Vista, Roraima (60°43' de longitude oeste e 2°45' de latitude norte), a qual não estava submetida a nenhuma prática de manejo. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é Aw, com precipitação média anual de 1.600 mm. O período experimental foi de julho de 2011 a junho de 2012 e os dados meteorológicos registrados estão apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Precipitação, temperaturas mínimas, máximas e médias registradas durante o período experimental. Boa Vista, Roraima. 2011/2012.

Meses	Precipitação (mm)	Temperatura (°C)		
		Mínima	Máxima	Média
Julho/2011	389,2	22,2	32,1	27,1
Agosto/2011	234,8	23,8	32,9	28,4
Setembro/2011	105,4	23,5	34,1	28,8
Outubro/2011	148,2	23,8	34,4	29,1
Novembro/2011	74,2	23,6	33,8	28,7
Dezembro/2011	8,0	22,8	34,0	28,4
Janeiro/2012	16,6	23,7	34,3	29,0
Fevereiro/2012	9,4	22,9	33,8	28,3
Março/2012	56,6	23,4	34,0	28,7
Abril/2012	128,6	23,7	32,5	28,1
Maio/2012	292,3	23,2	31,8	27,5
Junho/2012	125,6	23,1	32,3	27,7

O solo da área experimental é um Latossolo Amarelo, textura média, com as seguintes características químicas, na profundidade de 0-20 cm:  $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}} = 5,1$ ;  $\text{P} = 1,1 \text{ mg kg}^{-1}$ ;  $\text{Ca} + \text{Mg} = 0,51 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ ;  $\text{K} = 0,03 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ ;  $\text{Al} = 0,39 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ ;  $\text{H} + \text{Al} = 2,43 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ ;  $\text{SB} = 0,54 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ ;  $\text{V} = 18,2\%$ ; Matéria orgânica =  $10,7 \text{ g kg}^{-1}$  e Teor de argila =  $190 \text{ g kg}^{-1}$ . O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com três repetições e os tratamentos

arranjados em um fatorial 4 x 2 x 2. Foram avaliados quatro níveis de correção da fertilidade do solo (testemunha, calagem, adubação e calagem + adubação), duas intensidades de desfolhação (remoção de 50 e 75% da parte aérea das plantas) e duas estações de crescimento (período chuvoso e seco). A calagem foi realizada 30 dias antes do rebaixamento da pastagem, visando elevar a 40% a saturação de bases (0,65 t ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico - PRNT = 100%). A necessidade de calcário (NC) foi calculada utilizando-se a seguinte fórmula:  $NC (t ha^{-1}) = [(V_2 - V_1) \times T \times f] \div 100$ , em que:  $V_1$  = valor da saturação das bases trocáveis do solo, em percentagem, antes da correção. ( $V_1 = 100 S/T$ ) sendo:  $S = Ca^{++} + Mg^{++} + K^+$  (cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>);  $V_2$  = valor da saturação de bases trocáveis que se deseja;  $T$  = capacidade de troca de cátions,  $T = S + (H^+ + Al^{+++})$  (cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>) e,  $f$  = fator de correção do PRNT do calcário ( $f = 100/PRNT$ ). A adubação constou de 50 kg ha<sup>-1</sup> de N (ureia), 50 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (superfosfato triplo), 50 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O (cloreto de potássio) e 30 kg ha<sup>-1</sup> de S (enxofre elementar), aplicados a lanço após o rebaixamento da pastagem.

O rebaixamento da forragem aos níveis de resíduos pré-fixados foi efetuado por ovinos deslanados das raças Morada Nova e Barriga Negra com idade entre 6 e 12 meses e peso médio de  $21 \pm 2,5$  kg. A técnica do *mob grazing* foi utilizada para a realização dos pastejos empregando-se grupos de animais para desfolhações rápidas, duração de 8 a 12 horas, simulando um cenário de lotação intermitente. Os animais entravam na área experimental apenas no momento de pastejo. A área de cada piquete foi de 150 m<sup>2</sup>, os quais foram cercados para contenção dos animais durante o pastejo. Medições de altura foram realizadas, durante o transcorrer do pastejo, até que o dossel atingisse cada meta de resíduo estipulada. Após a saída dos animais dos piquetes, foram iniciadas as avaliações de morfogênese, as quais ocorreram em quatro ciclos de rebrotação distintos, representativos do período chuvoso (julho-agosto de 2011 e maio-junho de 2012) e do período seco (novembro-dezembro de 2011 e fevereiro-março de 2012).

Para determinação das características morfogênicas e estruturais foram selecionadas quatro touceiras/piquete e marcados três perfilhos/touceira, utilizando-se fios coloridos. As avaliações foram realizadas a intervalos de três dias, quando se computava o aparecimento, o alongamento e a senescência de folhas. O número de folhas vivas (NFV) foi obtido pela contagem das folhas verdes não senescentes do perfilho. A taxa de alongamento foliar (TAIF) e a taxa de aparecimento de folhas (TApF) foram calculadas dividindo-se o comprimento acumulado de folhas e o número total de folhas no perfilho, respectivamente, pelo período de



rebrota. O comprimento final da folha (CFF) foi determinado pela divisão do alongamento foliar total do perfilho pelo seu número de folhas. A duração de vida das folhas (DFV) foi estimada pela multiplicação do NFV pelo filocrono.

Para o cálculo da área foliar foram coletadas amostras de folhas verdes completamente expandidas, procurando-se obter área entre 200 e 300 cm<sup>2</sup>, sendo estimada com o auxílio de planímetro ótico eletrônico (Li-Cor, modelo LI-3100C). Posteriormente, as amostras foram levadas à estufa com ar forçado a 65°C até atingirem peso constante, obtendo-se a MS foliar. A área foliar específica (AFE) foi determinada através da relação entre a área de folhas verdes e a sua MS (m<sup>2</sup> g<sup>-1</sup> MS foliar). O índice de área foliar (IAF) foi determinado a partir do produto entre a MS total das folhas verdes (g m<sup>-2</sup> de MS) pela AFE (m<sup>2</sup> g<sup>-1</sup> de MS foliar). A taxa de senescência foliar (TSF) foi obtida dividindo-se o comprimento das folhas que se apresentavam de coloração amarelada ou necrosada pelo período de rebrota. A densidade populacional de perfilhos (DPP) foi estimada com o uso de armações metálicas de 0,25 m<sup>2</sup> (50 x 50 cm), alocadas em quatro pontos ao acaso em cada parcela, sendo computados todos os perfilhos vivos, em cada período de avaliação.

O filocrono, intervalo de tempo térmico para o aparecimento de duas folhas sucessivas, foi determinado como o inverso do coeficiente angular da regressão entre o número de folhas e a soma térmica (graus-dia - GD). Para o cálculo do acúmulo de GD utilizou-se a fórmula:  $GD = [(TM + Tm) \div 2] - Tb$ , onde, TM = temperatura máxima do ar (°C); Tm = temperatura mínima do ar (°C) e, Tb = temperatura mínima basal da planta (10°C). Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o software estatístico Sisvar.

## Resultados e Discussão

A TApF e o filocrono foram afetados ( $P < 0,05$ ) pelos níveis de correção da fertilidade do solo e estações de crescimento (Tabela 2). As maiores TApF foram registradas no período chuvoso e com a aplicação de adubação (0,156 folhaperfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>) ou calagem + adubação (0,151 folha perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>). Na ausência de limitações hídricas e nutricionais, a planta produz folhas a um ritmo determinado geneticamente em função direta da ação da temperatura ambiente sobre o meristema apical (Nabinger & Carvalho, 2009). Oliveira et al. (2007), avaliando os efeitos de N (300 kg ha<sup>-1</sup>), P (90 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e K (60 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O), em *Panicum maximum* cv. Tanzânia, constataram incrementos significativos na TApF com a

aplicação de N+P (0,21 folhas dia<sup>-1</sup>), N+K (0,20 folhas dia<sup>-1</sup>) e N+P+K (0,18 folhas dia<sup>-1</sup>), enquanto que a adubação com K+P (0,14 folhas dia<sup>-1</sup>) não diferiu ( $P>0,05$ ) da testemunha (0,13 folhas dia<sup>-1</sup>). Contudo, Andrade et al. (2005) e Quadros et al. (2005) não detectaram efeitos significativos de doses de N, P ou K sobre a TApF de *Pennisetum purpureum* cv. Napier e *Paspalum urvillei*, respectivamente. As reduções da TApF durante o período seco decorrem do efeito da baixa disponibilidade de água no solo, a qual afeta diretamente a multiplicação e o alongamento celular, com reflexos negativos sobre os processos bioquímicos (fotossíntese e respiração) e físicos (transpiração e evaporação) (Taiz & Zeiger, 2004). Os decréscimos nas TApF foram de 14,3; 8,4; 17,9 e 4,0%, respectivamente para a testemunha, calagem, adubação e calagem + adubação.

**Tabela 2.** Taxa de aparecimento de folhas e filocrono de *Trachypogon plumosus*, em função das estações de crescimento, calagem e/ou adubação e intensidades de desfolhação.

Estações de crescimento	Níveis de correção da fertilidade do solo			
	Testemunha	Calagem	Adubação	Calagem+Adubação
	Taxa de aparecimento de folhas (folha perfilho <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )			
Período chuvoso	0,126 C a	0,142 B a	0,156 A a	0,151 A a
Período seco	0,108 C b	0,130 B a	0,128 B b	0,145 A a
	Filocrono (graus-dia folha <sup>-1</sup> )			
Período chuvoso	274,7 A b	227,7 B a	201,2 B a	203,3 B b
Período seco	297,1 A a	242,8 B a	221,3 C a	227,0 C a

- Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si ( $P>0,05$ ) pelo teste de Tukey.

A TApF não foi afetada pelas intensidades de desfolhação ( $P>0,05$ ), o que pode ser explicado como um mecanismo compensatório decorrente de maiores DPP e CFF, considerando-se que o NFV apresenta forte componente genético e é relativamente constante para uma determinada espécie, sob condições semelhantes de manejo. Da mesma forma, as TApF de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (Marcelino et al., 2006); *B. brizantha* cvs. Arapoty, Capiporã e Xaraés (Lara & Pedreira, 2011); *P. maximum* cv. Tanzânia (Pena et al., 2009) e *Brachiaria decumbens* (Silva et al., 2012) não foram influenciadas pela intensidade de desfolhação (7,5; 10; 15; 20; 25 e 50 cm). Pontes et al. (2003), com azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) relataram que, apesar do efeito da intensidade de pastejo sobre o comprimento da bainha, consequência da resposta plástica da gramínea, a TApF não foi afetada pelas diferentes alturas de manejo avaliadas (5, 10, 15 e 20 cm). Contudo, Ferlin et al. (2006) reportaram efeito significativo da intensidade de desfolhação sobre a TApF de *P.*

*maximum* cv. Tanzânia (0,09 e 0,07 folhas perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, respectivamente para resíduos de 4,2 e 3,5 t de MS ha<sup>-1</sup>).

A TApF é a característica morfogênica mais importante, pois afeta diretamente os componentes estruturais da pastagem (CFF, DPP e NFV) e, mesmo sob condições ambientais ou de manejo desfavoráveis, seria a última a ser penalizada pela planta, ou seja, para manter o desenvolvimento do perfilho em condições limitantes de carbono, a economia de fotoassimilados iniciaria pela redução da DPP, passando por decréscimos no CFF e na DVF (Lemaire et al., 2011). A TApF resulta do balanço entre o comprimento da bainha que envolve o meristema apical e a TAlF que, respectivamente, determinam a distância que a folha tem que percorrer para emergir e a velocidade com que percorre essa distância (Lemaire & Agnusdei, 2000). A TApF e a TAlF podem apresentar correlação negativa, indicando que quanto maior a TApF, menor será o tempo disponível para o alongamento das folhas, o que reflete diretamente no CFF (Difante et al., 2011). Neste trabalho, a correlação entre TApF e TAlF ( $r = 0,91$ ;  $p=0,01$ ) e CFF ( $r = 0,89$ ;  $p=0,01$ ) foram positivas e significativas. Para pastagens de *B. decumbens* sob lotação contínua e com altura fixa ou variável do dossel durante as estações do ano, Santos et al. (2012) constataram correlações positivas e significativas entre TApF e TAlF ( $r = 0,97$ ;  $p=0,01$ ) e TApF e CFF ( $r = 0,84$ ;  $p=0,05$ ).

Os filocronos foram reduzidos pelos níveis de correção de fertilidade do solo e os menores valores obtidos durante o período chuvoso com a adubação (201,2 GD folha<sup>-1</sup>) e calagem + adubação (203,3 GD folha<sup>-1</sup>) (Tabela 2), os quais foram semelhantes aos reportados por Trindade & Rocha (2001) para *Andropogon lateralis* (205 GD) e superiores aos estimados para *Paspalum notatum* (164 GD) por Eggers et al. (2004), ambas gramíneas nativas do Rio Grande do Sul. Oliveira et al. (2007) verificaram efeitos significativos da adubação com N+P (5,03 dias folha<sup>-1</sup>) ou N+K (4,68 dias folha<sup>-1</sup>) na redução do filocrono de *P. maximum* cv. Tanzânia, comparativamente ao estimado na pastagem não-adubada (6,92 dias folha<sup>-1</sup>). Em termos práticos, quanto menor o filocrono, mais eficiente é a gramínea na interceptação e conversão de energia luminosa em tecido foliar (Lemaire et al., 2011). O filocrono aumenta com a idade da planta em decorrência do maior tempo para a folha percorrer a distância entre o meristema apical e a extremidade do pseudocolmo formado pelas bainhas das folhas mais velhas (Skinner & Nelson, 1994). Durante o período seco a gramínea demandou maior tempo térmico para a emissão de uma nova folha, refletindo o efeito da baixa disponibilidade hídrica do solo. Os filocronos foram incrementados em 8,2; 6,6; 9,9 e

11,7%, respectivamente para testemunha, calagem, adubação e calagem + adubação. Alves et al. (2008) constataram uma redução de 31% no filocrono de *B. decumbens* ao aumentarem o volume de água do solo de 40 (5,2 dias folha<sup>-1</sup>) para 80% de sua capacidade de campo (6,4 dias folha<sup>-1</sup>). Para a mesma gramínea, Santos et al. (2012) reportaram acréscimo de 663% em seu filocrono durante o período seco (53,0 dias folha<sup>-1</sup>), comparativamente ao chuvoso (8,0 dias folha<sup>-1</sup>). Os filocronos de *Cynodon* spp. cv. Tifton 85 oscilaram de 11,4 e 9,2 dias folha<sup>-1</sup> no período chuvoso para 3,1 e 4,3 dias folha<sup>-1</sup> no período seco, respectivamente para pastagens mantidas a 20 e 10 cm de altura (Pinto et al., 2001).

