

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS



Cristina Aparecida Gonçalves Rodrigues

EFEITOS DO FOGO E DA PRESENÇA ANIMAL SOBRE A BIOMASSA AÉREA E RADICULAR, NUTRIENTES DO SOLO, COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA, FENOLOGIA E DINÂMICA DE UM CAMPO DE CAPIM-CARONA (*Elyonurus muticus* (Spreng.) O. Ktze.) NO PANTANAL (SUB-REGIÃO DE NHECOLÂNDIA).

Este exemplar corresponde à redação final da tese defendida pelo(a) candidato(a)

Cristina Aparecida Gonçalves Rodrigues

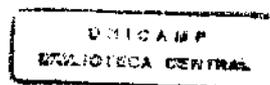
e aprovada pela Comissão Julgadora.

Tese apresentada ao Instituto de Biologia para obtenção do Título de Doutor em Biologia Vegetal.

15/12/99

Orientador: Prof. Dr. Orivaldo Brunini
Co-Orientador: Dr. Arnildo Pott

1999



UNIDADE	BC
N.º CHAMADA:	
V.	Ex.
T. Nº BC/	40255
PROC.	278/00
C	<input type="checkbox"/>
D	<input checked="" type="checkbox"/>
PREÇO	R\$ 11,00
DATA	01/02/00
N.º CPD	

CM-00136006-8

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DO INSTITUTO DE BIOLOGIA - UNICAMP

Rodrigues, Cristina Aparecida Gonçalves

R618e

Efeitos do fogo e da presença animal sobre a biomassa aérea e radicular, nutrientes do solo, composição florística, fenologia e dinâmica de um campo de capim-carona (*Elyonurus muticus* (Spreng.) O. Ktze.) no pantanal (sub-região de Nhecolândia)/Cristina Aparecida Gonçalves Rodrigues.--Campinas, SP: [s.n], 1999.
285f: ilus.

Orientador: Orivaldo Brunini

Co-Orientador: Arnildo Pott

Tese(doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia.

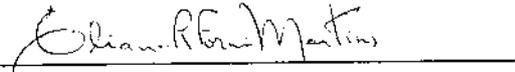
1. Queimadas. 2. Pastagem nativa. 3. Pantanal. I. Brunini, Orivaldo. II. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Biologia.III. Título.

Data da Defesa: 15/12/99

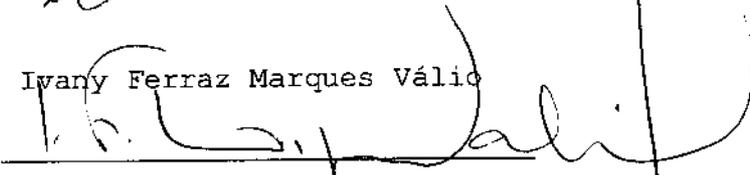
Banca Examinadora

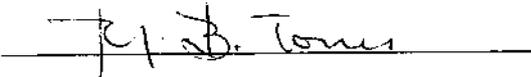
Titulares:

Prof. Dr. Orivaldo Brunini

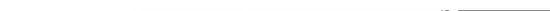

Profa. Dra. Eliana Regina Forni Martins


Profa. Dra. Cláudia Regina Baptista Haddad


Prof. Dr. Ivany Ferraz Marques Válio


Dra. Roseli Buzanelli Torres


Suplentes:

Prof. Dr. Washington Marcondes Ferreira Neto


Profa. Dra. Luíza Sumiko Kinoshita


"E à noite nas tabas, se alguém duvidava,
Do que ele contava,
Tornava prudente: *Meninos, eu vi!*"

Antônio Gonçalves Dias, "I-Juca-Pirama"

ERRATA

Página 17 - Onde se lê: "HAY, 1992", leia-se: "RAY, 1992".

Página 20 - Último parágrafo, onde se lê: "plasticidade fenológica", leia-se: "plasticidade fenotípica".

Página 63 - 1º parágrafo, onde se lê: "McIVOR, 1980", leia-se: "McIVOR, 1981".

Página 81 - 2º parágrafo, onde se lê: "A época seca determinou queda na produtividade primária líquida aérea total e nas espécies, exceção ao *M. chaseae* que no tratamento com fogo e sem gado apresentou maior produtividade (0,64 g MS/m²/dia) nessa época.", leia-se: "A época seca determinou queda na produtividade primária líquida aérea total e nas espécies nos tratamentos sem gado, exceção ao *M. chaseae* e ao *T. spicatus* que no tratamento com fogo apresentaram maior produtividade, respectivamente, 0,64 e 0,31 g MS/m²/dia."

Página 81 - 3º parágrafo, onde se lê: "exceção ao *Andropogon selloanus* da 2ª queimada, com pouco maior produtividade ao bloco 1.", leia-se: "exceção ao *Andropogon selloanus* da 2ª queimada e ao *Mesosetum chaseae* da 1ª queimada, com pouco maior produtividade nos blocos 4 e 2, respectivamente". E no mesmo parágrafo onde se lê: "e para o *A selloanus* em relação às outras épocas.", leia-se: "e para o *A purpusii* em relação às outras épocas."

Página 85 - Na figura 6, desconsiderar as setas.

Página 100 - 1º parágrafo, onde se lê: "a coleta de fevereiro/98 (2ª época das chuvas)", leia-se: "a coleta de fevereiro/98 (1ª época das chuvas)".

Página 149 - 1º parágrafo, onde se lê: "as espécies *E. muticus*, *R. grandiflora*, *S. jacquemontii* e *E. bahiensis* são espécies precoces;", leia-se: "as espécies *E. muticus*, *A selloanus*, *R. grandiflora*, *S. jacquemontii* e *E. bahiensis* são espécies precoces;" e onde se lê: "espécies extemporâneas *M. chaseae* e *A purpusii*, e diferente para *A selloanus*, que foi considerada espécie precoce, *S. geniculata* espécie extemporânea e gênero *Trachypogon* considerado intermediário", leia-se: "espécies extemporâneas *M. chaseae* e *A purpusii*, e para a espécie precoce *A selloanus* e diferente para as espécies *S. geniculata* que foi considerada espécie extemporânea e o gênero *Trachypogon* considerado intermediário."

Página 155 - 1º parágrafo, onde se lê: "obteve-se um valor médio de 9 touceiras", leia-se: "obteve-se um valor médio de 9 touceiras".

Página 163 - 3º parágrafo, onde se lê: "existem espécies precoces (*Elyonurus muticus*, *Richardia grandiflora*, *Sporobolus jacquemontii*, e *Eragrostis bahiensis*), extemporâneas (*Mesosetum chaseae*, *Axonopus purpusii*, *Andropogon selloanus*, *Trachypogon spicatus* e *Desmodium barbatum*)", leia-se: "existem espécies precoces (*Elyonurus muticus*, *Andropogon selloanus*, *Richardia grandiflora*, *Sporobolus jacquemontii*, e *Eragrostis bahiensis*), extemporâneas (*Mesosetum chaseae*, *Axonopus purpusii*, *Trachypogon spicatus* e *Desmodium barbatum*)"

Página 168 - 1º parágrafo, onde se lê: "usando-se o SAS com do GLM apenas para 63 espécies", leia-se: "usando-se o SAS com uso do GLM apenas para 62 espécies". E no 2º parágrafo, onde se lê: "(capítulo 2, tabela 13)", leia-se: "(capítulo 2, tabela 14)".

Página 176 - 1º parágrafo, onde se lê: "(capítulo 2, tabela 5)", leia-se: "(capítulo 2, tabela 4)". E no 3º parágrafo, onde se lê: "favorecendo as *Portulaca* spp.", leia-se: "favorecendo as *Portulaca* spp. e a leguminosa".

Página 182 - Onde se lê: "nas épocas de novembro/98 e fevereiro/99", leia-se: "nas épocas de março/98 e fevereiro/99".

Página 202 - Na tabela 3, última linha na média por blocos onde se lê respectivamente para os blocos 1, 2, 3 e 4 médias: "30,56; 41,63; 34,81 e 27,36", leia-se: médias "81,04; 119,82; 71,68 e 86,13".

Página 218 - 2º parágrafo, onde se lê: "número médio de plântulas emergidas de área sem queima.", leia-se: "número médio de plântulas emergidas de área sem queima na primeira estação após a queima."