A TAlF e o NFV foram influenciadas ( $P < 0,05$ ) pelas estações de crescimento, níveis de correção da fertilidade do solo e intensidades de desfolhação (Tabela 3). As maiores TAlF foram registradas com a calagem + adubação (1,722 e 1,603 cm perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, respectivamente para 50 e 75% de desfolhação) e com adubação na intensidade de desfolhação de 50% (1,603 cm perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>) (Tabela 3). Os valores obtidos foram superiores aos reportados por Simoes & Baruch (1991) para *T. plumosus* submetido a frequências de corte de 7 (0,70 cm perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>), 14 (0,91 cm perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>) ou 28 dias (1,57 cm perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>). Oliveira et al. (2007) constataram maiores TAlF em *P. maximum* cv. Tanzânia adubado com N+K (2,68 cm folha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>) ou N+P (1,69 cm folha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>), comparativamente ao tratamento sem adubação (0,98 cm folha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>). Com a mesma gramínea, Patês et al. (2007) obtiveram incremento superior a 100% na TAlF com a aplicação conjunta de N (100 kg ha<sup>-1</sup>) e P (100 kg ha<sup>-1</sup>), comparativamente à aplicação isolada de P (2,11 x 0,98 cm perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>).

**Tabela 3.** Taxa de alongamento foliar e número de folhas vivas de *Trachypogon plumosus*, em função das estações de crescimento, calagem e/ou adubação e intensidades de desfolhação.

Estações de crescimento	Desfolhação (%)	Níveis de correção da fertilidade do solo			
		Testemunha	Calagem	Adubação	Calagem+Adubação
Taxa de alongamento foliar (cm perfilho <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )					
Período chuvoso	50	0,995 C a	1,366 B a	1,603 A a	1,722 A a
	75	0,816 C b	1,243 B ab	1,451 A b	1,613 A a
Período seco	50	0,725 C b	1,098 B b	1,379 A b	1,458 A b
	75	0,731 C b	1,181 B b	1,305 A b	1,434 A b
Número de folhas vivas (folhas perfilho <sup>-1</sup> )					
Período chuvoso	50	3,29 C b	4,45 B b	4,82 A b	4,93 A b
	75	3,86 C a	4,78 B a	4,98 A a	5,12 A a
Período seco	50	3,06 C b	4,14 B c	4,54 A d	4,68 A b
	75	3,18 B b	4,65 A a	4,78 A c	4,72 A b

- Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si ( $P > 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

A TAlF responde ao suprimento de nutrientes e atua como agente modificador da TApF, notadamente com a emissão de folhas sucessivas em níveis de inserção mais próximos. Com *P. purpureum* cv. Napier, fertilizado com 100 kg ha<sup>-1</sup> de N e 80 kg ha<sup>-1</sup> de K, a TAlF foi de 8,25 cm perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> e incrementada para 11,64 cm perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> com a utilização do dobro das doses (Andrade et al., 2005). Contudo, Quadros et al. (2005) não constataram efeitos positivos da adubação com P ou K na TAlF de *P. urvillei*. A TAlF é a variável morfogênica que, isoladamente, mais se correlaciona com rendimento de MS, sendo um estimador adequado do vigor de rebrota, pois juntamente com a TApF determina o tamanho da superfície fotossintetizante do dossel, diretamente por meio do CFF e indiretamente pela DPP. Apesar da natureza genética, a TAlF responde diferenciadamente às condições ambientais, notadamente temperatura, disponibilidade hídrica, fertilidade do solo e luminosidade. Santos et al. (2012) observaram que a TAlF, TApF e CFF foram positivamente correlacionadas com o NFV remanescente no perfilho após a desfolhação, sendo o tamanho do perfilho o responsável pela longa duração da TAlF. A capacidade da planta em expandir suas folhas é dependente da taxa de alongamento do meristema intercalar, zona de divisão celular, local metabolicamente ativo e de grande demanda por nutrientes (Skinner & Nelson, 1995). O aumento da TAlF, em função do suprimento de nutrientes, é atribuído ao incremento no processo de divisão celular, sem efeito no tamanho final da célula ou na taxa de alongamento da célula epidérmica (Skinner & Nelson, 1994).

As TAlF, independentemente das intensidades de desfolhação, foram menores durante o período seco, sendo as reduções de 19,6; 12,6; 12,1 e 13,3%, respectivamente para a testemunha, calagem, adubação e calagem + adubação (Tabela 3). Barbosa et al. (2011) e Lara & Pedreira (2011) registraram decréscimos de 28,8 e 64,9%, respectivamente, nas TAlF de *P. maximum* cv. Tanzânia e *B. decumbens*, durante o período seco (1,46 e 0,99 cm perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>), comparativamente ao chuvoso (4,16 e 1,39 cm perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>).

Durante o período seco, a TAlF não foi afetada pelas intensidades de desfolhação ( $P > 0,05$ ), enquanto que no período chuvoso maiores valores foram observados com desfolhação de 50%, exceto para a calagem + adubação onde não foi detectado efeito significativo ( $P > 0,05$ ) (Tabela 3). A menor intensidade de desfolhação proporciona a retenção de maior área foliar, refletindo em maior velocidade inicial de rebrota e menor tempo para que a gramínea atinja a máxima eficiência fotossintética, além de menor remobilização de reservas orgânicas para o novo crescimento. A maior quantidade de material foliar retido sob

desfolhações menos intensas permite maior remobilização de nutrientes para as folhas em alongamento (Lemaire et al., 2011). Marcelino et al. (2006) e Alexandrino et al. (2011) constataram maiores TAI F para pastagens de *B. brizantha* cv. Marandu e *P. maximum* cv. Mombaça, respectivamente, submetidas a intensidades de desfolhação de 20 (1,8 cm perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>) ou 50 cm (2,9 cm perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>), comparativamente a 10 (1,6 cm perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>) ou 25 cm (1,2 cm perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>). Garcez Neto et al. (2002) não verificaram efeito da intensidade de desfolhação (5, 10 e 20 cm) sobre a TAI F de *P. maximum* cv. Mombaça, enquanto que para *B. decumbens*, apenas na presença da adubação nitrogenada (100 kg ha<sup>-1</sup> de N) a TAI F foi afetada (0,43 e 0,25 cm perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, respectivamente para alturas de resíduos de 25 e 15 cm).

O NFV respondeu positivamente à melhoria da fertilidade do solo e os maiores valores ( $P < 0,05$ ) foram verificados durante o período chuvoso com a calagem + adubação (5,03 folhas perfilho<sup>-1</sup>) ou adubação (4,90 folhas perfilho<sup>-1</sup>), semelhantes entre si ( $P > 0,05$ ) e superiores à calagem (4,62 folhas perfilho<sup>-1</sup>) e testemunha (3,58 folhas perfilho<sup>-1</sup>) (Tabela 3). As plantas adubadas atingem máximo NFV mais precocemente, em relação às não-adubadas, possibilitando colheitas mais frequentes, a fim de evitar perdas por senescência foliar. Oliveira et al. (2007) constataram maior NFV de *P. maximum* cv. Tanzânia com a aplicação de N+K (3,5 folhas perfilho<sup>-1</sup>), enquanto que a adubação com K+P (2,6 folhas perfilho<sup>-1</sup>) ou N+P+K (2,9 folhas perfilho<sup>-1</sup>) não diferiram da testemunha (2,7 folhas/perfilho). O NFV é uma característica estrutural com forte influência genética e estável na ausência de deficiências hídricas ou nutricionais. O NFV, constante a partir do momento em que a TSF se iguala a TApF, constitui critério objetivo e prático para a definição dos períodos de descanso na lotação contínua e a intensidade de pastejo na lotação rotacionada.

O NFV, durante o período seco, como reflexo da baixa umidade do solo, foi reduzido em 12,8; 4,9; 5,0 e 6,6%, respectivamente para a testemunha, calagem, adubação e calagem + adubação. Paciullo et al. (2005) e Santos et al. (2011) reportaram decréscimos de 14,5; 55,6 e 30,9%, respectivamente, no NFV de *Cynodon dactylon*, *B. decumbens* e *P. purpureum* cv. Mott, durante o período seco (5,9; 2,4 e 3,8 folhas perfilho<sup>-1</sup>), comparativamente ao período chuvoso (6,9; 5,4 e 5,5 folhas perfilho<sup>-1</sup>).

A maior intensidade de desfolhação resultou em maiores NFV: 3,52; 4,72; 4,88 e 4,92 folhas perfilho<sup>-1</sup>, respectivamente para a testemunha, calagem, adubação e calagem + adubação (Tabela 3). A desfolhação induz modificações na quantidade e qualidade da luz que

chega às folhas mais próximas do solo, proporcionando um ambiente mais favorável à manutenção de maior NFV, contudo sem estabelecer uma correlação positiva com a TApF, o CFF ou a DVF (Deregibus et al., 1985). Santos et al. (2010) para *B. decumbens*, Lara & Pedreira (2011) para *B. brizantha* cv. Marandu e Sousa et al. (2011) para *B. brizantha* cv. Xaraés constataram, respectivamente, maior NFV com intensidades de desfolhação de 10; 7,5 e 15 cm (5,2; 5,7 e 5,2 folhas perfilho<sup>-1</sup>), comparativamente a 50, 15 e 25 cm (4,3; 5,1 e 4,7 folhas perfilho<sup>-1</sup>). Tendência inversa foi relatada por Gomide et al. (2008) para *P. purpureum* cv. Mott, ou seja, maior NFV para resíduo de 45 cm (4,1 folhas perfilho<sup>-1</sup>) comparativamente a 25 cm (3,5 folhas perfilho<sup>-1</sup>).

A DVF foi afetada ( $P < 0,05$ ) pelas estações de crescimento e níveis de correção da fertilidade do solo e os maiores valores obtidos, durante o período chuvoso, com adubação (38,1 dias folha<sup>-1</sup>) ou calagem + adubação (35,0 dias folha<sup>-1</sup>) (Tabela 4). O mecanismo de ação dos nutrientes, notadamente o N, no prolongamento da vida da folha pode estar associado à manutenção de maior capacidade fotossintética por períodos mais longos, sem que haja sua remobilização interna significativa das folhas mais velhas (Garcez Neto et al., 2002). Oliveira et al. (2007) estimaram maiores DVF em *P. maximum* cv. Tanzânia adubado com N+K (31,2 dias folha<sup>-1</sup>) ou N+P (22,2 dias folha<sup>-1</sup>), comparativamente ao tratamento sem adubação (20,3 dias folha<sup>-1</sup>). A DVF é uma característica estrutural que pode ser utilizada para o estabelecimento de práticas de manejo, pois indica o teto potencial de rendimento de forragem (máxima quantidade de material vivo por área) e é um parâmetro para a determinação da intensidade de pastejo com lotação contínua ou da frequência entre pastejos em lotação rotacionada que assegurem a manutenção de IAF próximo da maior eficiência de interceptação da radiação incidente e máximas taxas de crescimento.

**Tabela 4.** Duração de vida de folhas (dias folha<sup>-1</sup>) de *Trachypogon plumosus*, em função das estações de crescimento, calagem e/ou adubação.

Estações de crescimento	Níveis de correção da fertilidade do solo			
	Testemunha	Calagem	Adubação	Calagem+Adubação
Período chuvoso	32,8 B a	33,9 B a	38,1 A a	35,0 AB a
Período seco	28,7 B b	32,1 A a	32,2 AB b	31,2 AB b

- Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si ( $P > 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

A DVF é definida pelo tempo decorrido entre o surgimento de uma folha e o início de sua senescência, ou seja, o tempo em que permanece verde. As folhas apresentam um tempo

de vida limitado, o qual é determinado por características genéticas e influenciado por fatores ambientais (nutrientes, água, temperatura, radiação solar e fotoperíodo) e práticas de manejo. A DVF, durante o período seco, refletindo a baixa disponibilidade de água no solo, foi reduzida em 12,5; 5,3; 15,5 e 10,8%, respectivamente para a testemunha, calagem, adubação e calagem + adubação (Tabela 4). Magalhães (2010) constatou acréscimo de 9,8% na DVF de *Andropogon gayanus* cv. Planaltina ao aumentar a reposição da lâmina de água evaporada do Tanque Classe A de 50 (24,8 dias folha<sup>-1</sup>) para 80% (27,3 dias folha<sup>-1</sup>).

Os maiores CFF ( $P < 0,05$ ) foram registrados durante o período chuvoso com 50% de desfolhação e uso da calagem + adubação (18,2 cm) ou adubação (17,3 cm) (Tabela 5). Oliveira et al. (2007) observaram incrementos significativos no CFF de *P. maximum* cv. Tanzânia com a aplicação de N+P (30,1 cm), N+K (32,5 cm) e N+P+K (36,3 cm), em relação ao tratamento controle (14,1 cm). Quando as condições para o crescimento são favoráveis e constantes, a divisão celular é estimulada, possibilitando a obtenção de lâminas maiores para mesmo comprimento de bainha. A adubação, ao estimular a produção de novas células, possibilita aumento na TAIF, o que constitui estratégia para alterações no CFF (Garcez Neto et al., 2002). A divisão celular é o principal mecanismo de crescimento da lâmina foliar, contrariamente ao da bainha que decorre do alongamento celular (Lemaire et al., 2011). O CFF e o ângulo de inserção das folhas implicam na distribuição e qualidade da luz dentro de do dossel, afetando a modulação do crescimento das plantas através da produção de fotoassimilados nas fontes e sua alocação aos drenos (Difante et al., 2011). As folhas de *T. plumosus* apresentam ângulo de inserção entre 45 e 60° e coeficiente de extinção luminosa entre 0,52 e 0,65, o que facilita a penetração da radiação vermelha em detrimento da vermelha-extremo, implicando em melhor qualidade de luz para a fotossíntese das folhas situadas na porção inferior da planta, o que contribui para o retardamento ou atenuação do processo de senescência (Sarmiento, 1992; Baruch & Bilbao, 1999).

**Tabela 5.** Comprimento final de folhas (cm) de *Trachypogon plumosus*, em função das estações de crescimento, calagem e/ou adubação e intensidades de desfolhação.

Estações de crescimento	Desfolhação (%)	Níveis de correção da fertilidade do solo			
		Testemunha	Calagem	Adubação	Calagem+Adubação
Período chuvoso	50	15,7 B a	15,9 B a	17,3 A a	18,2 A a
	75	10,9 D cd	13,5 C b	15,2 B bc	16,4 A b
Período seco	50	12,3 C bc	13,8 B b	15,8 A b	16,2 A b
	75	11,9 C c	13,2 B b	14,2 B c	15,8 A b

- Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si ( $P > 0,05$ ) pelo teste de Tukey.



O CFF, durante o período seco, decresceu 9,0; 8,2; 7,4 e 7,5%, respectivamente para a testemunha, calagem, adubação e calagem + adubação (Tabela 5). Lara & Pedreira (2011) estimaram decréscimos de 23,4 e 39,7% no CFF de *B. brizantha* cv. Marandu e *B. decumbens* cv. Basilisk, durante o período seco (9,5 e 11,4 cm), comparativamente ao período chuvoso (12,4 e 18,9 cm). A redução do CFF é estratégia utilizada pelas gramíneas nativas dos cerrados para aquisição e conservação de água, compensando o estresse hídrico através da diminuição das perdas de água por transpiração (Sarmiento, 1992; Baruch et al., 2004). Os fatores determinantes do CFF são a TApF e a TAlF. Apesar das modificações ocorridas entre estas duas características, em função das estações de crescimento, intensidades de desfolhação e de correção da fertilidade do solo, a análise de correlação mostrou uma associação positiva entre CFF e TAlF ( $r = 0,79$ ;  $p=0,01$ ) e CFF e TApF ( $r = 0,88$ ;  $p=0,01$ ). A altura da bainha é outro fator importante, pois define a extensão da zona de crescimento a ser percorrida pela lâmina em expansão e quanto maior o seu comprimento, maior será a fase de multiplicação celular, mais tempo a folha ficará protegida pela bainha da luz direta e, conseqüentemente, maior será a TEF e o CFF (Lemaire & Agnusdei, 2000). Para *T. plumosus*, Sarmiento (1992) constatou acréscimo de 1,76 cm no CFF para cada centímetro de altura da bainha.

O CFF foi inversamente proporcional à intensidade de desfolhação, sendo as reduções de 18,2; 10,1; 11,3 e 6,4%, respectivamente para a testemunha, calagem, adubação e calagem + adubação (Tabela 5). O primeiro efeito da desfolhação é uma resposta plástica da planta para a adaptação às modificações em seu ambiente e através do mecanismo de escape há adaptações morfogênicas e arquiteturais que reduzem a acessibilidade das folhas ao pastejo. Na maior intensidade de desfolhação a competição por luz é atenuada devido à maior remoção da área foliar, contudo, nessa condição as plantas tendem a desenvolver folhas mais curtas (Da Silva & Nascimento Júnior, 2007). Santos et al. (2010) estimaram maiores CFF para pastagens de *B. decumbens* mantidas sob resíduos de 50 (17,5 cm) ou 25 cm (10,2 cm), comparativamente a 10 cm (6,1 cm). Em pastagem nativa com predominância de *P. notatum* e *Axonopus affinis*, o CFF foi diretamente proporcional à altura pré-pastejo do dossel (5,6; 8,1; 11,8 e 14,2 cm, respectivamente para 4; 8; 12 e 16 cm acima do solo) (Gonçalves et al., 2009).

O IAF foi influenciado ( $P<0,05$ ) pelas estações de crescimento, intensidades de desfolhação e correção da fertilidade do solo (Tabela 6). Os maiores valores foram obtidos durante o período chuvoso com 50% de desfolhação e aplicação de calagem + adubação

(3,21) e adubação (3,07), semelhantes entre si ( $P>0,05$ ) e superiores aos registrados com a calagem (1,98) ou testemunha (1,47). O IAF foi positivamente correlacionado com a TApF ( $r = 0,83$ ;  $p=0,01$ ), a TAlF ( $r = 0,94$ ;  $p=0,01$ ) e o CFF ( $r = 0,88$ ;  $p=0,01$ ), evidenciando a sincronia entre as três variáveis. As gramíneas apresentam natureza dinâmica de crescimento e buscam de forma consistente, por meio de alterações em sua forma e função, a manutenção de uma área mínima fotossinteticamente ativa (Carvalho et al., 2001). Gramíneas com maior habilidade competitiva desenvolvem uma arquitetura mais eficiente na interceptação de luz, através da rápida expansão de área foliar e ocupação da camada superior do dossel, em decorrência do alongamento da bainha e entrenós do colmo (Lemaire et al., 2011). A ação positiva da melhoria da fertilidade do solo sobre a TAlF, o CFF e a DPP se expressa diretamente sobre o IAF da pastagem (Lemaire et al., 2011). Para gramíneas de hábito de crescimento cespitoso, o IAF crítico, onde 95% da luz incidente seriam interceptadas, normalmente varia entre 3,0 e 5,0 (Sarmiento, 1992), condição que foi atendida apenas durante o período chuvoso na intensidade de desfolhação de 50% e com o uso de adubação ou calagem + adubação.

**Tabela 6.** Índice de área foliar, densidade populacional de perfilhos e taxa de senescência foliar de *Trachypogon plumosus*, em função das estações de crescimento, calagem e/ou adubação e intensidades de desfolhação.

Estações de crescimento	Desfolhação (%)	Níveis de correção da fertilidade do solo			
		Testemunha	Calagem	Adubação	Calagem+Adubação
Índice de área foliar					
Período chuvoso	50	1,47 C a	1,98 B a	3,07 A a	3,21 A a
	75	1,13 D b	1,62 C b	2,33 B b	2,58 A bc
Período seco	50	1,33 D ab	1,76 C b	2,42 B b	2,63 A b
	75	1,05 C c	1,49 B c	2,27 A b	2,39 A c
Densidade populacional de perfilhos (perfilhos m <sup>-2</sup> )					
Período chuvoso	50	501 C bc	633 B a	743 A b	788 A b
	75	586 C a	679 B a	848 A a	859 A a
Período seco	50	411 C d	530 B b	621 A c	655 A c
	75	477 C cd	598 B b	708 A b	737 A b
Taxa de senescência foliars (cm perfilho <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )					
Período chuvoso	50	0,143 C bc	0,168 B c	0,191 A c	0,198 A c
	75	0,134 C c	0,156 B c	0,182 A c	0,191 A c
Período seco	50	0,174 C a	0,211 B a	0,248 A a	0,263 A a
	75	0,159 D ab	0,187 C b	0,207 B b	0,231 A b

- Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si ( $P>0,05$ ) pelo teste de Tukey.

O aumento da intensidade de desfolhação resultou em decréscimos de 22,1; 16,6; 11,2 e 10,1%, respectivamente para a testemunha, calagem, adubação e calagem + adubação (Tabela 6). O IAF representa a síntese das características morfogênicas e estruturais da gramínea, refletindo o balanço dos processos que determinam a oferta (fotossíntese) e a demanda (respiração, acúmulo de reservas, síntese e senescência de tecidos) de fotoassimilados, que estabelecem o ritmo de crescimento da pastagem (Nabinger & Pontes, 2001). Com *P. maximum* cv. Mombaça, Alexandrino et al. (2011) constataram relação linear positiva entre IAF e resíduo da pastagem (3,68; 4,85; 6,03 e 7,20, respectivamente para 25, 50, 75 e 100 cm), enquanto que Tinoco et al. (2009), com a mesma gramínea, reportaram efeito não significativo da desfolhação sobre o IAF (5,02; 4,86 e 4,51, respectivamente para 10, 20 e 30 cm). Independentemente da intensidade de desfolhação, o IAF, durante o período seco, foi reduzido em 8,5; 10,0; 13,3 e 13,4%, respectivamente para a testemunha, calagem, adubação e calagem + adubação (Tabela 6), como consequência das menores taxas de crescimento e maiores de senescência foliar, em função da baixa disponibilidade de água no solo (Lemaire et al., 2011).

A DPP foi influenciada ( $P < 0,05$ ) pelas estações de crescimento e intensidades de desfolhação e de correção da fertilidade do solo (Tabela 6). Os maiores valores foram obtidos durante o período chuvoso com 75% de desfolhação e aplicação de calagem + adubação (859 perfilhos  $m^{-2}$ ) e adubação (848 perfilhos  $m^{-2}$ ), semelhantes entre si ( $P > 0,05$ ) e superiores aos estimados com a calagem (679 perfilhos  $m^{-2}$ ) ou testemunha (586 perfilhos  $m^{-2}$ ). Em *P. maximum* cv. Tanzânia, Oliveira et al. (2005) obtiveram efeito expressivo da adubação com N+P (10,3 perfilhos  $planta^{-1}$ ) ou N+P+K (9,9 perfilhos  $planta^{-1}$ ), comparativamente ao tratamento sem adubação (2,3 perfilhos  $planta^{-1}$ ). O perfilhamento da gramínea decorre da velocidade de emissão de folhas, as quais produzirão gemas potencialmente capazes de originar novos perfilhos, dependendo das condições ambientais e das práticas de manejo (Lemaire & Agnusdei, 2000). Marcelino et al. (2006) e Lara & Pedreira (2011) reportaram maior DPP em pastagens de *B. brizantha* cv. Marandu e *B. decumbens* cv. Basilisk, respectivamente, submetidas a intensidades de desfolhação de 20 (753,4 perfilhos  $m^{-2}$ ) ou 7,5 cm (1.126 perfilhos  $m^{-2}$ ), comparativamente a 10 (543,8 perfilhos  $m^{-2}$ ) ou 15 cm (962 perfilhos  $m^{-2}$ ). Carvalho et al. (2000), para *Cynodon dactylon* cv. Florakirk constataram efeito linear negativo entre altura da pastagem e DPP (10.250; 6.856 e 5.128 perfilhos  $m^{-2}$ , respectivamente para 5, 10 e 15 cm).

O manejo da desfolhação induz modificações na quantidade e qualidade da luz que chega às folhas mais próximas do solo (Deregibus et al., 1985). O perfilhamento estabelece gradativamente uma condição limitante à penetração de luz, sombreando as folhas inferiores e favorecendo a senescência foliar. Quando a luz penetra o dossel, atenua-se a vermelha e a que alcança os estratos inferiores é predominantemente vermelha:extremo, caracterizada como fotossinteticamente ineficiente, reduzindo a produção de perfilhos (Lemaire et al., 2011). O sombreamento reduz a proporção de gemas que efetivamente se transformarão em novos perfilhos (*site filling*), com reflexos negativos e diretos na DPP, NFV e TApF e indiretos na TAIF e CFF (Alexandrino et al., 2011). A DPP foi negativamente correlacionada com a TApF ( $r = -0,79$ ;  $p=0,01$ ), demonstrando o efeito restritivo da luminosidade na porção inferior da planta, o qual foi acentuado com a redução da intensidade de desfolhação. A DPP, durante o período seco, em decorrência da baixa umidade do solo, foi reduzida em 18,2; 14,0; 16,6 e 15,5%, respectivamente para a testemunha, calagem, adubação e calagem + adubação. Paciullo et al. (2005) e Santos et al. (2012) reportaram decréscimos de 19,7 e 24,8%, respectivamente, na DPP de *Cynodon dactylon* e *B. decumbens*, durante o período seco (2.428 e 1.665 perfilhos  $m^{-2}$ ), comparativamente ao chuvoso (3.021 e 2.213 perfilhos  $m^{-2}$ ).

As maiores TSF ( $P<0,05$ ) foram observadas durante o período seco, na intensidade de desfolhação de 50% e na presença da calagem + adubação (0,263  $cm\ dia^{-1}\ perfilho^{-1}$ ) ou adubação (0,248  $cm\ dia^{-1}\ perfilho^{-1}$ ) e a menor com a testemunha, durante o período chuvoso, independentemente da intensidade de desfolhação (0,139  $cm\ dia^{-1}\ perfilho^{-1}$ ) (Tabela 6). Na ausência de adubação as plantas permanecem mais tempo com suas folhas vivas, em detrimento do aparecimento ou expansão de novas folhas, o que contribui para o retardamento do processo de senescência. Oliveira et al. (2007) estimaram maiores TSF em *P. maximum* cv. Tanzânia adubado com N+P (0,109  $cm\ dia^{-1}\ perfilho^{-1}$ ), N+K (0,114  $cm\ dia^{-1}\ perfilho^{-1}$ ) ou N+P+K (0,100  $cm\ dia^{-1}\ perfilho^{-1}$ ), comparativamente ao tratamento sem adubação (0,060  $cm\ dia^{-1}\ perfilho^{-1}$ ). Para *P. purpureum* cv. Napier, fertilizado com 200  $kg\ ha^{-1}$  de N e 160  $kg\ ha^{-1}$  de K, a TSF foi de 5,91  $cm\ dia^{-1}\ perfilho^{-1}$ , sendo reduzida a 4,22  $cm\ dia^{-1}\ perfilho^{-1}$  com a utilização de metade das doses (Andrade et al., 2005). Alexandrino et al. (2011) constataram que as TSF de *P. maximum* cv. Mombaça foram diretamente proporcionais à altura do resíduo pós-pastejo (0,148; 0,198; 0,248 e 0,298  $cm\ dia^{-1}\ perfilho^{-1}$ , respectivamente para 25, 50, 75 e 100 cm). Tendência semelhante foi relatada por Gomide et al. (2008) para *P. purpureum* cv.

Mott, onde a maior TSF foi obtida com altura de resíduo de 25 cm ( $0,86 \text{ cm dia}^{-1} \text{ perfilho}^{-1}$ ), comparativamente a 45 cm ( $0,59 \text{ cm dia}^{-1} \text{ perfilho}^{-1}$ ).

A senescência é um processo natural que caracteriza a última fase de desenvolvimento da folha, iniciada após completa expansão, cuja intensidade se acentua progressivamente com o aumento do IAF e do CFF, em decorrência do sombreamento das folhas inseridas na porção inferior e do baixo suprimento de radiação fotossinteticamente ativa (Nabinger & Pontes, 2001). Quando o perfilho atinge determinado NFV ocorre equilíbrio entre TApF e senescência das folhas que ultrapassaram seu período de duração de vida, de modo que o surgimento de nova folha implica na senescência da folha que a precedeu, mantendo o NFV relativamente constante (Nabinger & Pontes, 2001). As correlações entre TSF e IAF ( $r = 0,80$ ;  $p=0,01$ ) e CFF ( $r = 0,86$ ;  $p=0,01$ ) foram positivas e significativas, evidenciando o efeito depressivo da baixa luminosidade, o qual foi acentuado com a redução da intensidade de desfolhação. Apesar do efeito negativo sobre a qualidade da forragem, a senescência representa um importante processo fisiológico no fluxo de tecidos da gramínea, pois cerca de 50% do carbono e 80% do nitrogênio podem ser reciclados das folhas senescentes e utilizados para a produção de novos tecidos foliares (Lemaire & Agnusdei, 2000). Em pastagens de *T. plumosus*, Medina (1982) constatou remobilização interna de 64% do N das folhas senescentes para as em expansão, enquanto que Silva & Haridasan (2007), para diversas gramíneas nativas do cerrado, estimaram eficiências de retranslocação de 34,9; 68,4; 86,9 e 42,2%, respectivamente para N, P, K e Mg.

## Conclusões

As estações de crescimento, a correção da fertilidade do solo e a intensidade de desfolhação afetam o padrão de acúmulo de forragem, o fluxo de tecidos e as características morfogênicas e estruturais da gramínea. Maior intensidade de desfolhação altera a morfogênese e estrutura da pastagem, reduzindo o aproveitamento dos recursos ambientais para a produção de forragem. A adubação e a calagem + adubação têm maior influência sobre a morfogênese da gramínea em comparação às intensidades de desfolhação.