CONTEÚDO

CONTEÚDO.....	i
LISTA DE TABELAS.....	iii
LISTA DE FIGURAS.....	xiv
AGRADECIMENTOS.....	xxiv
RESUMO.....	xxv
ABSTRACT.....	xxix
INTRODUÇÃO GERAL.....	01
CAPÍTULO 1	
CARACTERÍSTICAS AMBIENTAIS E ECOFISIOLÓGICAS DAS PLANTAS NATIVAS DO CARONAL (<i>Elyonurus muticus</i> (Spreng.) O. Ktze.) SOB PERTURBAÇÕES E ESTRESSES NO PANTANAL ARENOSO DA SUB-REGIÃO DA NHECOLÂNDIA.	
Introdução.....	10
Material e Métodos.....	26
Resultados e Discussão.....	32
Conclusões.....	56
CAPÍTULO 2	
EFEITO DA QUEIMA E DA PRESENÇA ANIMAL SOBRE A BIOMASSA E PRODUTIVIDADE PRIMÁRIA LÍQUIDA AÉREA, TEOR PROTÉICO DE ALGUMAS GRAMÍNEAS E COBERTURA DO SOLO NO CAMPO DO CAPIM-CARONA (<i>Elyonurus muticus</i> (Spreng.) O. Ktze.).	
Introdução.....	57
Material e Métodos.....	65
Resultados e Discussão.....	70
Conclusões.....	92
CAPÍTULO 3	
AVALIAÇÃO DA DENSIDADE E MATÉRIA SECA DE RAÍZES DO CAPIM-CARONA (<i>Elyonurus muticus</i> (Spreng.) O. Ktze.) E CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO SOLO SOB QUEIMA E PRESENÇA ANIMAL NO CARONAL.	

Introdução.....	94
Material e Métodos.....	99
Resultados e Discussão.....	102
Conclusões.....	117
CAPÍTULO 4	
FENOLOGIA DE DEZ ESPÉCIES DO CARONAL E TAMANHO DA POPULAÇÃO DO CAPIM-CARONA (<i>Elyonurus muticus</i> (Spreng.) O. Ktze.) SOB EFEITO DO FOGO E DA PRESENÇA ANIMAL.	
Introdução.....	118
Material e Métodos.....	122
Resultados e Discussão.....	124
Conclusões.....	162
CAPÍTULO 5	
AVALIAÇÃO DO EFEITO DA QUEIMA E DA PRESENÇA ANIMAL SOBRE A COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E BOTÂNICA E SOBRE A FREQUÊNCIA DAS ESPÉCIES NO CAMPO DE CAPIM-CARONA (<i>Elyonurus muticus</i> (Spreng.) O. Ktze.).	
Introdução.....	163
Material e Métodos.....	167
Resultados e Discussão.....	168
Conclusões.....	193
CAPÍTULO 6	
AVALIAÇÃO DO BANCO DE SEMENTES DO CAMPO DO CAPIM-CARONA (<i>Elyonurus muticus</i> (Spreng.) O. Ktze.) SUBMETIDO À QUEIMA E À PRESENÇA ANIMAL.	
Introdução.....	194
Material e Métodos.....	197
Resultados e Discussão.....	200
Conclusões.....	217
CONCLUSÃO GERAL.....	218
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	220
APÊNDICE.....	246

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1.	página
Tabela 1. Dados das normais climatológicas e dados climáticos durante o período experimental (agosto/97 a março/99) coletados na Estação Agroclimatológica da Fazenda Nhumirim.....	34
Tabela 2. Teste F sobre o teor de umidade do solo e sobre a profundidade do lençol freático de parcelas sob efeito dos tratamentos fogo e presença animal no experimento na fazenda Nhumirim.....	40
Tabela 3. Teor de umidade do solo (TU solo em % de peso seco do solo) e profundidade do lençol freático (m) no período experimental (agosto/97 a março/99) e por bloco do experimento no caronal na fazenda Nhumirim.....	41
Tabela 4. Potencial matricial da água no solo (Ψ_m) estimado por equações em cada um dos blocos durante o período experimental (agosto/97 a março/99) no solo do caronal, na fazenda Nhumirim..	45
Tabela 5. Teste F para avaliar o efeito dos tratamentos (fogo e presença animal) sobre o potencial da água nas folhas do capim-carona (<i>Elyonurus muticus</i>) e <i>Mesosetum chaseae</i>	46
Tabela 6. Média dos valores do potencial da água (MPa) nas folhas das espécies sob os tratamentos (queima e animal), horários do dia e por época (estação do ano) no experimento do campo do capim-carona, na fazenda Nhumirim.....	47
Tabela 7. Desdobramento das interações significativas queima x animal e animal x hora sobre o potencial da água na folha do	

capim-carona (*Elyonurus muticus*) no experimento de campo na fazenda Nhumirim.....50

Tabela 8. Índices de correlação (r) dos elementos climáticos e teor de umidade do solo, potencial matricial de água do solo profundidade do lençol freático em cada um dos quatro blocos do experimento no caronal (*Elyonurus muticus*), no período experimental na fazenda Nhumirim52

Tabela 9. Médias do teor de umidade do solo antes e pós-queima, sob o efeito da presença e ausência animal, na 1ª e 2ª queimadas.....53

Tabela 10. Efeito de bloco sobre a área queimada, tempo de queima (minutos) e temperatura do ar (°C) a 4 cm do solo na 1ª queima (agosto/97) e 2ª queima (agosto/98).....55

Capítulo 2. página

Tabela 1. Resultados do Teste F para avaliação do efeito do fogo, da presença animal e tempo sobre a porcentagem de cobertura do solo e a biomassa aérea total (kg MS/ha) das espécies vegetais e material morto no campo de capim-carona durante todo o período experimental na fazenda Nhumirim70

Tabela 2. Porcentagem de cobertura do solo (%) e produção aérea de MS (kg/ha) de *Elyonurus muticus* e material morto sob efeito da queima em cada uma das coletas do período experimental, no caronal na fazenda Nhumirim71

Tabela 3. Produção aérea de matéria seca do *M. chaseae*, *A. purpusii* e outras espécies sob efeito da queima em cada época de coleta, no campo de carona (*Elyonurus muticus*), fazenda Nhumirim.....75

Tabela 4. Produção aérea de MS (kg/ha) das espécies e material morto em cada um dos 4 blocos do caronal durante o período experimental (26/08/97 a 17/03/99), na fazenda Nhumirim.....76

Tabela 5. Média do teor de umidade do solo (Tusolo %) e da profundidade do lençol freático (Profun m) na 1ª época das chuvas e 1ª queimada (agosto/97 a março/98), na época seca (abril/98 a julho/98) e da 2ª época das chuvas e 2ª queimada (agosto/98 a março/99), nos 4 blocos e total do experimento no campo de *Elyonurus muticus*, fazenda Nhumirim.....76

Tabela 6. Desdobramento da interação queima x animal para a média da produção aérea de *A. selloanus* (kg MS/ha) sob efeito do fogo e animal, na fazenda Nhumirim.....79

Tabela 7. Médias da produtividade primária líquida aérea (g/m²/dia) total e das espécies na 1ª época chuvosa e 1ª queimada, na época seca e na 2ª época de chuvas e 2ª queimada do caronal sob efeito dos tratamentos (SFSG = sem fogo, sem gado; SFCG = sem fogo, com gado; CFSG = com fogo, sem gado e CFCG = com fogo, com gado), na fazenda Nhumirim.....80

Tabela 8. Médias da produtividade primária líquida aérea (g/m²/dia) total e das espécies na 1ª época chuvosa e 1ª queimada, na época seca e na 2ª época de chuvas e 2ª queimada do caronal sob efeito de cada um dos 4 blocos do experimento de campo, na fazenda Nhumirim.....82

Tabela 9. Teste F para análise do teor de proteína das gramíneas abaixo relacionadas sob efeito do fogo e do animal no campo de capim-carona (*Elyonurus muticus*), na fazenda Nhumirim.....83