## Literatura Citada

- ALVES, J.S.; PIRES, A.J.V.; MATSUMOTO, N.; FIGUEIREDO, M.P.; RIBEIRO, G.S. Características morfológicas e estruturais da *Brachiaria decumbens* Stapf. submetida a diferentes doses de nitrogênio e volumes de água. **Acta Veterinaria Brasilica**, Mossoró, v.2, n.1, p.1-10, 2008.
- ALEXANDRINO, E.; GOMIDE, J.A.; GOMIDE, C.A.M. Crescimento e desenvolvimento do dossel de *Panicum maximum* cv. Mombaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, n.4, p.2164-2173, 2005.
- ALEXANDRINO, E.; VAZ, R.G.M.; SANTOS, A.C. Características da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu durante o seu estabelecimento submetida a diferentes doses de nitrogênio. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.26, n.6, p.886-89, 2010.
- ALEXANDRINO, E.; CÂNDIDO, M.J.D.; GOMIDE, J.A. Fluxo de biomassa e taxa de acúmulo de forragem em capim Mombaça mantido sob diferentes alturas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.12, n.1, p.59-71, 2011.
- ANDRADE, A.C.; FONSECA, D.M.; LOPES, R.S.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; CECON, P.R.; QUEIROZ, D.S.; PEREIRA, D.H.; REIS, S.T. Características morfogênicas e estruturais do capim-elefante ‘Napier’ adubado e irrigado. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.29, n.1, p.150-159, 2005.
- BARBOSA, R.A.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; VILELA, H.H.; SILVA, S.C.; EUCLIDES, V.P.B.; SBRISIA, A.F.; SOUSA, B.M.L. Morphogenic and structural characteristics of guinea grass pastures submitted to three frequencies and two defoliation severities. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.40, n.5, p.947-954, 2011.
- BARUCH, Z.; BILBAO, B. Effects of fire and defoliation on the life history of native and invader C<sub>4</sub> grass in a Neotropical savanna. **Oecologia**, Amsterdam, v.119, p.510-520, 1999.
- BARUCH, Z.; NASSAR, J.M.; BUBIS, J. Quantitative trait, genetic, environmental, and geographical distances among populations of the C<sub>4</sub> grass *Trachypogon plumosus* in Neotropical savanna. **Diversity and Distributions**, Amsterdam, v.10, p.283-292, 2004.
- BRAGA, R.M. **A agropecuária em Roraima: considerações históricas, de produção e geração de conhecimento**. Boa Vista: Embrapa Roraima, 1998. 63p. (Documentos, 1).
- CARVALHO, C.A.B.; DA SILVA, S.C.; CARNEVALLI, R.A.; SBRISIA, A.F.; PINTO, L.F.M.; FAGUNDES, J.L.; PEDREIRA, C.G.S. Perfilhamento e acúmulo e forragem em pastagens de Florakirk (*Cynodon* spp.) sob pastejo. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v.57, n.1, p.39-51, 2000.
- CARVALHO, P.C.F.; RIBEIRO FILHO, H.M.N.; POLI, C.H.E.C.; MORAES, A.; DELAGARDE, R. Importância da estrutura da pastagem na ingestão e seleção de dietas pelo animal em pastejo. In: MATTOS, W.R.S. (Ed.). **Produção animal na visão dos brasileiros**. Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 853-871.
- COSTA, N. de L.; GIANLUPPI, V.; MORAES, A. Morfogênese de *Trachypogon vestitus* submetido à queima, nos cerrados de Roraima. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.13, n.1, p.41-48, 2012.

- COSTA, N. de L.; MORAES, A.; OLIVEIRA, R.A.; GIANLUPPI, V.; BENDAHAN, A.B.; MAGALHÃES, J.A. Rendimento potencial de pastagens de *Trachypogon plumosus* nos cerrados de Roraima. **Revista Agro@ambiente On-line**, Boa Vista, v.5, n.3, p.200-206, 2011.
- DA SILVA, S.C.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: características morfofisiológicas e manejo do pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, suplemento especial, p.121-138, 2007.
- DIFANTE, G.S.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; SILVA, S.C.; EUCLIDES, V.P.B.; MONTAGNER, D.B.; SILVEIRA, M.C.T.; PENA, K.S. Características morfogênicas e estruturais do capim-marandu submetido a combinações de alturas e intervalos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.40, n.5, p.955-963, 2011.
- DEREGIBUS, V.A.; SANCHEZ, R.A.; CASAL, J.J.; TRILICA, M.J. Tillering responses to enrichment of red light beneath the canopy in humid natural grassland. **Journal of Applied Ecology**, Cambridge, v.22, p.199-206, 1985.
- EGGERS, L.; CADENAZZI, M.; BOLDRINI, I.I. Phyllochron of *Paspalum notatum* and *Coelorhachis selloana* (Hack.) camus in natural pasture. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.61, n.4, p.353-357, 2004.
- FERLIN, M.B.; EUCLIDES, V.P.B.; LEMPP, B.; GONÇALVES, M.C.; CUBAS, A.C. Morfogênese e dinâmica do perfilhamento de *Panicum maximum* cv. Tanzânia sob pastejo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.30, n.2, p.344-352, 2006.
- GARCEZ NETO, A.F.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; REGAZZI, A.J.; FONSECA, D.M.; MOSQUIM, P.R.; GOBBO, K.F. Respostas morfogênicas e estruturais de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob diferentes níveis de adubação nitrogenada e alturas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.5, p.1890-1900, 2002.
- GOMIDE, C.A.M.; PACIULLO, D.S.C.; COSTA, I.A.; CASTRO, C.R.T.; LÊDO, F.J.S. Morphogenesis of dwarf elephant grass clones in response to intensity and frequency of defoliation in dry and rainy seasons. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.40, n.7, p.1445-1451, 2008.
- GONÇALVES, E.N.; CARVALHO, P.C.F.; SILVA, C.E.G.; SANTOS, D.T.; DIASZ, J.A.Q.; BAGGIO, C.; NABINGER, C. Relações planta-animal em ambiente pastoril heterogêneo: padrões de desfolhação e seleção de dietas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38, n.4, p.611-617, 2009.
- LARA, M.A.S.; PEDREIRA, C.G.S. Respostas morfogênicas e estruturais de dosséis de espécies de braquiária à intensidade de desfolhação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, n.7, p.760-767, 2011.
- LEMAIRE, G.; AGNUSDEI, M. Leaf tissue turnover and efficiency of herbage utilization. In: LEMAIER, G.; HODGSON, J.; MORAES, A.; NABINGER, C.; CARVALHO, P.C.F. (Eds.). **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. London: CAB International, 2000. p.265-288.
- LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; CHABBI, A. **Grassland productivity and ecosystem services**. Wallingford: CABI, 2011. 287p.
- MATA, D.; HERRERA, P.; BIRBE, B. Sistemas de producción animal con bajos insumos para las sabanas de *Trachypogon* sp. **Ecotropicos**, Mérida, v.9, n.2, p.83-100, 1996.

- MAGALHÃES, J.A. **Características morfológicas e estruturais, produção e composição bromatológica de gramíneas forrageiras sob irrigação e adubação**. Fortaleza: UFCe, 2010.138p. Tese de Doutorado em Zootecnia.
- MARCELINO, K.R.A.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; SILVA, S.S.; EUCLIDES, V.P.B. FONSECA, D.M. Características morfológicas e estruturais e produção de forragem do capim-marandu submetido a intensidades e frequências de desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.6, p.2243-2252, 2006.
- MEDINA, E. Nitrogen balance in *Trachypogon* grasslands of central Venezuela. **Plant and Soil**, The Hague, v.67, p.305-314, 1982.
- NABINGER, C.; CARVALHO, P.C.F. Ecofisiología de sistemas pastoriles: aplicaciones para su sustentabilidad. **Agrociencia**, Buenos Aires, v.3, p.18-27, 2009.
- NABINGER, C.; PONTES, L.S. Morfogênese de plantas forrageiras e estrutura do pasto. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. p.755-771.
- OLIVEIRA, A.B.; PIRES, A.J.V.; MATOS NETO, U.; CARVALHO, G.G.P.; VELOSO, C.M.; SILVA, F.F. Morfogênese do capim-tanzânia submetido a adubações e intensidades de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, n.4, p.1006-1013, 2007.
- PACIULLO, D.S.C.; AROEIRA, L.J.M.; MORENZ, M.J.F.; HEINEMANN, A.B. Morfogênese, características estruturais e acúmulo de forragem em pastagem de *Cynodon dactylon*, em diferentes estações do ano. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.6, p.233-241, 2005.
- PATÊS, N.M.S.; PIRES, A.J.V.; SILVA, C.C.F.; SANTOS, L.C.; CARVALHO, G.G.P.; FREIRE, M.A.L. Características morfológicas e estruturais do capim-tanzânia submetido a doses de fósforo e nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, n.6, p.1736-1741, 2007.
- PENA, K.S.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; SILVA, S.C.; EUCLIDES, V.P.B.; ZANINE, A.M. Características morfológicas, estruturais e acúmulo de forragem do capim-tanzânia submetido a duas alturas e três intervalos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38, n.11, p.2127-2136, 2009.
- PINTO, L.F.M.; SILVA, S.C.; SBRISIA, A.F.; CARVALHO, C.A.B.; CARNEVELLI, R.A.; FAGUNDES, J.L.; PEDREIRA, C.G.S. Dinâmica do acúmulo de matéria seca em pastagens de Tifton 85 sob pastejo. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.58, n.3, p.439-447, 2001.
- PONTES, L.S.; CARVALHO, P.C.F.; NABINGER, C.; TRINDADE, J.K.; MONTARDO, D.P.; SANTOS, R.J. Fluxo de biomassa em pastagem de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) manejada em diferentes alturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, n.4, p.814-820, 2003.
- QUADROS, F.L.F.; BANDINELLI, D.G.; PIGATTO, A.G.S.; ROCHA, M.G. Morfogênese de *Lolium multiflorum* Lam. e *Paspalum urvillei* Steud sob níveis de adubação de fósforo e potássio. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.1, p.181-186, 2005.
- RECIO, L.P.; LIMA, F.C.; DURAN, A.O. **Uso y manejo de forrajes nativos en la sabana inundable de la Orinoquia**. Bogotá: Unillanos, 2011. 65p.



- SANTOS, M.E.R.; FONSECA, D.M.; GOMES, V.M.; GOMIDE, C.A.M.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; QUEIROZ, D.S. Capim-braquiária sob lotação contínua e com altura variável durante as estações do ano: morfogênese e dinâmica de tecidos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.40, n.11, p.2323-2331, 2011.
- SANTOS, M.E.R.; FONSECA, D.M.; GOMES, V.M.; PIMENTEL, R.M.; SILVA, G.P.; SILVA, S.P. Caracterização de perfilhos de capim-braquiária em locais com três intensidades de pastejo. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.11, n.4, p.961-975, 2010.
- SANTOS, M.E.R.; FONSECA, D.M.; GOMES, V.M.; SILVA, P.S.; SILVA, G.P.; CASTRO, M.R.S. Correlações entre características morfogênicas e estruturais em pastos de capim-braquiária. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.13, n.1; p.49-56, 2012.
- SARMIENTO, G. Adaptative strategies of perennial grasses in South American savannas. **Journal of Vegetation Science**, Amsterdam, v.3, p.325-336, 1992.
- SILVA, J.S.O.; HARIDASAN, M. Acúmulo de biomassa aérea e concentração de nutrientes em *Melinis minutiflora* P.Beauv. e gramíneas nativas do cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**, Brasília, v.30, n. 2, p. 337-344, 2007.
- SILVA, T.C.; PERAZZO, A.F.; MACEDO, C.H.O.; BATISTA, E.D.; PINHO, R.A.; BEZERRA, H.F.; SANTOS, E.M. Morfogênese e estrutura de *Brachiaria decumbens* em resposta ao corte e adubação nitrogenada. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, 61: 91-102, 2012.
- SKINNER, R.H.; NELSON, C.J. Role of leaf appearance rate and coleoptile tiller in regulating tiller production. **Crop Science**, Madison, v.34, n.1, p.71-75, 1994.
- SKINNER, R.H.; NELSON, C.J. Elongation of the grass leaf and its relationship to the phyllochron. **Crop Science**, Madison, v.35, n.1, p.4-10, 1995.
- SIMOES, M.; BARUCH, Z. Responses to simulated herbivory and water stress in two tropical C<sub>4</sub> grasses. **Oecologia**, Amsterdam, v.88, p.173-180, 1991.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 3.ed., 2004. 719p.
- TINOCO, A.F.F.; DINIZ, M.C.N.; SILVA JÚNIOR, F.O.; MEDEIROS, H.R.; GALVÃO, A.Y.S. Características morfológicas e crescimento do capim-mombaça submetido a diferentes alturas de corte, sob irrigação. **Revista Verde**, Mossoró, v.4, n.1, p.114-119, 2009.
- TRINDADE, J.P.P.; ROCHA, M.G. Rebrotamento de capim caninha (*Andropogon lateralis* Nees.) sob efeito do fogo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.31, n.6, p.1057-1061, 2001.

## Capítulo IV

### Produtividade de forragem e composição química de *Trachypogon plumosus* submetido à calagem, adubação e intensidades de desfolhação

#### RESUMO

A produtividade e qualidade de forragem das gramíneas estão diretamente relacionadas com a disponibilidade de nutrientes no solo, condições ambientais, estágio fenológico de crescimento e da intensidade de desfolhação. Foram avaliados os efeitos de níveis de correção da fertilidade do solo (testemunha, calagem, adubação e calagem + adubação), intensidades de desfolhação (remoção de 50 e 75% da parte aérea da gramínea) e estações de crescimento (períodos chuvoso e seco) sobre a produtividade e composição química da forragem de *Trachypogon plumosus* nos cerrados de Roraima. A gramínea apresentou alta responsividade à melhoria do ambiente de produção, apesar de sua boa adaptação aos solos de baixa fertilidade de cerrados. O aumento da intensidade de desfolhação, durante o período chuvoso, reduziu as taxas de crescimento e a produtividade e qualidade da forragem, independentemente do nível de correção da fertilidade do solo, não sendo detectado efeito significativo ( $P > 0,05$ ) durante o período seco. Os maiores rendimentos de matéria seca verde ( $P < 0,05$ ) foram registrados durante o período chuvoso, com 50% de desfolhação e utilização da calagem + adubação ( $6.607 \text{ kg ha}^{-1}$ ) ou adubação ( $6.314 \text{ kg ha}^{-1}$ ). A remoção de 75% do dossel da pastagem em combinação com a calagem + adubação ( $2.433 \text{ kg ha}^{-1}$ ) ou adubação ( $2.335 \text{ kg ha}^{-1}$ ), durante o período chuvoso, resultou em maior acúmulo de material morto. Os maiores teores de proteína bruta (PB) e os menores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram estimados durante o período chuvoso, na intensidade de desfolhação de 50% e com a utilização de calagem + adubação (10,2% de PB; 71,9% de FDN e 34,1% de FDA) ou adubação (9,7% de PB, 72,1% de FDN e 35,8% de FDA). A utilização da adubação ou calagem + adubação e da intensidade de desfolhação de 50% asseguram melhor distribuição estacional e maior produtividade e qualidade da forragem, além da redução no intervalo entre pastejos.

**Palavras-chave:** adubação, área foliar, calagem, filocrono, perfilhamento, senescência

## **Forage production and chemical composition of *Trachypogon plumosus* submitted to liming and fertilization and defoliation intensities**

### **ABSTRACT**

The grass yield and forage quality are directly related to the availability of soil nutrients, environmental conditions, phenological growth stage and level of defoliation. To evaluate the effects of soil fertility correction levels (control, liming, fertilization and liming + fertilization), defoliation levels (removal of 50 or 75% of pasture canopy) and growing season (rainy and dry season) on forage production and chemical composition of *Trachypogon plumosus* in Roraima's savannas. The grass showed responsivity to the improvement of the production environment, despite its good adaptation to soils of low fertility of savannas. The increased grazing intensity, during the rainy season, reduced growth rates and forage productivity and quality, irrespectively to soil fertility correction levels, while was not detected significative effect ( $P>0.05$ ) during dry season. The highest yields of green dry matter ( $P<0.05$ ) were recorded during the rainy season, with 50% defoliation and use of lime + fertilization (6,607 kg ha<sup>-1</sup>) or fertilization (6,314 kg ha<sup>-1</sup>). The removal of 75% of pasture canopy in combination with lime + fertilization (2,433 kg ha<sup>-1</sup>) or fertilization (2,335 kg ha<sup>-1</sup>), during the rainy season resulted in higher accumulation of dead material. The highest levels of crude protein (CP) and the lowest neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF) were estimated during the rainy season and 50% defoliation level jointly with lime + fertilization (10.2% of CP; 71.9% of NDF and 34.1% of ADF) or fertilization (9.7% of CP; 72.1% of NDF and 35.8% of ADF). The use of fertilization and lime + fertilization and defoliation level of 50% provided better seasonal distribution and higher productivity and quality of forage, besides the reduction in grazing interval.

**Key words:** fertilization, leaf area, liming, phyllochron, senescence, tillering

## Introdução

Nos cerrados de Roraima, as pastagens nativas representam importante recurso forrageiro para alimentação dos rebanhos. Apesar de limitações quantitativas e qualitativas, decorrentes da baixa fertilidade natural dos solos, historicamente, as pastagens nativas proporcionaram o suporte alimentar para a exploração pecuária, que passou a se constituir, ao longo dos anos, como a principal atividade econômica de Roraima (Braga, 1998; Costa et al., 2011). O pastejo contínuo com taxa de lotação variável, mas em geral extensivo e desvinculado do ritmo estacional de crescimento das pastagens, tem contribuição direta para os baixos índices produtivos dos rebanhos (Tejos, 2002). O excesso de lotação animal e a não reposição dos nutrientes extraídos constituem as principais causas do esgotamento da fertilidade do solo do ecossistema e, conseqüentemente, da redução da capacidade de suporte e do potencial produtivo das pastagens nativas ao longo dos anos (Barger et al., 2002).

Nas áreas planas e não inundáveis dos cerrados predomina *Trachypogon plumosus*, gramínea perene, hábito de crescimento cespitoso, plantas com 40 a 80 cm de altura e folhas densamente pilosas. No entanto, são escassas as informações sobre seu potencial produtivo e a resposta à melhoria das condições do ambiente de produção, notadamente quanto à correção da fertilidade do solo e intensidades de desfolhação, visando à proposição de práticas de manejo mais sustentáveis (Braga, 1998; Costa et al., 2012).

O acúmulo de forragem de uma gramínea está diretamente relacionado com as condições ambientais (temperatura, radiação solar, disponibilidade de água e nutrientes), estágio fenológico de crescimento e intensidade de desfolhação, como decorrência das alterações morfológicas e fisiológicas que afetam o balanço entre a produção, o consumo e a senescência de tecidos, com reflexos na composição química, capacidade de rebrota e persistência da pastagem (Nabinger & Carvalho, 2009; Costa et al., 2012). As variações no acúmulo de biomassa, em função das condições ambientais e das práticas de manejo, permitem o monitoramento da dinâmica da produção líquida primária que reflete o saldo entre os processos bioquímicos antagônicos da fotossíntese e respiração (Taiz & Zeiger, 2004; Nabinger & Carvalho, 2009). O adequado manejo da pastagem consiste em procurar o equilíbrio entre produtividade e qualidade, visando assegurar os requerimentos nutricionais dos animais e garantindo, simultaneamente, a maximização da eficiência dos processos de produção, utilização e conversão da forragem produzida.

Neste trabalho foram avaliados os efeitos de estações de crescimento, níveis de correção da fertilidade do solo e intensidades de desfolhação sobre a produtividade e composição química da forragem de *Trachypogon plumosus* nos cerrados de Roraima.

## Material e Métodos

O experimento foi conduzido em pastagem nativa de *T. plumosus*, localizada em Boa Vista, Roraima (60°43' de longitude oeste e 2°45' de latitude norte), a qual não estava submetida a nenhuma prática de manejo. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é Aw, com precipitação média anual de 1.600 mm. O período experimental foi agosto de 2011 a agosto de 2012 e os dados meteorológicos registrados estão apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Precipitação, temperaturas mínimas, máximas e médias registradas durante o período experimental. Boa Vista, Roraima. 2011/2012.

Meses	Precipitação (mm)	Temperatura (°C)		
		Mínima	Máxima	Média
Agosto/2011	234,8	23,8	32,9	28,4
Setembro/2011	105,4	23,5	34,1	28,8
Outubro/2011	148,2	23,8	34,4	29,1
Novembro/2011	74,2	23,6	33,8	28,7
Dezembro/2011	8,0	22,8	34,0	28,4
Janeiro/2012	16,6	23,7	34,3	29,0
Fevereiro/2012	9,4	22,9	33,8	28,3
Março/2012	56,6	23,4	34,0	28,7
Abril/2012	128,6	23,7	32,5	28,1
Mai/2012	292,3	23,2	31,8	27,5
Junho/2012	125,6	23,1	32,3	27,7
Julho/2012	333,8	23,9	32,3	28,1
Agosto/2012	191,3	23,7	32,4	28,0

O solo da área experimental é um Latossolo Amarelo, textura média, com as seguintes características químicas, na profundidade de 0-20 cm:  $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}} = 5,1$ ;  $\text{P} = 1,1 \text{ mg kg}^{-1}$ ;  $\text{Ca} + \text{Mg} = 0,51 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ ;  $\text{K} = 0,03 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ ;  $\text{Al} = 0,39 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ ;  $\text{H} + \text{Al} = 2,43 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ ;  $\text{SB} = 0,54 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ ;  $\text{V} = 18,2\%$ ; Matéria orgânica =  $10,7 \text{ g kg}^{-1}$  e Teor de argila =  $190 \text{ g kg}^{-1}$ . O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com três repetições e os tratamentos arranjados em um fatorial 4 x 2 x 2. Foram avaliados quatro níveis de correção da fertilidade do solo (testemunha, calagem, adubação e calagem + adubação), duas intensidades de desfolhação (remoção de 50 e 75% da parte aérea das plantas) e duas estações de crescimento

(período chuvoso e seco). A calagem foi realizada 30 dias antes do rebaixamento da pastagem, visando elevar a 40% a saturação de bases ( $0,65 \text{ t ha}^{-1}$  de calcário dolomítico - PRNT = 100%). A necessidade de calcário (NC) foi calculada utilizando-se a seguinte fórmula:  $\text{NC (t ha}^{-1}\text{)} = [(V_2 - V_1) \times T \times f] \div 100$ , em que:  $V_1$  = valor da saturação das bases trocáveis do solo, em percentagem, antes da correção. ( $V_1 = 100 \text{ S/T}$ ) sendo:  $S = \text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++} + \text{K}^+$  ( $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ );  $V_2$  = valor da saturação de bases trocáveis que se deseja;  $T$  = capacidade de troca de cátions,  $T = S + (\text{H}^+ + \text{Al}^{+++})$  ( $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ) e,  $f$  = fator de correção do PRNT do calcário ( $f = 100/\text{PRNT}$ ). A adubação constou de  $50 \text{ kg ha}^{-1}$  de N (ureia),  $50 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$  (superfosfato triplo),  $50 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$  (cloreto de potássio) e  $30 \text{ kg ha}^{-1}$  de S (enxofre elementar), aplicados a lanço após o rebaixamento da pastagem.

O rebaixamento da forragem aos níveis de resíduos pré-fixados foi efetuado por ovinos deslançados das raças Morada Nova e Barriga Negra com idade entre 6 e 12 meses e peso médio de  $21 \pm 2,5 \text{ kg}$ . A técnica do *mob grazing* foi utilizada para a realização dos pastejos empregando-se grupos de animais para desfolhações rápidas, duração de 8 a 12 horas, simulando um cenário de lotação intermitente. Os animais entravam na área experimental apenas no momento de pastejo. A área de cada piquete foi de  $150 \text{ m}^2$ , os quais foram cercados para contenção dos animais durante o pastejo. À medida que os animais pastejavam, medições de altura eram feitas até que o dossel atingisse cada meta de resíduo estipulada. Os pastejos foram iniciados quando pelo menos 50% dos perfilhos/touceira apresentavam 4,0 folhas vivas e, para tanto, foram avaliadas dez touceiras/parcela. Durante o período experimental foram realizados sete ciclos de pastejo: quatro no período chuvoso (agosto-outubro de 2011 e maio-agosto de 2012) e três no período seco (novembro de 2011 a abril de 2012). O intervalo médio entre pastejos foi de  $53 \pm 5$  (testemunha e calagem) e  $47 \pm 3$  dias (adubação e calagem + adubação) durante o período chuvoso e,  $65 \pm 4$  (testemunha e calagem) e  $57 \pm 5$  dias (adubação e calagem + adubação) no período seco.

Os rendimentos de forragem foram estimados por meio da remoção da biomassa acima das alturas de resíduos estabelecidas, com o uso de armações metálicas de  $0,25 \text{ m}^2$  ( $50 \times 50 \text{ cm}$ ), alocadas em quatro pontos ao acaso em cada piquete, três dias antes do início de cada ciclo de pastejo. O material colhido foi separado em vivo e senescido, colocado para secar em estufa de ventilação forçada a  $65^\circ\text{C}$  por 72 horas e, posteriormente, pesado para determinação dos rendimentos de matéria seca verde (MSV) e material morto (MM) e moagem em peneira com malha de 5,0 mm para análise dos teores de nitrogênio (N) e fibra em detergente neutro

(FDN) e fibra em detergente ácido (FDA). Os teores de foram analisados de acordo com procedimentos descritos por Silva & Queiroz (2002), enquanto que os de FDN e FDA foram determinados através da metodologia proposta por Van Soest et al. (1991). Os teores de proteína bruta (PB) foram obtidos por meio da multiplicação da concentração do N pelo fator 6,25.

Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando-se os procedimentos do pacote estatístico Sisvar e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## Resultados e Discussão

Os rendimentos de MSV e MM foram afetados ( $P < 0,05$ ) pelas estações de crescimento, níveis de correção da fertilidade do solo e desfolhação (Tabela 2). A gramínea mostrou-se responsiva à melhoria do ambiente de produção, apesar de sua boa adaptação aos solos de baixa fertilidade de cerrados. Os maiores rendimentos de MSV foram registradas no período chuvoso com 50% de desfolhação e aplicação de calagem + adubação ( $6.607 \text{ kg ha}^{-1}$ ) ou adubação ( $6.314 \text{ kg ha}^{-1}$ ). Na ausência de limitações hídricas e nutricionais, o fluxo de tecidos é acelerado como consequência de maiores taxas de aparecimento e expansão foliar, duração de vida e comprimento final da folha, resultando em maior eficiência de produção de forragem (Costa et al., 2012). Em pastagens de *Trachypogon vestitus* adubadas com  $50 \text{ kg ha}^{-1}$  de N,  $50 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $50 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $120 \text{ kg ha}^{-1}$  de calcário dolomítico e  $20 \text{ kg ha}^{-1}$  de S, Rippstein et al. (2001) estimaram  $4.550 \text{ kg ha}^{-1}$ , comparativamente a  $2.840$  e  $3.111 \text{ kg ha}^{-1}$ , respectivamente na ausência de N ou de adubação. Utilizando níveis semelhantes de fertilização, Barger et al. (2002), em pastagens de *T. plumosus* + *T. vestitus*, constataram acréscimos de 71; 17 e 126% , respectivamente para a aplicação de N ( $7.180 \text{ kg de MS ha}^{-1}$ ), P + K ( $4.900 \text{ kg de MS ha}^{-1}$ ) e N + P + K ( $9.490 \text{ kg de MS ha}^{-1}$ ), comparativamente ao tratamento controle ( $4.200 \text{ kg de MS ha}^{-1}$ ). Em pastagens nativas dos cerrados da Venezuela, a aplicação de  $150 \text{ kg de P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$  +  $50 \text{ kg de K}_2\text{O ha}^{-1}$  proporcionou um incremento de 89% em seu rendimento de forragem ( $11.225$  vs.  $5.922 \text{ kg de MS ha}^{-1}$ ) (Tejos, 2002). Ries & Shugart (2008) obtiveram acréscimos superiores a 121% nos rendimentos de forragem de gramíneas nativas dos cerrados da África do Sul, com a aplicação de  $200 \text{ kg de N ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  e  $100 \text{ kg de P ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , isoladas ou combinadas. Tendências semelhantes foram reportadas por D'Antonio & Mack (2006) para pastagens nativas de *Melinis minutiflora*, onde a aplicação conjunta de  $100 \text{ kg de N ha}^{-1}$  e  $100 \text{ kg de P ha}^{-1}$  promoveu incrementos nos rendimentos de

MS de 37,9 e 151,3% (5.345 kg ha<sup>-1</sup>), comparativamente a aplicação isolada de N (3.876 kg ha<sup>-1</sup>) ou P (2.127 kg ha<sup>-1</sup>).