Tabela 10. Teores médios de proteína bruta (% PB na MS) nas gramíneas sob efeito da queima e do animal (Teste de Tukey) no

campo de capim-carona (*Elyonurus muticus*), na fazenda Nhumirim.....83

Tabela 11. Níveis médios de proteína bruta das gramíneas *E. muticus* e *M. chaseae* em cada um dos 4 blocos no experimento no campo de capim-carona (*Elyonurus muticus*), na fazenda Nhumirim..84

Tabela 12. Desdobramento da interação queima x época para o teor de proteína bruta (% na MS) de *Axonopus purpusii* e *Andropogon selloanus* e animal x época para *A. selloanus* no campo de capim-carona, na fazenda Nhumirim.....87

Tabela 13. Desdobramento da interação queima x animal x época sobre o teor de proteína (% PB na MS) de *Elyonurus muticus* e *Mesosetum chaseae* no campo de capim-carona, na fazenda Nhumirim.....88

Tabela 14. Porcentagem de matéria seca de cada uma das gramíneas e "outras espécies" na 1ª e 2ª queimadas na biomassa aérea total durante o período experimental (agosto/97 a março/99) no campo de capim-carona (*Elyonurus muticus*), na fazenda Nhumirim.....89

Tabela 15. Índices de correlação entre a produção de MS aérea total e das espécies com os elementos climáticos (precipitação, insolação, umidade relativa do ar e temperaturas do ar), profundidade do lençol freático e teor de umidade do solo no campo de capim-carona (*Elyonurus muticus*), na fazenda Nhumirim.....90

Tabela 16. Índices de correlação entre a produtividade primária líquida aérea total e das espécies com os elementos climáticos, profundidade do lençol freático e teor de umidade do solo no campo de capim-carona (*Elyonurus muticus*), na fazenda Nhumirim.....91

Capítulo 3.

página

Tabela 1. Resultados da análise de textura (areia total, %) e matéria orgânica (M.O.%) no solo de cada parcela do experimento no caronal, na fazenda Nhumirim.....	101
Tabela 2. Resultados do teste F para efeito da queima e da presença animal sobre a razão parte aérea e sistema radicular do capim-carona (<i>Elyonurus muticus</i>), na fazenda Nhumirim.....	102
Tabela 3. Valores médios da razão parte aérea/raiz do capim-carona (<i>Elyonurus muticus</i>) sob os tratamentos fogo e presença animal, no experimento no caronal, na fazenda Nhumirim.....	103
Tabela 4. Efeito da época de amostragem sobre a razão parte aérea e sistema radicular do capim-carona (<i>Elyonurus muticus</i>) sob os tratamentos fogo e presença animal, na fazenda Nhumirim.....	104
Tabela 5. Teste F para avaliação do efeito da queima e presença animal sobre o comprimento, densidade e peso da matéria seca (MS) da raiz do capim-carona (<i>Elyonurus muticus</i>), na fazenda Nhumirim.....	104
Tabela 6. Valores médios do comprimento total, densidade e matéria seca da raiz do carona (<i>Elyonurus muticus</i>) sob os tratamentos fogo e presença animal, na fazenda Nhumirim.....	105
Tabela 7. Efeito da profundidade do solo sobre o comprimento, densidade e peso seco de raiz de capim-carona (<i>Elyonurus muticus</i>), na fazenda Nhumirim.....	107
Tabela 8. Efeito das épocas de amostragem e dos blocos sobre o comprimento, densidade e matéria seca das raízes de capim-carona (<i>Elyonurus muticus</i>), na fazenda Nhumirim.....	109
Tabela 9. Índices de correlação entre a densidade e peso da MS da raiz do capim-carona (<i>Elyonurus muticus</i>) e os fatores ambientais	

em cada um dos blocos do experimento e a correlação da média total.....111

Tabela 10. Desdobramento da interação época de amostragem x profundidade de raízes de capim-carona (*Elyonurus muticus*), na fazenda Nhumirim.....111

Tabela 11. Resultados do Teste F sobre as características químicas do solo do caronal (*Elyonurus muticus*) sob efeito da queima e do animal, na fazenda Nhumirim.....112

Tabela 12. Valores da concentração dos minerais (mg/dm³) e pH do solo arenoso do caronal (*Elyonurus muticus*) antes e imediatamente pós-queima, na fazenda Nhumirim.....113

Tabela 13. Efeito da presença animal sobre o teor de P (mg/dm³) e pH do solo do caronal (*Elyonurus muticus*), na fazenda Nhumirim.....114

Tabela 14. Desdobramento da interação animal (A) e data (ano) das queimadas (D) e da interação pós-queima (P) e data (D) para o teor de minerais (P, Na e K em mg/dm³) no experimento no caronal sob efeito do fogo e da presença animal, na fazenda Nhumirim.....115

Tabela 15. Efeito do ano das queimadas sobre a concentração dos minerais (mg/dm³) e pH no solo do caronal (*Elyonurus muticus*), na fazenda Nhumirim.....115

Tabela 16. Valores médios do teor dos elementos K, P, Al, N-total, Ca e Mg e pH em cada bloco, no solo do caronal (*Elyonurus muticus*), na fazenda Nhumirim.....116

Capítulo 4.

página

Tabela 1. Teste F para número de touceiras e número de touceiras com inflorescências do capim-carona (*Elyonurus muticus*) sob efeito do fogo e do gado, na fazenda Nhumirim152

Tabela 2. Número médio de touceiras do capim-carona (*Elyonurus muticus*) por 60 m² e número de touceiras do capim-carona com inflorescências sob efeito da queima, na fazenda Nhumirim153

Tabela 3. Número médio de touceiras do capim-carona (*Elyonurus muticus*) por 60 m² e número médio de touceiras do capim-carona com inflorescências sob efeito do animal, fazenda Nhumirim154

Tabela 4. Desdobramento da interação da queima x animal sobre o número total de touceiras com inflorescências do capim-carona (*Elyonurus muticus*) por 60 m², fazenda Nhumirim.....154

Tabela 5. Desdobramento da interação queima e época sobre o número total de touceiras e o número de touceiras com inflorescências por 60 m² do capim-carona (*Elyonurus muticus*), fazenda Nhumirim155

Tabela 6. Desdobramento da interação queima x animal x época sobre o número de touceiras com inflorescências do capim-carona (*Elyonurus muticus*), fazenda Nhumirim156

Tabela 7. Efeito do bloco e da época sobre o número total de touceiras por 60 m² do capim-carona (*Elyonurus muticus*), fazenda Nhumirim.....156

Tabela 8. Teste F para número de perfilhos, número de inflorescências, perímetro e altura das touceiras do capim-carona (*Elyonurus muticus*), fazenda Nhumirim157

Tabela 9. Altura média das touceiras do capim-carona (*Elyonurus muticus*) sob efeito animal, fazenda Nhumirim.....157

Tabela 10. Desdobramento da interação queima x animal sobre o número de perfilhos das touceiras do capim-carona (*Elyonurus muticus*), fazenda Nhumirim.....158

Tabela 11. Desdobramento da interação queima x animal x época sobre o número médio de inflorescências das touceiras do capim-carona (*Elyonurus muticus*), fazenda Nhumirim.....159

Tabela 12. Desdobramento da interação queima x época de amostragem sobre o número médio de perfilhos por touceira e altura média da touceira do capim-carona (*Elyonurus muticus*), fazenda Nhumirim.....160

Tabela 13. Desdobramento da interação animal x época da amostragem sobre o perímetro médio e a altura média das touceiras do capim-carona (*Elyonurus muticus*), fazenda Nhumirim160

Tabela 14. Desdobramento da interação queima x animal x bloco sobre o número médio de perfilhos, número médio de inflorescências, perímetro e altura médios das touceiras do capim-carona (*Elyonurus muticus*), fazenda Nhumirim.....161

Capítulo 5. página

Tabela 1. Espécies vegetais encontradas nas parcelas do experimento com e sem queima e com e sem presença animal no campo de capim-carona (*Elyonurus muticus*), fazenda Nhumirim.....169

Tabela 2. Teste F para número de espécies encontradas em cada parcela no caronal sob efeito da queima (Q) e do animal (A), em diferentes épocas (E), na fazenda Nhumirim.....174

Tabela 3. Número médio de espécies no campo de *Elyonurus muticus* (caronal), sob efeito da queima, do animal, da época de avaliação e dos blocos, na fazenda Nhumirim.....175

Tabela 4. Resultados da análise do teste F para a frequência absoluta de algumas espécies do campo de <i>Elyonurus muticus</i> , fazenda Nhumirim sob os tratamentos queima e animal.....	177
Tabela 5. Teste de Tukey para as médias de frequência (%) das espécies pioneiras sob efeito da queima no campo de <i>Elyonurus muticus</i> (caronal), fazenda Nhumirim.....	179
Tabela 6. Efeito da presença animal sobre a frequência absoluta média das espécies do campo de <i>Elyonurus muticus</i> (caronal), fazenda Nhumirim.....	179
Tabela 7. Desdobramento da interação queima x animal das espécies submetidas aos tratamentos no campo de <i>Elyonurus muticus</i> (caronal), fazenda Nhumirim.....	180
Tabela 8. Efeito da época sobre a porcentagem de frequência de ocorrência das espécies no campo de <i>Elyonurus muticus</i> (caronal), fazenda Nhumirim.....	181
Tabela 9. Desdobramento da interação queima x época (Q x E) sobre as frequências médias das espécies do campo de <i>Elyonurus muticus</i> (caronal), fazenda Nhumirim.....	182
Tabela 10. Desdobramento da interação queima x animal x época sobre as frequências das espécies do campo de <i>Elyonurus muticus</i> , fazenda Nhumirim.....	183
Tabela 11. Frequência absoluta (%) média total e em cada bloco e % do peso da MS total (composição botânica) no campo de <i>Elyonurus muticus</i> (caronal), fazenda Nhumirim.....	184
Tabela 12. Espécies presentes uma única vez em uma só época, no campo de <i>Elyonurus muticus</i> (caronal), fazenda Nhumirim.....	191

Tabela 1. Resultados da análise do teste F para número de plântulas emergentes do banco de sementes do caronal (<i>Elyonurus muticus</i>) sob efeito dos tratamentos queima, presença animal, pós-queima e época de emergência das plântulas.....	201
Tabela 2. Número médio de plântulas / 883,13 (cm ² de solo do campo) emergidas do banco de sementes do caronal (<i>Elyonurus muticus</i>) sob efeito dos tratamentos presença animal e pós-queima.....	201
Tabela 3. Número médio de plântulas emergidas (por 883,13 cm ² de solo) do banco de sementes do caronal (<i>Elyonurus muticus</i>) sob efeito de época de emergência e dos blocos.....	202
Tabela 4. Desdobramento da interação época de emergência e queima (antes e pós-queima) sobre o número de plântulas do banco de sementes do caronal (<i>Elyonurus muticus</i>).....	203
Tabela 5. Espécies de plântulas emergidas do banco de sementes do caronal (<i>Elyonurus muticus</i>) sob efeito da queima e da presença animal e seu respectivo número de plântulas (por 883,13 cm ² de solo do campo).....	204
Tabela 6. Teste F para análise estatística das espécies emergidas do banco de sementes do caronal (<i>Elyonurus muticus</i>) sob efeito da queima e da presença animal.....	207
Tabela 7. Número médio de plântulas emergidas das espécies <i>E. minima</i> , <i>Eleocharis</i> sp., <i>P. lamarckii</i> e <i>M. chaseae</i> do banco de sementes do caronal (<i>Elyonurus muticus</i>) sob efeito da presença animal.....	209

Tabela 8. Número médio de plântulas emergidas das espécies *Borreria* sp. e *P. fluviatilis* do banco de sementes do caronal (*Elyonurus muticus*) sob efeito da pós-queima.....209

Tabela 9. Número total de plântulas emergidas do banco de sementes do caronal (*Elyonurus muticus*) sob efeito de bloco para as espécies.....210

Tabela 10. Desdobramento da interação queima x animal sobre o número de plântulas emergidas do banco de sementes do caronal (*Elyonurus muticus*).....211

Tabela 11. Desdobramento da interação presença animal x pós-queima (A x P) sobre o número de plântulas emergidas das espécies *E. minima* e *W. albicans* do banco de sementes do caronal (*Elyonurus muticus*).....212

Tabela 12. Espécies comuns do campo de capim-carona (*Elyonurus muticus*) e do banco de sementes do caronal, espécies do caronal que não foram verificadas no banco de sementes e espécies do banco de sementes que não surgiram no campo de carona.....212

Apêndice página

Tabela 1. Balanço hídrico da Fazenda Nhumirim, sub-região da Nhecolândia, Pantanal, de 10 em 10 dias do período de janeiro/97 a março/99 para CAD = 50 mm. Arm corresponde a quantidade de água armazenada no solo, Alt a alteração no solo quanto a quantidade de água armazenada, Deficiência de água para a vegetação e Excesso a quantidade de água para o solo.....246

Tabela 2. Média da profundidade do lençol freático sob os tratamentos fogo e presença animal em cada um dos blocos a cada 14 dias durante o período experimental, na fazenda Nhumirim.....248

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 1.	página
Figura 1. Sub-regiões do Pantanal Mato-grossense na Bacia do Alto Paraguai e localização da fazenda Nhumirim, na sub-região da Nhecolândia (SILVA e ABDON, 1998).....	27
Figura 2. Balanço hídrico normal (1977-1996) da fazenda Nhumirim, sub-região da Nhecolândia no Pantanal (capacidade armazenamento de água no solo de 50 mm).....	28
Figura 3. Precipitação pluviométrica diária (mm) durante o período experimental na fazenda Nhumirim.....	32
Figura 4. Insolação (horas) e umidade relativa do ar (%) diárias, durante o período experimental na fazenda Nhumirim.....	33
Figura 5. Temperaturas diárias do ar: média, máxima e mínima, durante o período experimental na fazenda Nhumirim.....	33
Figura 6. Balanço hídrico decendial da fazenda Nhumirim durante o período experimental (capacidade de armazenamento de água no solo de 50 mm).....	38
Figura 7. Teor de umidade do solo (TU em % peso) dos blocos durante o experimento de campo na fazenda Nhumirim.....	42
Figura 8. Profundidade do lençol freático dos blocos durante o experimento de campo na fazenda Nhumirim.....	42
Figura 9. Médias do potencial matricial da água do solo em cada um dos 4 blocos do experimento no campo do capim <i>Elyonurus muticus</i> , na fazenda Nhumirim.....	45

Figura 10. Média do potencial de água em folhas de capim-carona (*Elyonurus muticus*) em 4 épocas do ano e em vários horários do dia, no experimento de campo na fazenda Nhumirim.....48

Figura 11. Média do potencial de água em folhas de *Mesosetum chaseae* em 4 épocas do ano e em vários horários do dia, no experimento de campo na fazenda Nhumirim.....48

Capítulo 2. página

Figura 1. Variação da porcentagem de cobertura do solo com e sem queima durante o período experimental (agosto de 97 a março de 99) no caronal (*Elyonurus muticus*) na fazenda Nhumirim.....73

Figura 2. Produção aérea de MS do capim-carona (*Elyonurus muticus*) com e sem queima no caronal na fazenda Nhumirim durante o período experimental (agosto de 97 a março de 99).....73

Figura 3. Material morto do caronal (*Elyonurus muticus*) com e sem queima durante o período experimental (agosto de 97 a março de 99) na fazenda Nhumirim.....74

Figura 4. Média da produção aérea total de MS da 1ª época chuvosa a partir da 1ª queimada (26/08/97), da época seca e da 2ª época chuvosa a partir da 2ª queimada (11/08/98) no caronal na fazenda Nhumirim.....74

Figura 5. Média de biomassa aérea nos tratamentos (SFSG = sem fogo, sem gado; SFCG = sem fogo, com gado, CFSG = com fogo, sem gado e CFCG = com fogo, com gado) no caronal durante o período experimental (agosto de 97 a março de 99) na fazenda Nhumirim...78

Figura 6. Teor médio de proteína bruta das gramíneas submetidas aos tratamentos no caronal (*Elyonurus muticus*) durante o período

experimental (agosto de 97 a março de 99) na fazenda Nhumirim.....85

Capítulo 3. página

Figura 1. Densidade da raiz do capim-carona (*Elyonurus muticus*) nos tratamentos sem fogo, sem gado (SFSG), sem fogo, com gado (SFCG), com fogo, sem gado (CFSG) e com fogo, com gado (CFCG) em duas profundidades de solo (0-10 cm e 10-20 cm).....106