As reduções no rendimento de MSV durante o período seco decorrem da baixa disponibilidade de água no solo, a qual afeta diretamente a multiplicação e o alongamento celular, com reflexos negativos sobre os processos bioquímicos (fotossíntese e respiração) e físicos (transpiração e evaporação) (Taiz & Zaiger, 2004). A calagem + adubação (2.940 kg ha<sup>-1</sup>) ou adubação (2.814 kg ha<sup>-1</sup>) resultaram em maiores produções de MSV, as quais superaram em 90,0 e 81,9%, respectivamente, as registradas com o tratamento testemunha. Os decréscimos no acúmulo de MSV foram de 53,6; 52,2; 49,9 e 50,3%, respectivamente para a testemunha, calagem, adubação e calagem + adubação. Paciullo et al. (2005) e Fagundes et al. (2006) reportaram reduções de 59,5 e 33,7%, respectivamente, nos rendimentos de MSV de *Cynodon dactylon* e *Brachiaria decumbens*, durante o período seco (5.586 e 1.095 kg ha<sup>-1</sup>), comparativamente ao chuvoso (13.680 e 1.651 kg ha<sup>-1</sup>). No entanto, Baruch & Jackson (2005) constataram redução de apenas 3,6% na produtividade de forragem de *T. plumosus* durante o período seco (1.312 vs. 1.265 kg de MS ha<sup>-1</sup>), a qual foi correlacionada com a manutenção de altas taxas de fotossíntese, maior condutância estomática e redução na área foliar específica.

**Tabela 2.** Rendimento de matéria seca verde (MSV) e material morto (MM) de *Trachypogon plumosus*, em função das estações de crescimento, calagem e/ou adubação e intensidades de desfolhação.

Estações de crescimento	Desfolhação (%)	Níveis de correção da fertilidade do solo			
		Testemunha	Calagem	Adubação	Calagem+Adubação
MSV (kg ha <sup>-1</sup> )					
Período chuvoso <sup>1</sup>	50	3.773 C a	4.941 B a	6.314 A a	6.607 A a
	75	2.896 C b	4.103 B b	4.918 A b	5.223 A b
Período seco <sup>2</sup>	50	1.720 C c	2.223 B c	2.877 A c	2.990 A c
	75	1.374 C c	2.101 B c	2.752 A c	2.889 A c
MM (kg ha <sup>-1</sup> )					
Período chuvoso <sup>1</sup>	50	589 B b	715 B b	1.167 A b	1.347 A b
	75	1.121 C a	1.708 B a	2.335 A a	2.433 A a
Período seco <sup>2</sup>	50	412 C b	678 BC b	877 B c	1.241 A b
	75	666 C b	912 C b	1.310 B b	1.524 A b

- Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si (P>0,05) pelo teste de Tukey. 1. Totais de quatro avaliações; 2. Totais de três avaliações.

Os rendimentos de MSV foram inversamente proporcionais à intensidade de desfolhação, sendo as reduções de 22,3; 13,4; 16,5 e 15,5%, respectivamente para a testemunha, calagem, adubação e calagem + adubação (Tabela 2). O primeiro efeito da desfolhação é uma resposta plástica da planta para adaptação às modificações em seu



ambiente e através do mecanismo de escape há adaptações morfogênicas e arquiteturas que reduzem a acessibilidade das folhas ao pastejo animal. Na maior intensidade de desfolhação a competição por luz é atenuada devido à maior remoção da área foliar, contudo, nessa condição as plantas tendem a desenvolver folhas mais curtas e menor acúmulo de forragem (Nabinger & Carvalho, 2009). A redução na intensidade de desfolhação assegura a retenção de maior área foliar fotossinteticamente ativa e maior remobilização de nutrientes, cerca de 50% do nitrogênio e 80% do carbono, das folhas senescentes para a produção de novos tecidos foliares, resultando em maior velocidade de recuperação e menor intervalo entre pastejos (Pontes et al., 2003). Palhano et al. (2005) e Silva et al. (2012a) estimaram maiores rendimentos de MSV para pastagens de *Panicum maximum* cv. Mombaça e *Brachiaria decumbens*, respectivamente, mantidas sob resíduos de 60 (5.328 kg ha<sup>-1</sup>) ou 25 cm (5.240 kg ha<sup>-1</sup>), comparativamente a 120 (1.399 kg ha<sup>-1</sup>) ou 15 cm (2.540 kg ha<sup>-1</sup>).

Os maiores acúmulos de MM (P<0,05) foram registrados durante o período chuvoso com 75% de desfolhação e aplicação de calagem + adubação (2.433 kg ha<sup>-1</sup>) ou adubação (2.335 kg ha<sup>-1</sup>), em decorrência do maior fluxo e renovação de tecidos (Tabela 2). Com o aumento da intensidade de desfolhação houve maior remoção de folhas senescentes, notadamente quando as condições ambientais e de fertilidade do solo foram favoráveis, considerando-se a maior proporção de MM na forragem em oferta (23,8; 22,7; 25,5 e 27,3%, respectivamente para a testemunha, calagem, adubação e calagem + adubação). Em pastagens de *P. maximum* cv. Tanzânia a manutenção de IAF residual de 1,0 resultou em maior acúmulo de MM (2.798 kg ha<sup>-1</sup>), comparativamente a 1,8 (2.338 kg ha<sup>-1</sup>) (Cutrim Júnior et al., 2011). Em *P. maximum* cv. Mombaça, Palhano et al. (2005) constataram que, independentemente da altura pré-pastejo (80, 100, 120 ou 140 cm), a totalidade da MM concentrou-se no estrato entre 0 e 40 cm acima do solo. Barbosa et al. (2007) estimaram maior acúmulo de MM em pastagens de *B. brizantha* cv. Marandu rebaixadas a 25 cm (3.432 kg ha<sup>-1</sup>), comparativamente a 50 cm (2.240 kg ha<sup>-1</sup>). Para pastagens de *B. brizantha* cv. Xaraés, a participação de MM foi inversamente proporcional a altura de resíduo pós-pastejo (49,5; 39,3 e 30,1%, respectivamente para 15, 25 e 40 cm) (Flores et al., 2008).

As TAC foram influenciadas (P<0,05) pelas estações de crescimento, correção da fertilidade do solo e intensidades de desfolhação (Tabela 3). Os maiores valores foram obtidos durante o período chuvoso com 50% de desfolhação e aplicação de calagem + adubação (31,8 kg de MSV ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>) ou adubação (30,4 kg de MSV ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>). Na Colômbia, Rippstein et al.

(2001) obtiveram TAC de 10,4; 10,6 e 8,9 kg de MS ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> para *T. vestitus* submetido a frequências de cortes de 14, 28 e 56 dias, respectivamente, enquanto que Brum et al. (2008) reportaram 12,7 e 16,9 kg de MS ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> para pastagens nativas de *Paspalum notatum* e *Andropogon lateralis* submetidas à lotação contínua e rotativa, respectivamente, as quais foram inferiores às obtidas neste trabalho. Santos et al. (2008a) constataram que as TAC de pastagens nativas com predominância de *Paspalum notatum* foram diretamente proporcionais aos níveis de adubação nitrogenada (8,1; 10,1 e 14,9 kg de MS ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, respectivamente para 0, 100 e 200 kg de N ha<sup>-1</sup>). As altas taxas de crescimento representam um mecanismo de adaptação da gramínea, pois reduz o tempo para a máxima interceptação da radiação e promove melhor utilização da água devido ao rápido sombreamento do solo, o que favorece sua competitividade intraespecífica (Nabinger & Carvalho, 2009).

**Tabela 3.** Taxa absoluta de crescimento (kg de MSV ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>) de *Trachypogon plumosus*, em função das estações de crescimento, calagem e/ou adubação e intensidades de desfolhação.

Estações de crescimento	Desfolhação (%)	Níveis de correção da fertilidade do solo			
		Testemunha	Calagem	Adubação	Calagem+Adubação
Período chuvoso	50	18,1 C a	23,8 B a	30,4 A a	31,8 A a
	75	13,9 C b	19,7 B b	23,6 A b	25,1 A b
Período seco	50	8,2 C c	10,9 B c	14,8 A c	15,3 A c
	75	7,3 C c	10,3 B c	14,1 A c	14,8 A c

- Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si (P>0,05) pelo teste de Tukey.

O aumento do nível de desfolhação resultou em decréscimo de 17,2% na TAC (19,2 vs. 15,9 kg de MSV ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, respectivamente para 50 e 75% de desfolhação). Alexandrino et al. (2011) obtiveram maiores TAC para pastagens de *P. maximum* cv. Mombaça mantidas sob resíduos de 75 cm (48,7 kg de MS ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>) comparativamente a 25 cm (15,8 kg de MS ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>). Comportamento semelhante foi observado por Pinto et al. (2008) para pastagens de *P. notatum*, onde a maior oferta de forragem resultou em maiores TAC (12,7; 14,5 e 19,3 kg de MS ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, respectivamente para 4, 8 e 12 kg de MS/100 kg de peso vivo). No entanto, Canto et al. (2008) constataram relação linear negativa entre TAC e altura da pastagem de *P. maximum* cv. Tanzânia (108,5; 99,7; 91,1 e 82,6 kg de MS ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, respectivamente para 20, 40, 60 e 80 cm). Durante o período seco, as TAC foram reduzidas em 51,2; 51,4; 46,7 e 47,2%, respectivamente para a testemunha, calagem, adubação e calagem + adubação, não sendo observado efeito significativo (P>0,05) da intensidade de desfolhação (Tabela 3). Tejos

(2002) para *Axonopus purpusii* e *Panicum laxum*, gramíneas nativas dos cerrados da Venezuela, estimou em 48,5 e 62,4%, respectivamente, os decréscimos nas TAC durante o período seco (17,2 e 8,8 kg de MS ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>), comparativamente ao chuvoso (25,5 e 14,3 kg de MS ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>). Braga et al. (2009) reportaram redução de 41,5% na TAC de *P. maximum* cv. Tanzânia durante o período seco (49,8 vs. 119,9 kg de MS ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>), a qual foi fortemente correlacionada com o decréscimo na taxa de fotossíntese líquida do dossel (14,6 vs. 33,5 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> de CO<sub>2</sub>).

Os maiores teores de PB (P<0,05) foram registrados durante o período chuvoso, na intensidade de desfolhação de 50% e com uso da calagem + adubação (10,2%) ou adubação (9,7%), o que reflete o efeito positivo da maior participação de MSV na forragem em oferta. No período seco não foi detectado efeito significativo (P>0,05) da intensidade de desfolhação sobre a concentração de PB (Tabela 3). Os valores obtidos foram superiores aos reportados por Espinoza et al. (2002) para *Trachypogon* spp. (7,1%) e Padilla et al. (2009) para *T. plumosus* (7,9%). Em pastagens nativas com predominância de *P. maximum*, Ries & Shugart (2008) constataram efeitos significativos da adubação nitrogenada (200 kg de N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>) e fosfatada (100 kg de P ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>), isoladas ou combinadas, apenas sobre os teores de fósforo da gramínea, enquanto que os de N não foram afetados. Utilizando níveis de fertilização semelhantes, Barger et al. (2002), em pastagens de *T. plumosus*, relataram comportamento inverso, ou seja, efeito da adubação apenas sobre os teores de PB. Rony et al. (1995) observaram que os teores de PB de *Dichanthium annulatum* foram diretamente proporcionais aos níveis de adubação nitrogenada (4,8; 5,9 e 6,7%, respectivamente para 0, 100 e 200 kg de N ha<sup>-1</sup>) e fosfatada (5,6; 5,8 e 6,1%, respectivamente para 0, 75 e 150 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>). Para pastagens nativas do Rio Grande do Sul, Cunha et al. (2001) reportaram maior teor de PB com a aplicação conjunta de 50 kg ha<sup>-1</sup> de N e 30 kg ha<sup>-1</sup> de S (7,4%), comparativamente ao tratamento controle (6,7%). No entanto, D'Antonio & Mack (2006), em pastagens nativas de *Melinis minutiflora*, não detectaram variações significativas em seus teores de PB com a aplicação isolada (7,4%) ou conjunta de 100 kg de N e/ou de P ha<sup>-1</sup> (6,4%).

**Tabela 4.** Teores de proteína bruta (%) de *Trachypogon plumosus*, em função das estações de crescimento, calagem e/ou adubação e intensidades de desfolhação.

Estações de crescimento	Desfolhação (%)	Níveis de correção da fertilidade do solo			
		Testemunha	Calagem	Adubação	Calagem+Adubação
Período chuvoso	50	7,8 C a	8,7 B a	9,7 A a	10,2 A a
	75	7,2 B b	7,9 A b	8,1 A b	8,4 A b
Período seco	50	6,1 C c	6,8 B c	7,7 A bc	8,0 A bc
	75	5,7 C c	6,6 B c	7,6 A b	7,5 A c

- Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si ( $P>0,05$ ) pelo teste de Tukey.

A menor intensidade de desfolhação ao propiciar a colheita de forragem com menor proporção de MM implicou em maiores teores de PB. Janusckiewicz et al. (2010) obtiveram maior teor de PB em pastagens de *P. maximum* cv. Tanzânia rebaixadas a 50 cm (10,3%), comparativamente a 30 cm (9,4%). Para *B. brizantha* cv. Xaraés, Flores et al. (2008) constataram relação linear positiva entre teor de PB e altura do resíduo pós-pastejo (9,6; 10,5 e 11,2 %, respectivamente para 15, 25 e 40 cm). Tendência semelhante foi relatada por Santos et al. (2012) para *C. dactylon*, onde a maior oferta de forragem resultou em maiores concentrações de PB (14,9 e 15,7 %, respectivamente para 3 e 6 kg de MS/100 kg de peso vivo).

Ao se considerar que teores de PB inferiores a 7,0%, sob condições adequadas de disponibilidade de forragem, são limitantes para uma adequada fermentação ruminal, pois implicam em menor consumo voluntário, redução na digestibilidade da forragem e balanço nitrogenado negativo (Minson et al., 1984), a gramínea não atenderia aos requerimentos mínimos de bovinos de corte em crescimento, apenas durante o período seco, na pastagem controle ou com o uso apenas de calagem, independentemente das intensidades de desfolhação.

Os teores de FDN e FDA foram afetados ( $P<0,05$ ) pelas estações de crescimento, correção da fertilidade do solo e intensidades de desfolhação (Tabela 5). A aplicação de calagem + adubação (72,6% de FDN e 35,0% de FDA) ou adubação (75,5% de FDN e 36,3% de FDA), durante o período chuvoso e independentemente da intensidade de desfolhação, proporcionaram forragem com menores concentrações de fibra. Nas gramíneas forrageiras, independentemente das condições ambientais e práticas de manejo, a redução da proporção dos componentes potencialmente digestíveis e aumento de tecidos fibrosos é um processo fisiológico natural, sendo o conteúdo da parece celular o fator mais limitante ao desempenho produtivo de ruminantes consumindo gramíneas tropicais. A FDN, constituída por celulose,

hemicelulose, lignina e sílica, afeta diretamente o consumo voluntário, devido a maior taxa de enchimento e a menor de passagem do alimento no sistema digestivo, enquanto que a FDA se correlaciona negativamente com a disponibilidade de energia e a digestibilidade da forragem (Nussio et al., 1998). Em gramíneas, a adubação ao estimular as taxas de aparecimento e alongamento de folhas, com reflexos positivos em seu comprimento final, contribui para redução ou manutenção dos teores de fibra, apesar dos acréscimos nos níveis de produtividade de forragem (Benett et al., 2008; Costa et al., 2012). Silva et al. (2012b) reportaram efeitos positivos da adubação nitrogenada na redução dos teores de fibra de *Pennisetum americanum* (55,4; 53,9; 53,5 e 51,5% de FDN e 26,3; 27,6; 26,0 e 25,7% de FDA, respectivamente para 0, 50, 100 e 150 kg de N ha<sup>-1</sup>), enquanto que Santos et al. (2008b) com *B. decumbens* cv. Basilisk, não constataram alterações significativas em seus teores de FDN e FDA, em função da adubação nitrogenada, fosfatada ou potássica. Em pastagens de *P. regnellii*, Primavesi et al. (2008) reportaram tendência de elevação de seus teores de FDN com a aplicação de níveis crescentes de N, P e K, como decorrência do maior acúmulo de MM na forragem com o uso de doses mais elevadas de fertilizantes. Aguiar et al. (1999) estimaram maior degradabilidade da FDN em pastagem de *Panicum repens* adubada (70,98%), comparativamente à não-adubada (68,00%).