Figura 2. Peso da MS da raiz do capim-carona (*Elyonurus muticus*) nos tratamentos sem fogo, sem gado (SFSG), sem fogo, com gado (SFCG), com fogo, sem gado (CFSG) e com fogo, com gado (CFCG) em duas profundidades de solo (0-10 cm e 10-20 cm).....106

Figura 3. Densidade da raiz do capim-carona (*Elyonurus muticus*) em três épocas do período experimental em duas profundidades do solo (0-10 cm e 10-20 cm).....108

Figura 4. Peso da MS da raiz do capim-carona (*Elyonurus muticus*) em três épocas do período experimental em duas profundidades do solo (0-10 cm e 10-20 cm).....108

Capítulo 4. página

Figura 1. Estádio vegetativo do capim-carona no tratamento sem queima e sem gado.....125

Figura 2. Estádio vegetativo do capim-carona no tratamento sem queima e com gado.....125

Figura 3. Estádio vegetativo do capim-carona no tratamento com queima e sem gado.....125

Figura 4. Estádio vegetativo do capim-carona no tratamento com queima e com gado.....	125
Figura 5. Estádio reprodutivo do capim-carona no tratamento sem queima e sem gado.....	126
Figura 6. Estádio reprodutivo do capim-carona no tratamento sem queima e com gado.....	126
Figura 7. Estádio reprodutivo do capim-carona no tratamento com queima e sem gado.....	126
Figura 8. Estádio reprodutivo do capim-carona no tratamento com queima e com gado.....	126
Figura 9. Estádio vegetativo do <i>Mesosetum chaseae</i> no tratamento sem queima e sem gado.....	128
Figura 10. Estádio vegetativo do <i>Mesosetum chaseae</i> no tratamento sem queima e com gado.....	128
Figura 11. Estádio vegetativo do <i>Mesosetum chaseae</i> no tratamento com queima e sem gado.....	128
Figura 12. Estádio vegetativo do <i>Mesosetum chaseae</i> no tratamento com queima e com gado.....	128
Figura 13. Estádio reprodutivo do <i>Mesosetum chaseae</i> no tratamento sem queima e sem gado.....	129
Figura 14. Estádio reprodutivo do <i>Mesosetum chaseae</i> no tratamento sem queima e com gado.....	129
Figura 15. Estádio reprodutivo do <i>Mesosetum chaseae</i> no tratamento com queima e sem gado.....	129

Figura 16. Estádio reprodutivo do <i>Mesosetum chaseae</i> no tratamento com queima e com gado.....	129
Figura 17. Estádio vegetativo do <i>Axonopus purpusii</i> no tratamento sem queima e sem gado.....	130
Figura 18. Estádio vegetativo do <i>Axonopus purpusii</i> no tratamento sem queima e com gado.....	130
Figura 19. Estádio vegetativo do <i>Axonopus purpusii</i> no tratamento com queima e sem gado.....	130
Figura 20. Estádio vegetativo do <i>Axonopus purpusii</i> no tratamento com queima e com gado.....	130
Figura 21. Estádio reprodutivo do <i>Axonopus purpusii</i> no tratamento sem queima e sem gado.....	132
Figura 22. Estádio reprodutivo do <i>Axonopus purpusii</i> no tratamento sem queima e com gado.....	132
Figura 23. Estádio reprodutivo do <i>Axonopus purpusii</i> no tratamento com queima e sem gado.....	132
Figura 24. Estádio reprodutivo do <i>Axonopus purpusii</i> no tratamento com queima e com gado.....	132
Figura 25. Estádio vegetativo do <i>Andropogon selloanus</i> no tratamento sem queima e sem gado.....	133
Figura 26. Estádio vegetativo do <i>Andropogon selloanus</i> no tratamento sem queima e com gado.....	133
Figura 27. Estádio vegetativo do <i>Andropogon selloanus</i> no tratamento com queima e sem gado.....	133

Figura 28. Estádio vegetativo do <i>Andropogon selloanus</i> no tratamento com queima e com gado.....	133
Figura 29. Estádio reprodutivo do <i>Andropogon selloanus</i> no tratamento sem queima e sem gado.....	134
Figura 30. Estádio reprodutivo do <i>Andropogon selloanus</i> no tratamento sem queima e com gado.....	134
Figura 31. Estádio reprodutivo do <i>Andropogon selloanus</i> no tratamento com queima e sem gado.....	134
Figura 32. Estádio reprodutivo do <i>Andropogon selloanus</i> no tratamento com queima e com gado.....	134
Figura 33. Estádio vegetativo do <i>Trachypogon spicatus</i> no tratamento sem queima e sem gado.....	136
Figura 34. Estádio vegetativo do <i>Trachypogon spicatus</i> no tratamento sem queima e com gado.....	136
Figura 35. Estádio vegetativo do <i>Trachypogon spicatus</i> no tratamento com queima e sem gado.....	136
Figura 36. Estádio vegetativo do <i>Trachypogon spicatus</i> no tratamento com queima e com gado.....	136
Figura 37. Estádio reprodutivo do <i>Trachypogon spicatus</i> no tratamento sem queima e sem gado.....	137
Figura 38. Estádio reprodutivo do <i>Trachypogon spicatus</i> no tratamento sem queima e com gado.....	137
Figura 39. Estádio reprodutivo do <i>Trachypogon spicatus</i> no tratamento com queima e sem gado.....	137

Figura 40. Estádio reprodutivo do <i>Trachypogon spicatus</i> no tratamento com queima e com gado.....	137
Figura 41. Estádio vegetativo do <i>Richardia grandiflora</i> no tratamento sem queima e sem gado.....	138
Figura 42. Estádio vegetativo do <i>Richardia grandiflora</i> no tratamento sem queima e com gado.....	138
Figura 43. Estádio vegetativo do <i>Richardia grandiflora</i> no tratamento com queima e sem gado.....	138
Figura 44. Estádio vegetativo do <i>Richardia grandiflora</i> no tratamento com queima e com gado.....	138
Figura 45. Estádio reprodutivo do <i>Richardia grandiflora</i> no tratamento sem queima e sem gado.....	140
Figura 46. Estádio reprodutivo do <i>Richardia grandiflora</i> no tratamento sem queima e com gado.....	140
Figura 47. Estádio reprodutivo do <i>Richardia grandiflora</i> no tratamento com queima e sem gado.....	140
Figura 48. Estádio reprodutivo do <i>Richardia grandiflora</i> no tratamento com queima e com gado.....	140
Figura 49. Estádio vegetativo do <i>Desmodium barbatum</i> no tratamento sem queima e sem gado.....	141
Figura 50. Estádio vegetativo do <i>Desmodium barbatum</i> no tratamento sem queima e com gado.....	141
Figura 51. Estádio vegetativo do <i>Desmodium barbatum</i> no tratamento com queima e sem gado.....	141

Figura 52. Estádio vegetativo do *Desmodium barbatum* no tratamento com queima e com gado.....141

Figura 53. Estádio reprodutivo do *Desmodium barbatum* no tratamento sem queima e sem gado.....142

Figura 54. Estádio reprodutivo do *Desmodium barbatum* no tratamento sem queima e com gado.....142

Figura 55. Estádio reprodutivo do *Desmodium barbatum* no tratamento com queima e sem gado.....142

Figura 56. Estádio reprodutivo do *Desmodium barbatum* no tratamento com queima e com gado.....142

Figura 57. Estádio vegetativo do *Sporobolus jacquemontii* no tratamento sem queima e sem gado.....143

Figura 58. Estádio vegetativo do *Sporobolus jacquemontii* no tratamento sem queima e com gado.....143

Figura 59. Estádio vegetativo do *Sporobolus jacquemontii* no tratamento com queima e sem gado.....143

Figura 60. Estádio vegetativo do *Sporobolus jacquemontii* no tratamento com queima e com gado.....143

Figura 61. Estádio reprodutivo do *Sporobolus jacquemontii* no tratamento sem queima e sem gado.....145

Figura 62. Estádio reprodutivo do *Sporobolus jacquemontii* no tratamento sem queima e com gado.....145

Figura 63. Estádio reprodutivo do *Sporobolus jacquemontii* no tratamento com queima e sem gado.....145

Figura 64. Estádio reprodutivo do <i>Sporobolus jacquemontii</i> no tratamento com queima e com gado.....	145
Figura 65. Estádio vegetativo do <i>Setaria geniculata</i> no tratamento sem queima e sem gado.....	146
Figura 66. Estádio vegetativo do <i>Setaria geniculata</i> no tratamento sem queima e com gado.....	146
Figura 67. Estádio vegetativo do <i>Setaria geniculata</i> no tratamento com queima e sem gado.....	146
Figura 68. Estádio vegetativo do <i>Setaria geniculata</i> no tratamento com queima e com gado.....	146
Figura 69. Estádio reprodutivo do <i>Setaria geniculata</i> no tratamento sem queima e sem gado.....	147
Figura 70. Estádio reprodutivo do <i>Setaria geniculata</i> no tratamento sem queima e com gado.....	147
Figura 71. Estádio reprodutivo do <i>Setaria geniculata</i> no tratamento com queima e sem gado.....	147
Figura 72. Estádio reprodutivo do <i>Setaria geniculata</i> no tratamento com queima e com gado.....	147
Figura 73. Estádio vegetativo do <i>Eragrostis bahiensis</i> no tratamento sem queima e sem gado.....	148
Figura 74. Estádio vegetativo do <i>Eragrostis bahiensis</i> no tratamento sem queima e com gado.....	148
Figura 75. Estádio vegetativo do <i>Eragrostis bahiensis</i> no tratamento com queima e sem gado.....	148

Figura 76. Estádio vegetativo do <i>Eragrostis bahiensis</i> no tratamento com queima e com gado.....	148
Figura 77. Estádio reprodutivo do <i>Eragrostis bahiensis</i> no tratamento sem queima e sem gado.....	150
Figura 78. Estádio reprodutivo do <i>Eragrostis bahiensis</i> no tratamento sem queima e com gado.....	150
Figura 79. Estádio reprodutivo do <i>Eragrostis bahiensis</i> no tratamento com queima e sem gado.....	150
Figura 80. Estádio reprodutivo do <i>Eragrostis bahiensis</i> no tratamento com queima e com gado.....	150

Capítulo 6. página

Figura 1. Temperaturas do ar (média, máxima e mínima) da casa de vegetação com o banco de sementes do caronal (<i>Elyonurus muticus</i>).....	198
---	-----

Apêndice página

Figura 1. Vista de uma parcela aceirada do campo de capim-carona (<i>Elyonurus muticus</i>), na fazenda Nhumirim.....	249
Figura 2. Raízes de uma touceira do capim-carona (<i>Elyonurus muticus</i>) no campo, na fazenda Nhumirim.....	249

AGRADECIMENTOS

Agradeço a orientação do Professor Dr. Orivaldo Brunini, do Instituto Agronômico de Campinas (IAC - SP).

A co-orientação do Dr. Arnildo Pott, pesquisador da EMBRAPA/Pantanal.

À banca examinadora da tese.

Ao chefe geral da EMBRAPA/Pantanal Dr. Mário Dantas e chefes adjuntos Dr. Antônio Rosa e Dr. J. A. Comastri, pelo apoio recebido.

Aos colegas da EMBRAPA/Pantanal, especialmente a pesquisadora Valí Joana Pott e Antônio Arantes.

À estagiária e amiga Cristiane Rodrigues Duarte.

Ao pessoal de apoio da EMBRAPA/Pantanal: Eneide de Toledo, Luiz Fernando Espinoza, Admar Rodrigues, Sebastião Barbosa, Egídia Costa, Benedita Rodrigues, Eliney, Sr. Wibert e outros.

Ao pessoal de apoio da Fazenda Nhumirim.

Aos bibliotecários D. Helena Aderaldo e Fernando Bardauil.

Ao professor Dr. José Carlos Barbosa, da FCAV/UNESP de Jaboticabal (SP), pela assistência na análise estatística.

Ao Dr. Eduardo Caruso do IAC, pela orientação na utilização da câmara de pressão.

À Josênia e Sílvia, secretárias da pós-graduação da Biologia Vegetal.

Aos meus familiares: Mônica e Roberto Fragnito, irmãs, a minha mãe Tê e ao meu pai.

A muitos que consciente ou inconscientemente torceram por mim.

Aos meus amigos invisíveis, ao Pantanal e a Deus, o meu sincero, muito obrigada.

RESUMO

O estudo foi realizado em áreas de campo sujo (savana gramíneo-lenhosa) com dominância da gramínea nativa *Elyonurus muticus* (caronal), na fazenda Nhumirim pertencente à EMBRAPA/Pantanal e localizada na sub-região da Nhecolândia, no Pantanal Mato-grossense (18° 59' S; 56° 39' W e altitude 98m). Somente a rebrota desta gramínea, que ocupa aproximadamente 20% da área da Nhecolândia, é consumida após a queima pelos bovinos, sendo que a criação extensiva destes constitui a principal atividade econômica da região. Assim, devido à queima anual no caronal ser uma forma de manejo tradicionalmente utilizada no Pantanal, cujas pastagens nativas são a base da alimentação da pecuária de corte, o experimento teve por objetivos avaliar a biomassa aérea e a produtividade primária líquida aérea da pastagem e por espécie, os nutrientes do solo, a fenologia de algumas espécies, a composição florística e botânica, a frequência de ocorrência das espécies no campo e o seu banco de sementes, sob ação da queima anual e da presença animal no caronal.

Além disso, objetivou-se avaliar o potencial de água nas folhas das gramíneas *Elyonurus muticus* e *Mesosetum chaseae* (espécie consumida pelos animais), a profundidade do lençol freático, o teor de umidade e potencial matricial da água do solo e correlacioná-los aos elementos climáticos, à biomassa aérea e à produtividade primária líquida do campo. A densidade e a matéria seca da raiz do capim-carona, assim como o tamanho de sua população, foram avaliados com o intuito de verificar se o fogo e a ação animal (pastejo, pisoteio e estrumação) favorecem ou não o *Elyonurus muticus*.

A área experimental constitui-se de quatro blocos, cada um com os quatro tratamentos aplicados (SFSG = sem fogo, sem gado; SFCG = sem fogo, com gado; CFSG = com fogo, sem gado e CFCG = com fogo, com gado) e distantes um do outro de 2 a 6 km e separados por baías, salinas, cordilheiras (cerradões) e relevo (pequenas

elevações e depressões). Em cada bloco mediu-se periodicamente a profundidade do lençol freático, o teor de umidade e o potencial matricial da água do solo, havendo diferença entre estes devido à posição geográfica de cada um. Somente no bloco com baixo nível do lençol freático houve correlação positiva entre a precipitação pluviométrica e o teor de umidade e potencial matricial da água do solo. Nos blocos com nível do lençol freático alto houve correlação negativa entre este e o teor de umidade e potencial matricial da água do solo. A profundidade do lençol freático de cada bloco somente se correlacionou com a precipitação a partir de 28 a 56 dias após a mesma.

O fogo somente alterou ($P < 0,01$) o potencial de água das folhas da gramínea *Elyonurus muticus*. Tanto a hora do dia como a época ou estação do ano em que se fez a medição do potencial de água do *E. muticus* e *Mesosetum chaseae* determinaram efeitos significativos ($P < 0,01$) sobre o potencial de água nas folhas das espécies. No período das 13 às 16 horas e na época seca ocorreram os mais baixos potenciais. As duas gramíneas demonstraram adaptações à seca com possível ajustamento osmótico.

A biomassa aérea das espécies *Elyonurus muticus*, *Andropogon selloanus* e a do material morto foram significativamente ($P < 0,01$) afetadas pelo fogo. Não houve efeito da presença animal na produção aérea (kg MS/ha) em nenhuma das espécies. A produtividade primária líquida aérea total foi de 1,35 e 1,55 g/m²/dia, respectivamente a partir da primeira (26 de agosto de 97 a março de 98) e segunda (11 de agosto de 1998 a março de 99) queimadas, contra 2,06 e 1,20 g/m²/dia nas áreas sem queima. Os teores médios de proteína bruta (PB), nas principais gramíneas do caronal aumentaram significativamente ($P < 0,01$) sob efeito do fogo, mas não chegaram a 7% de PB, que é o mínimo exigido na nutrição animal. Os valores da produção de MS aérea total foram correlacionados negativamente à profundidade do lençol freático e a produtividade primária líquida aérea total foi correlacionada positivamente à precipitação e à temperatura do ar.