**Tabela 5.** Teores de fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido de *Trachypogon plumosus*, em função das estações de crescimento, calagem e/ou adubação e intensidades de desfolhação.

Estações de Crescimento	Desfolhação (%)	Níveis de correção da fertilidade do solo			
		Testemunha	Calagem	Adubação	Calagem+Adubação
Fibra em detergente neutro (%)					
Período chuvoso	50	74,1 A b	72,4 AB b	72,1 AB b	71,9 B b
	75	77,2 A a	73,9 B b	72,9 B b	73,3 B ab
Período seco	50	76,1 A a	75,9 A a	75,1 AB a	73,6 B ab
	75	77,7 A a	76,6 A a	75,9 B a	74,7 B a
Fibra em detergente ácido (%)					
Período chuvoso	50	38,5 A c	37,9 A c	35,8 B c	34,1 C c
	75	40,6 A b	38,2 B bc	36,7 C c	36,0 C b
Período seco	50	41,1 A b	39,1 B ab	37,9 C b	37,2 C a
	75	43,5 A a	40,1 B a	39,1 B a	38,0 C a

- Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si (P>0,05) pelo teste de Tukey.

A intensidade de desfolhação de 50% ao possibilitar o consumo de forragem com menor proporção de MM e maior de folhas jovens, resultou em menor teor de fibras (73,9% de FDN e 37,7% de FDA), comparativamente ao nível de 75% (75,6% de FDN e 39,5% de FDA)

(Tabela 5). Silva et al. (2012b) estimaram maiores teores de FDN (64,5%) e FDA (41,5%) em pastagens de *P. americanum* sob 20 cm de altura residual, em relação a 25 cm (62,7% de FDN e 40,5% de FDA). Flores et al. (2008) reportaram efeito linear da altura da pastagem na redução dos teores de fibra de *B. brizantha* cv. Xaraés (75,0 e 73,1% de FDN, respectivamente para 15 e 25 cm). Tendência semelhante foi reportada por Santos et al. (2012) para pastagens de *C. dactylon*, onde a maior oferta de forragem resultou em menor teor de FDN (75,2 e 74,4%, respectivamente para 3 e 6 kg de MS/100 kg de peso vivo). No entanto, Carnevalli et al. (2001) constataram acréscimos significativos nos teores de FDN e FDA de *Cynodon* spp. com o aumento da altura de rebaixamento da pastagem (5, 10, 15 e 20 cm) como consequência das alterações na estrutura do dossel da pastagem (maior proporção de MM, folhas senescentes e pseudocolmos).

Os teores de fibra, independentemente dos níveis de correção da fertilidade do solo e das intensidades de desfolhação, foram maiores durante o período seco (75,9% de FDN e 39,9% de FDA), comparativamente ao chuvoso (74,1% de FDN e 37,3% de FDA), o que reflete os efeitos das elevadas temperaturas na redução do conteúdo celular, aumento da espessura e lignificação da parede celular (Van Soest, 1994). Carnevalli et al. (2001) reportaram maiores teores de FDN para *C. dactylon* durante o período seco (70,0%), comparativamente ao chuvoso (67,7%).

Nas duas estações de crescimento e em todos os níveis de correção da fertilidade do solo e intensidades de desfolhação, os teores de fibra da gramínea foram superiores aos limites sugeridos por Van Soest (1994), 30 e 60% para FDA e FDN, respectivamente, como indicadores de forragem de alta qualidade. Contudo, os teores foram inferiores aos relatados por Stabile et al. (2010) para *P. maximum* cv. Mombaça (76,7% de FDN e 41,7% de FDA) e Crispim et al. (2003) para *A. purpusii* (78,1% de FDN e 45,5% de FDA) e *Mesosetum chaseae* (75,6% de FDN e 48,1% de FDA), gramíneas nativas do Pantanal. Segundo Nussio et al. (1998), forragens com valores de FDA em torno de 40%, ou mais, apresentam acentuada redução no consumo voluntário e na sua digestibilidade.

## **Conclusões**

As estações de crescimento, a correção da fertilidade do solo e as intensidades de desfolhação afetam o padrão de acúmulo, a taxa de crescimento, a produtividade e a composição química da forragem. A utilização da adubação ou calagem + adubação e

intensidade de desfolhação de 50% asseguram melhor distribuição estacional e maior produtividade e qualidade da forragem, além de reduzir o intervalo entre pastejos. A intensidade de desfolhação de 50% possibilita maior eficiência de colheita da forragem.

### Literatura Citada

- AGUIAR, R.S.; VASQUEZ, H.M.; SILVA, J.F.C. Degradabilidade *in situ* da matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro do capim-furachão (*Panicum repens*, L.) submetido à adubação e em diferentes idades de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.28, n.4, p.799-807, 1999.
- ALEXANDRINO, E.; CÂNDIDO, M.J.D.; GOMIDE, J.A. Fluxo de biomassa e taxa de acúmulo de forragem em capim Mombaça mantido sob diferentes alturas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.12, n.1, p.59-71, 2011.
- BARBOSA, R.A.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; EUCLIDES, V.P.B.; DA SILVA, S.C.; ZIMMER, A.H.; TORRES JÚNIOR, R.A.A. Capim-tanzânia submetido a combinações entre intensidade e frequência de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, p.329-340, 2007.
- BARGER, N.N.; D'ANTONIO, C.M.; GHNEIM, T.; BRINK, K.; CUEVAS, E.N. Nutrient limitation to primary productivity in a secondary savanna in Venezuela. **Biotropica**, Oxford, v.34, n.4, p.493-501, 2002.
- BARUCH, Z.; JACKSON, R.B. Responses of tropical native and invader C<sub>4</sub> grasses to water stress, clipping and increased atmospheric CO<sub>2</sub> concentration. **Oecologia**, Amsterdam, v.145, p.522-532, 2005.
- BENETT, C.G.; BUZETTI, S.; SILVA, K.S.; BERGAMASCHINE, A.F.; FABRICIO, J.A. Produtividade e composição bromatológica do capim-marandu a fontes e doses de nitrogênio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.35, n.5, p.1629-1636, 2008.
- BRAGA, G.J.; MELLO, A.C.L.; PEDREIRA, C.G.S.; MEDEIROS, H.R. Fotossíntese e taxa diária de produção de forragem em pastagens de capim-tanzânia sob lotação intermitente. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, n.1, p.84-91, 2009.
- BRAGA, R.M. **A agropecuária em Roraima: considerações históricas, de produção e geração de conhecimento**. Boa Vista: Embrapa Roraima, 1998. 63p. (Documentos, 1).
- BRUM, M.S.; QUADROS, F.L.F.; MARTINS, J.D.; MAIXNER, A.R.; ROSSI, G.E.; BANDINELLI, D.G. Produção animal e estrutura de uma pastagem natural submetida a diferentes sistemas de manejo. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.30, n.1, p.9-16, 2008.
- CANTO, M.W.; JOBIM, C.C.; GASPARINO, E.; HOESCH, A.R. Características do pasto e acúmulo de forragem em capim-tanzânia submetido a alturas de manejo do pasto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.3, p.429-435, 2008.
- CARNEVALLI, R.A.; DA SILVA, S.C.; FAGUNDES, J.A.; SBRISIA, A.F.; CARVALHO, C.A.B.; PINTO L.F.M.; PEDREIRA, C.G.S. Desempenho de ovinos e respostas a pastagens de Tifton 85 (*Cynodon* spp.) sob lotação contínua. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.58, n.1, p.7-15, 2001.

- COSTA, N. de L.; GIANLUPPI, V.; MORAES, A. Produtividade de forragem e morfogênese de *Trachypogon vestitus*, durante o período seco, em área de cerrado, Roraima. **Revista Trópica, Ciências Agrárias e Biológicas**, São Luís, v.6, n.1, p.93-103, 2012.
- COSTA, N. de L.; GIANLUPPI, V.; MORAES, A. Produtividade de forragem e morfogênese de *Trachypogon vestitus* em diferentes idades de rebrota nos cerrados de Roraima. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.12, n.4, p.935-948, 2011.
- CUNHA, M.K.; SIEWERDT, L.; SILVEIRA JÚNIOR, P.; SIEWERDT, F. Doses de nitrogênio e enxofre na produção e qualidade da forragem de campo natural de Planossolo no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, n.3, p.651-658, 2001.
- CRISPIM, S.M.A.; CARDOSO, E.L.; RODRIGUES, C.A.; BARIONI JÚNIOR, W. Composição química da matéria seca de um campo de pastagem nativa submetido à queima, Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, Maracay, v.11, n.3, p.157-162, 2003.
- CUTRIM JÚNIOR, J.A.; CÂNDIDO, M.J.D.; VALENTE, B.S.M.; CARNEIRO, M.S.S.; CARNEIRO, H.A.V. Características estruturais do dossel de capim-tanzânia submetido a três frequências de desfolhação e dois resíduos pós-pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.3, p.489-497, 2011.
- D'ANTONIO, C.M.; MACK, M.C. Nutrient limitation in a fire-derived, nitrogen-rich hawaiian grassland. **Biotropica**, Oxford, v.38, n.4, p.458-467, 2006.
- ESPINOZA, F.M.; DÍAZ, Y.; PERDOMO, E.; LEÓN, L. Utilización del banco de energia como estratégia de manejo em sabanas del estado Cojedes. II. Producción de matéria seca y valor nutritivo. **Zootecnia Tropical**, Maracay, v.20, n.3, p.11-20, 2002.
- FAGUNDES, J.L.; FONSECA, D.M.; MORAIS, R.V.; MISTURA, C.; VITOR, C.M.T.; GOMIDE, J.A.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; SANTOS, M.E.R.; LAMBERTUCCI, D.M. Avaliação das características estruturais do capim-braquiária em pastagens adubadas com nitrogênio nas quatro estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.1, p.30-37, 2006.
- FLORES, R.S.; EUCLIDES, V.P.B.; ABRÃO, M.P.C.; GABEIRO, S.; DIFANTE, G.S.; BARBOSA, R.A. Desempenho animal, produção de forragem e características estruturais dos capins marandu e xaraés submetidos a intensidades de pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.8, p.1355-1365, 2008.
- JANUSCKIEWICZ, E.R.; MAGALHÃES, M.A.; RUGGIERI, A.C.; REIS, R.A. Massa de forragem, composição morfológica e química de capim-Tanzânia sob diferentes dias de descanso e alturas de resíduo pós-pastejo. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 2, p. 161-172, 2010.
- MINSON, D.J. Effects of chemical and physical composition of herbage eaten upon intake. In: HACKER, J.B. (Ed.). **Nutritional limits to animal production from pasture**. Farnham Royal: CAB. p.167-182, 1984.
- NABINGER, C.; CARVALHO, P.C.F. Ecofisiología de sistemas pastoriles: aplicaciones para su sustentabilidad. **Agrociencia**, Buenos Aires, v.3, p.18-27, 2009.
- NUSSIO, L.G.; MANZANO, R.P.; PEDREIRA, C.G.S. Valor alimentício em plantas do gênero *Cynodon*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 15., 1998, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ/ESALQ, 1998, p.203-242.



- PACIULLO, D.S.C.; AROEIRA, L.J.M.; MORENZ, M.J.F.; HEINEMANN, A.B. Morfogênese, características estruturais e acúmulo de forragem em pastagem de *Cynodon dactylon*, em diferentes estações do ano. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.6, p.233-241, 2005.
- PADILLA, A.; CASTILLO, M.; MARCANO, E.; PADILLA, D.; SAVEDRA, S. Características de la biomasa forrajera de la estación experimental El Irel, Estado Barinas, Venezuela. **Agricultura Andina**, Caracas, v.16, n.1, p.49-55, 2009.
- PALHANO, A.L.; CARVALHO, P.C.F.; DITTRICH, J.R.; MORAES, A.; BARRETO, M.Z.; SANTOS, M.C.F. Estrutura da pastagem e padrões de desfolhação em capim-mombaça em diferentes alturas do dossel forrageiro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.1860-1870, 2005.
- PINTO, C.E.; FONTOURA JÚNIOR, J.A.S.; FREITAS, T.M.S.; NABINGER, C.; CARVALHO, P.C.F. Produção primária e secundária de uma pastagem naturais da Depressão Central do Rio Grande do Sul submetida a diversas ofertas de fitomassa aérea total. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.10, p.1737-1741, 2008.
- PONTES, L.S.; CARVALHO, P.C.F.; NABINGER, C.; TRINDADE, J.K.; MONTARDO, D.P.; SANTOS, R.J. Fluxo de biomassa em pastagem de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) manejada em diferentes alturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.4, p.814-820, 2003.
- PRIMAVESI, O.; PRIMAVESI, A.C.; BATISTA, L.A.; GODOY, R. Adubação e produção de *Paspalum* em dois níveis de fertilidade de Latossolo Vermelho-Amarelo: estabelecimento e manutenção. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.1, p.242-250, 2008.
- RIES, L.P.; SHUGART, H.H. Nutrient limitations on understory grass productivity and carbon assimilation in a African woodland savanna. **Journal of Arid Environment**, Amsterdam, v.72, p.1423-1430, 2008.
- RIPPSTEIN, G.; ESCOBAR, G.; MOTTA, F. **Agroecología y biodiversidad de los Llanos Orientales de Colombia**. Cali, Colombia: CIAT, 2001. 302p
- RONY, T.; MUÑOZ, A.; SEQUERA, R. Efecto de nitrógeno y fósforo sobre el rendimiento y valor nutritivo del pasto tejana (*Dichanthium annulatum* Stapf.) en sabanas bajas de Portuguesa, Venezuela. **Zootecnia Tropical**, Caracas, v.3, n.1-2, p.63-80, 1995.
- SANTOS, D.T.; CARVALHO, P.C.F.; NABINGER, C.; CARASSAI, I.J.; GOMES, L.H. Eficiência bioeconômica da adubação em pastagem natural do sul do Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.2, p.437-444, 2008a.
- SANTOS, L.C.; BONOMO, P.; SILVA, C.C.F.; PIRES, A.J.V.; VELOSO, C.M.; PATÊS, N.M.S. Produção e composição química da *Brachiaria brizantha* e *Brachiaria decumbens* submetidas a diferentes adubações. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.9, n.4, p.856-866, 2008b.
- SANTOS, M.V.; KOZLOSKI, G.V.; QUADROS, F.L.F.; PIRES, C.C.; WOMMER, T.P.; MÔNEGO, C.O. Animal production and canopy attributes of *Cynodon* pasture managed under continuous stocking with wethers at three levels of forage allowance. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.41, n.1, p.181-197, 2012.