A densidade e a matéria seca da raiz do capim-carona foram quantificados em duas profundidades do solo (0 a 10 e 10 a 20 cm) com densidade de raiz de 3,72 e 1,46 cm/cm³ e matéria seca da raiz de 2,44 e 0,51 g/441,79 cm³, respectivamente para as duas profundidades. Não houve efeito do fogo e da presença animal (P>0,01) sobre os resultados, houve somente efeito de época da amostragem. As épocas de chuva determinaram maior densidade e matéria seca das raízes.

Imediatamente após a queima no caronal, houve diminuição (P<0,01) dos teores médios de Na (9,81 mg/dm³ sem queima e 7,63 mg/dm³ com queima) e aumentos dos teores médios de Ca (40,05 e 58,22 mg/dm³), K (40,26 e 55,09 mg/dm³) e elevação do pH (5,45 sem queima e 5,66 com queima no solo). A presença animal determinou aumento dos teores médios no solo do P (11,21 mg/dm³ sem animal e 14,32 mg/dm³ com animal) e elevação do pH (5,46 e 5,58).

A fenologia de dez espécies do caronal, caracterizada pela avaliação das plantas nos estádios vegetativo e reprodutivo, sofreu efeitos do fogo, da presença animal, condições sazonais (precipitação pluvial) e potencial matricial de água no solo. As espécies que tiveram efeito do fogo com indução da floração e frutificação pós-queima foram *Elyonurus muticus*, *Andropogon selloanus* e *Sporobolus jacquemontii*.

O número médio de touceiras do capim-carona não sofreu alteração (P>0,01) em função dos tratamentos queima e presença animal, com média de 96,74 touceiras por 60m². Esses tratamentos promoveram efeitos significativos (P<0,01) no número médio de touceiras com inflorescências, sendo de 18,17 com queima e 1,49 sem queima. A presença animal determinou média de 5,56 touceiras com inflorescências nas parcelas com animal e 14,52 sem animal. O número médio de perfilhos por touceira foi de 140,25 no tratamento sem queima e sem animal e de 114,15 perfilhos nos outros tratamentos. O número médio de inflorescências por touceira foi de 23,63 nas parcelas que receberam fogo e valor zero onde não houve queima. A altura média das touceiras foi de 52,36 cm no tratamento sem animal e 43,84 cm com animal.

O levantamento florístico detectou 155 espécies em toda a área experimental, não havendo efeito do fogo e do animal (média de 40,87 espécies nos tratamentos), mas houve efeito da época de amostragem (sazonalidade) com média de 46,6 espécies na época chuvosa e 35,17 na época mais seca. *E. muticus* e *M. chaseae* foram as únicas espécies que apresentaram frequência absoluta maior que 80% e estas espécies acrescidas ao *Axonopus purpusii*, *Andropogon selloanus* e *Trachypogon spicatus* representaram juntas 85,13% do peso seco da biomassa aérea total. Constataram-se 65 espécies comuns à flora do campo e às plântulas emergidas do banco de sementes do caronal. O número médio de plântulas emergidas do banco de sementes foi superior ($P < 0,01$) no tratamento sem animal (100,55 contra 78,92 plântulas com animal). A pós-queima determinou ($P < 0,01$) um número médio de plântulas de 76,57 contra 96,32 no tratamento sem queima. Houve efeito de época para a emergência de plântulas, sendo a menor emergência em épocas ($P < 0,01$) quando ocorreu temperatura mínima absoluta inferior a 18°C na casa de vegetação.

De modo geral, os tratamentos fogo e animal não determinaram grandes alterações nos parâmetros avaliados e as plantas do caronal demonstraram adaptações à seca, ao fogo e ao pastejo. As condições ambientais sazonais como a precipitação pluviométrica, alagamentos, teor de umidade do solo, potencial matricial da água do solo e variação do nível do lençol freático foram os maiores modificadores da flora, da produtividade primária líquida aérea, da densidade e matéria seca da raiz e do número de touceiras e dos perfilhos por touceira do *Elyonurus muticus*.

ABSTRACT

EFFECTS OF FIRE AND ANIMAL PRESENCE ON ROOT AND ABOVE-GROUND BIOMASS, SOIL NUTRIENTS, FLORISTIC COMPOSITION, PHENOLOGY AND DYNAMIC OF A GRASS CARONA FIELD (*Elyonurus muticus* (Spreng.) O. Ktze.) ON PANTANAL (NHECOLANDIA SUBREGION).

This study was conducted in cerrado grassland areas (savanna gramíneo-lenhosa) with predominance of the native grass *Elyonurus muticus* (caronal), at Nhumirim ranch owned by EMBRAPA/Pantanal located in Nhecolândia subregion, at Mato Grosso's Pantanal wetland (18° 59' S; 56° 39' W and 98m). This grass, present in approximately 20 % of Nhecolândia area, is consumed only by cattle (which extensive breeding is the main economic activity of that area), as regrowth of the plants after fire. As yearly fire is a technique traditionally used in Pantanal, where native pastures are the basic food for the cattle, this experiment aimed to evaluate the above-ground biomass and the above-ground net primary productivity of the grass and per species, the soil nutrients, the phenology of some species, the botanical and floristic composition, the frequency of occurrence some species in the field and their seed bank under the action of the yearly fire and animal presence in the caronal.

Besides that, this work aimed also the evaluation of the water potencial on the leaves of *Elyonurus muticus* and *Mesosetum chaseae* grasses (species consumed by the animals), the water table level, the humidity concentration and the matritial potential of water in the soil and correlate them with climatic elements, above-ground biomass and the net primary productivity of the grassland. Some parameters, like root density and dry weight of grass "carona" and the size of its population, were analysed in order to verify if fire and the animal action (grazing, trampling

and faeces) favours the *Elyonurus muticus*, undesirable grass by farmers.

The experimental area is formed by four blocks, each one with the four applied treatments (NFNC = no fire, no cattle; NFWC = no fire, with cattle; WFNC, with fire, no cattle; WFWC = with fire, with cattle). The blocks, distant approximately 2 and 6 km one from the other, are separated by ponds, brackish ponds, sandy ridges (cordilheiras, cerradões) and relief (small elevations and depressions). The water table level, the humidity concentration and the matritial potential of water in the soil were measured periodically in each block, and differences were observed, due to their geographical position. Only in the block with high water table level a positive correlation between the pluviometric precipitation and the humidity concentration and matritial potential of water in the soil was noted. In the blocks with high water table level, there was a negative correlation between that and the humidity concentration and matritial potential of water in the soil. The water table level of each block only indicated a correlation with the precipitation in the period of 28 to 56 days after the precipitation. The fire modified ($P < 0.01$) the water potential only in the *Elyonurus muticus* grass leaves. The time of the day and also the season when the water potential of *E. muticus* and *Mesosetum chaseae* was measured determined significant effects ($P < 0.01$) on the water potential on the leaves. The lowest potentials occurred on the 13 to 16 h period and in the dry season. The two grasses demonstrated adaptations to the dry season with possible osmotic adjustment.

The above-ground biomass of *Elyonurus muticus* and *Andropogon selloanus* species and the dead material were significantly ($P < 0.01$) affected by fire. There was no effect of the animal presence in the area (kg MS/ha) in any species. The total above-ground net primary productivity was 1.35 and 1.55 g/m²/day, respectively after the first (August 26th, 1997 to March, 1998) and second (August 11st, 1998 to March 99) fires compared to 2.06 and 1.20 g/m²/day on the areas without fire. The mean

concentrations of PB on the caronal main grasses increased significantly ($P < 0.01$) under effect of the fire, but they not reach 7% of PB, the critical level for animal nutrition. The production values of total above ground MS were negatively correlated to water table level and the total above-ground net primary productivity was positively correlated to precipitation and air temperature.

The density and the dry weight of "carona" grass root were quantified on two soil depths (0 to 10 and 10 to 20 cm), with densities of 3,72 and 1,46 cm^3/cm^3 and dry weight of 2,44 and 0,51 $\text{g}/441,79 \text{ cm}^3$, respectively. There was no effect of fire and animal presence ($P > 0,01$) on the results, there was only effect of sampling season. The rainy seasons determined higher root density and dry weight.