- SILVA, A.G.; FARIAS JÚNIOR, O.L.; FRANÇA, A.F.S.; MYIAGI, E.S.; RIOS, L.C.; MORAES FILHO, C.G.; FERREIRA, J.L. Rendimento forrageiro e composição bromatológica do milheto sob adubação nitrogenada. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.13, n.1, p.67-75, 2012b.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.
- SILVA, T.C.; PERAZZO, A.F.; MACEDO, C.H.O.; BATISTA, E.D.; PINHO, R.A.; BEZERRA, H.F.; SANTOS, E.M. Morfogênese e estrutura de *Brachiaria decumbens* em resposta ao corte e adubação nitrogenada. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, 61: 91-102, 2012a.
- STABILE, S.S.; SALAZAR, D.R.; JANK, L.; RENNÓ, F.P.; SILVA, L.F.P. Características de produção e qualidade nutricional de genótipos de capim-colonião colhidos em três estádios de maturidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.39, n.7, p.1418-1428, 2010.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 3.ed., 2004. 719p.
- TEJOS, R. **Pastos nativos de sabanas inundables: caracterización y manejo**. Barquisimeto, Venezuela: Megagraf, 2002. 111p.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Corvallis: Cornell University Press, 1994. 476p.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, and no starch polysaccharides in relation animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.74, n.10, p.3583-3587, 1991.

## Considerações Finais

As pastagens nativas dos cerrados de Roraima constituem importantes sistemas pastoris e devem continuar desempenhando relevante papel no desenvolvimento de sua pecuária. Apesar de ecossistemas frágeis e de baixa produtividade primária, ecologicamente são mais estáveis, representando uma alternativa viável para desacelerar os avanços da pecuária em áreas de floresta. Quando submetidas a práticas de manejo adequadas, as pastagens nativas podem modificar e melhorar substancialmente os sistemas tradicionais de exploração da pecuária, contribuindo de forma positiva e significativa para a preservação da biodiversidade, conciliando uso sustentável dos recursos naturais com produtos de origem animal ecologicamente corretos, além de potencializar uma forte ação de marketing ambiental.

O monitoramento do acúmulo de forragem das pastagens nativas com predominância de *Trachypogon plumosus*, em diferentes idades de rebrota, permitiu a identificação dos períodos mais adequados para a sua utilização, os quais foram afetados pela utilização da calagem e/ou adubação. O ponto de equilíbrio entre produtividade e qualidade da forragem foi aquele em que os incrementos nas taxas absolutas de crescimento foram pequenos e as taxas médias de crescimento decrescentes, maximizando o balanço entre os processos de produção e senescência de tecidos, com reflexos positivos na utilização e conversão da forragem produzida. Períodos longos de descanso implicaram em maior participação de material senescente, reduzindo a qualidade da forragem e os processos de renovação de tecidos. A utilização da pastagem foi otimizada com períodos de descanso entre 63 e 70 dias para a testemunha e com o uso da calagem e, 56 a 63 dias com a aplicação de adubação e calagem + adubação, favorecendo o consumo de forragem com elevada proporção de tecidos foliares verdes.

A melhoria das condições do ambiente de produção, através da calagem e/ou adubação, proporcionou aumentos significativos na produtividade de forragem, com reflexos positivos em sua qualidade (maiores teores de macrominerais e menores de fibras), além de reduzir a sua estacionalidade e o intervalo médio entre pastejos. A adubação e a calagem + adubação, durante o período seco, proporcionaram acréscimos de 90 e 82%, respectivamente, nos rendimentos de matéria seca verde, comparativamente à pastagem não fertilizada. A correção da fertilidade do solo, ao promover maior produtividade primária líquida, favoreceu a absorção da radiação incidente e sua transformação em biomassa, o que constitui eficiente mecanismo para a fixação e o sequestro de CO<sub>2</sub>, com posteriores reflexos positivos na

melhoria das propriedades físicas e químicas do solo, notadamente incrementos nos seus teores de matéria orgânica, além de potencializar, na ausência de queimadas, os processos de reciclagem de nutrientes.

A avaliação morfogênica da gramínea possibilitou o entendimento da dinâmica de geração e expansão de sua forma no tempo e no espaço, a qual foi marcadamente afetada pelas idades de rebrota, correção da fertilidade do solo e intensidades de desfolhação. A utilização da adubação ou calagem + adubação em associação com 50% de desfolhação maximizou as características morfogênicas (taxas de aparecimento e alongamento foliar e duração de vida das folhas) e estruturais (comprimento final de folha, densidade de perfilhos e número de folhas perfilho<sup>-1</sup>) da gramínea, resultando em maiores índices de área foliar e, conseqüentemente maior produtividade de forragem como decorrência da redução das perdas por senescência. O número de folhas vivas mostrou-se viável como critério para a determinação do início dos pastejos, apresentando alta correlação com a disponibilidade e qualidade da forragem.

As informações geradas podem ser utilizadas como subsídios para a avaliação do desempenho produtivo animal em pastagens de *T. plumosus* submetidas a diferentes métodos de pastejo e/ou práticas agronômicas, de modo a quantificar a sua viabilidade bioeconômica e a possibilidade de sua inclusão como componente dos sistemas pastoris em Roraima.

## ANEXOS



**Figura 1.** Vista geral de pastagens de *Trachypogon plumosus* durante o período chuvoso.



**Figura 2.** Vista geral de pastagens de *Trachypogon plumosus* durante o período seco.





**Figura 3.** Aspecto geral das pastagens de *Trachypogon plumosus*, durante o período chuvoso, submetidas à intensidade de desfolhação de 50%, na condição de pré-pastejo. A. Testemunha; B. Calagem; C. Adubação; D. Calagem + adubação.



**Figura 4.** Aspecto geral das pastagens de *Trachypogon plumosus*, durante o período chuvoso, submetidas à intensidade de desfolhação de 50%, na condição de pós-pastejo. A. Testemunha; B. Calagem; C. Adubação; D. Calagem + adubação.





**Figura 5.** Aspecto geral das pastagens de *Trachypogon plumosus*, durante o período chuvoso, submetidas à intensidade de desfolhação de 75%, na condição de pré-pastejo. A. Testemunha; B. Calagem; C. Adubação; D. Calagem + adubação.





**Figura 6.** Aspecto geral das pastagens de *Trachypogon plumosus*, durante o período chuvoso, submetidas à intensidade de desfolhação de 75%, na condição de pós-pastejo. A. Testemunha; B. Calagem; C. Adubação; D. Calagem + adubação.

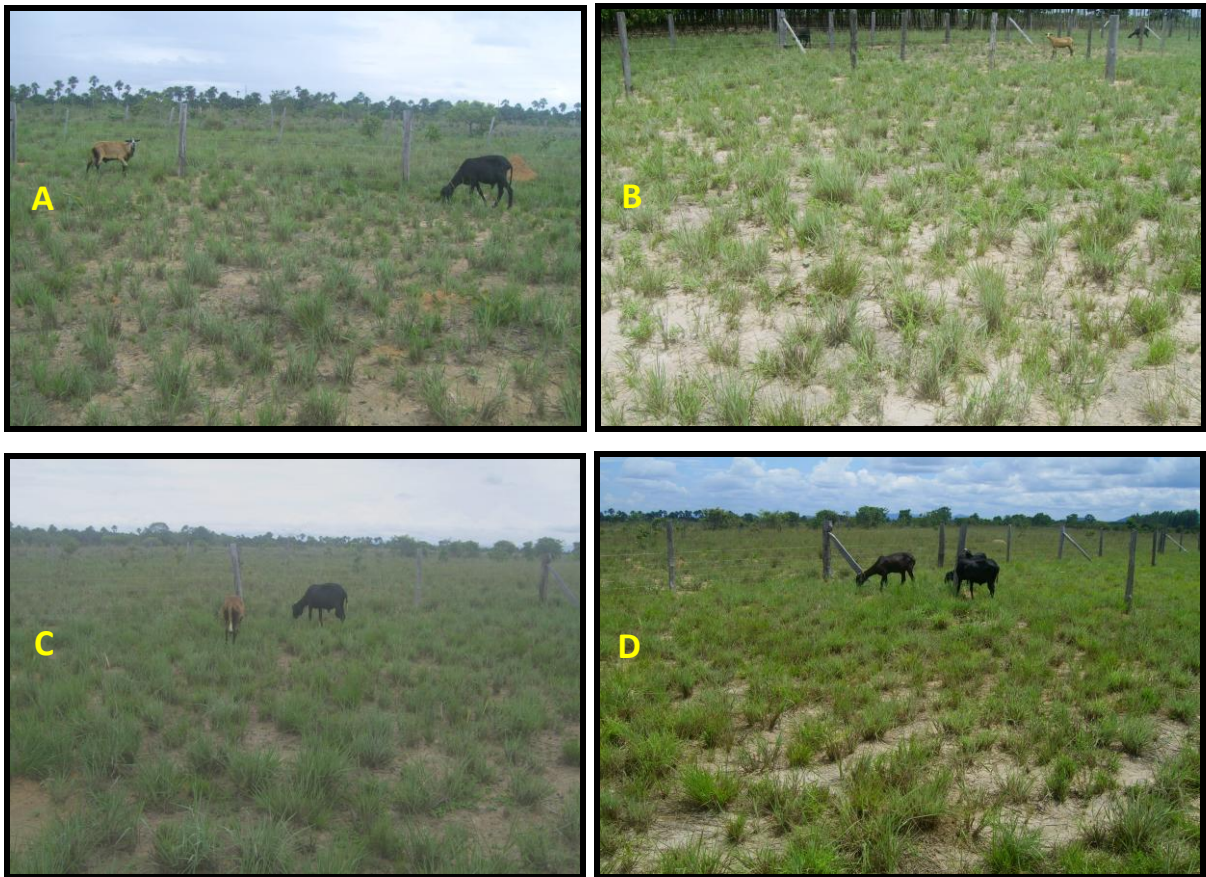


**Figura 7.** Aspecto geral das pastagens de *Trachypogon plumosus*, durante o período seco, submetidas à intensidade de desfolhação de 50%, na condição de pré-pastejo. A. Testemunha; B. Calagem; C. Adubação; D. Calagem + adubação.



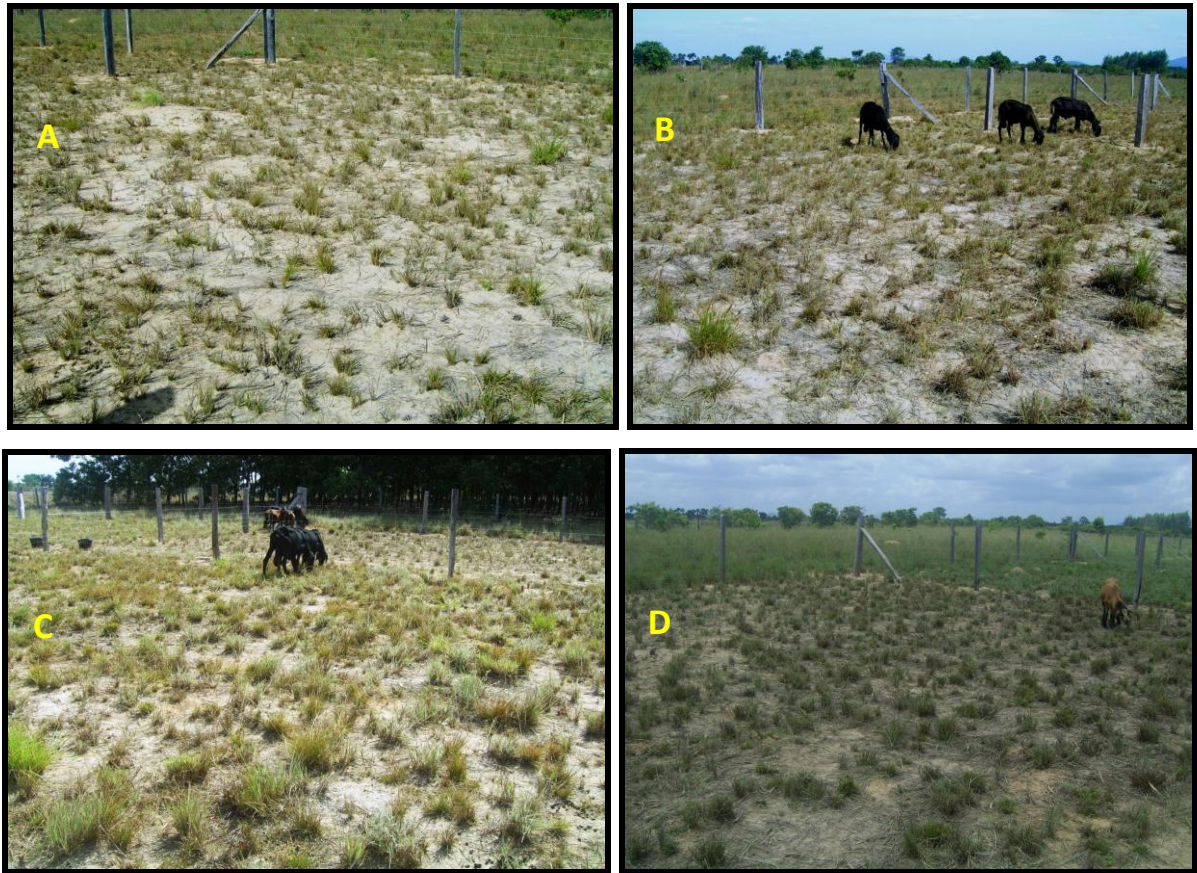


**Figura 8.** Aspecto geral das pastagens de *Trachypogon plumosus*, durante o período seco, submetidas à intensidade de desfolhação de 50%, na condição de pós-pastejo. A. Testemunha; B. Calagem; C. Adubação; D. Calagem + adubação.



**Figura 9.** Aspecto geral das pastagens de *Trachypogon plumosus*, durante o período seco, submetidas à intensidade de desfolhação de 75%, na condição de pré-pastejo. A. Testemunha; B. Calagem; C. Adubação; D. Calagem + adubação.





**Figura 10.** Aspecto geral das pastagens de *Trachypogon plumosus*, durante o período seco, submetidas à intensidade de desfolhação de 75%, na condição de pós-pastejo. A. Testemunha; B. Calagem; C. Adubação; D. Calagem + adubação.