Immediately after the fire on the caronal, there was a decrease on the mean concentrations of Na (9,81 mg/dm^3 without fire and 7,63 mg/dm^3 with fire) and increases on the mean concentrations of Ca (40,05 and 58,22 mg/dm^3), K (40,26 and 55,09 mg/dm^3) and in pH (5,45 without fire and 5,66 with fire in the soil). The animal presence determined an increase on the concentrations of P (11,21 without animals and 14,32 mg/dm^3 with animals) and increase in pH (5,46 and 5,58).

The phenology of ten species of caronal, characterized by the evaluation of plants on the vegetative and reproductive stages, was affected by fire, animal presence, seasonal conditions (rain) and matritial potential of the soil. Species that were affected by fire with floration induction and fructification after burning were *Elyonurus muticus*, *Andropogon selloanus* and *Sporobolus jacquemontii*.

The number of plants of "carona" grass was not affected ($P > 0,01$) by the fire and animal presence treatments, with mean values of 96,74 bunches/60 m^2 . These treatments promoted significant effects ($P < 0,01$) on the number of plants with inflorescences (18,17 with fire and 1,49 without fire). The animal presence determined a mean value of 5,56 plants with inflorescences while

14,52 on areas without animals. The mean number of tiller per plants was 140,25 on the treatment without fire and animals, while 114,15 on other treatments. The mean number of inflorescences per plants was 23,63 on areas where fire was applied and zero where fire was not applied. The mean height of plants was 52,36 cm on treatment without animals and 43,84 cm on the presence of them. Results suggest that the caronal plants have high phenotypic plasticity.

The floristic survey determined 155 species over the experimental area, with no effect of fire and animals (mean value of 40,87 species on the treatments), but there was an effect of the sampling season, with mean of 46,6 species in the rainy season and 35,17 in the dry season. *E. muticus* and *M. chaseae* were the only species that demonstrated frequency of occurrence higher than 80% and these species, added to *Axoponus purpusii*, *Andropogon selloanus* and *Trachypogon spicatus*, represented, together, 85.13 % of the dry weight of the total above-ground biomass. There were observed 65 species common to the field flora and the seed bank. The mean number of seedlings emerged from the seed bank was higher ($P < 0,01$) on the treatment with animals (100,55) than on the treatment without animals (78,92). After the fire ($P < 0,01$), a mean number of 76,75 seedlings, was determined compared to 96,32 on the treatment without fire. There were noted an effect of season on seedling emergence, with lowest issuance ($P < 0,01$) when the minimum absolute temperature was lower than 18 °C in the greenhouse.

In general, the treatments with fire and animals not cause large alterations on the evaluations done, and the caronal plants demonstrated adaptation to dry season, fire and grazing. The seasonal environmental conditions, like pluviometric precipitation, floods, soil humidity concentration, water table level and soil matritial potential were the highest modifiers of flora, above-ground net primary productivity, root density and dry weight and number of plants and tillers per plants of *Elyonurus muticus*.

INTRODUÇÃO GERAL

Considerações sobre o Pantanal

O Pantanal Mato-grossense é considerado a maior planície savânica neotropical inundável do mundo, situada entre os paralelos 16° e 22° de latitude Sul e os meridianos 55° e 58° de longitude Oeste, dentro dos estados de MT (35,5%) e MS (65,5%), com 138.183 km² de área brasileira (SILVA e ABDON, 1998). Esta planície ainda está em processo de sedimentação (quaternária), proveniente dos rios da Bacia do Alto Paraguai.

Até há pouco tempo, a planície era considerada o Complexo Pantanal, mas após considerações de Veloso (1972) citado por AZEVEDO (1995), ADÂMOLI (1982, 1986, 1987) e AB'SABER (1988), tomou-se como fato, tratar-se de um conjunto de vários ecossistemas. O Pantanal é o resultado da influência das regiões fitogeográficas da Amazônia ao norte, dos Cerrados do Planalto a leste, do Chaco a oeste e da Mata Atlântica a sudeste (ADÂMOLI, 1982; FRANCE e SCHALLER, 1982).

Pela classificação de SARMIENTO e MONASTÉRIO (1975), a savana do Pantanal é hiperestacional, pois, apesar de apresentar solo de textura arenosa, na maioria de sua extensão, apresenta o nível do lençol freático muito elevado, determinando grandes cheias de origem pluvial e fluvial de diferentes proporções, variável de ano para ano e dentro dos anos (anuais e plurianuais). Assim basicamente, temos a seguinte sazonalidade (momento hidrológico) no Pantanal: começo das chuvas em outubro, cheia (começo em fevereiro e fim em maio, mas variável conforme a sub-região da qual está se referindo) e seca em julho/agosto.

Como as savanas sazonais (inverno seco e verão chuvoso), o Pantanal apresenta baixa fertilidade dos solos, animais herbívoros em grande quantidade e a presença de queimadas frequentes, a maioria de origem antrópica.

O clima da região do Pantanal Mato-grossense é o Aw (clima savânico caracterizado por temperatura do mês mais frio maior ou igual a 18°C e precipitação do mês mais seco menor ou igual a 30 mm, conforme a classificação de Köppen) e está relacionado com fatores climáticos da bacia do Alto Paraguai e com fatores orográficos que influenciam os movimentos da massa de ar (CADAVID GARCIA, 1984). A temperatura média anual do ar é de 25,4°C, com mínima de 20,4°C nos meses de inverno e máxima de 31,6°C no verão. A precipitação média é 1185 mm por ano, com média de 75% das chuvas de outubro a março e umidade relativa do ar média de 82%, com valores mais baixos em julho e agosto. Esses dados referem-se a médias de dados climáticos obtidos na Estação Agroclimatológica de Nhumirim (sub-região de Nhecolândia) no período de 1977 a 1996, considerados a Normal Climática da região (SORIANO, 1998). No norte do Pantanal (região de Cáceres), registrou-se 82,4% da chuva média anual de 1285 mm, entre outubro a março e no sul do Pantanal (Porto Murtinho) 68% com média de 1146 mm, para o período de 1977 a 1981 (CADAVID GARCIA, 1984). SORIANO (1996) registrou dados meteorológicos da sub-região da Nhecolândia, do período de 1977 a 1995. A precipitação pluvial média foi de 1182,5 mm, sendo 72% das chuvas entre novembro e março. Somente 6% do total das chuvas ocorreu de junho a agosto, o qual corresponde ao período de maior estiagem do ano. A umidade relativa do ar variou de 75% a 86%.

A altitude média da planície pantaneira é de 120 m, variando de 80 a 150 m e declividade de 2,5 a 5,0 cm/km de norte a sul e de 10 a 20 cm/km de leste a oeste (ADÂMOLI, 1987). A pequena declividade associada ao tipo de relevo e à variação na distribuição das chuvas na Bacia do Alto Paraguai, condicionam o regime das cheias no Pantanal. Conforme POTT (1994), de 33% a 50% da área do Pantanal apresenta inundação fluvial e o restante é alagado por chuvas.

Cerca de 92% dos solos do Pantanal Mato-grossense são hidromórficos (AMARAL FILHO, 1986), sendo os solos classificados como Laterita hidromórfica (20,31%), Podzol hidromórfico (18,81%), Planossolo (11,81%), Glei pouco húmico (11,66%), Planossolo solódico (11,55%), Solonetz solodizado (11,51%), Vertissolo (5,80%), Podzólico vermelho-amarelo (4,77%), solos litólicos (1,63%), areias quartzosas hidromórficas (1,07%), Brunizém avermelhado (0,62%), solos aluviais (0,39%) e Latossolo vermelho-escuro (0,07%). Quanto à textura dos solos dos horizontes superficiais tem-se 65,80% para textura arenosa, 17,30% para média (silte) e 16,90% para argilosa.

O Pantanal está dividido em 11 sub-regiões (figura 1, capítulo 1), conforme SILVA e ABDON (1998), cujos critérios adotados na delimitação foram o regime hídrico de um determinado rio (inundação), relevo, fitofisionomias da vegetação e textura do solo (Poconé, Porto Murtinho, Abobral, Aquidauana, Miranda, Nabileque solos argilosos e Barão de Melgaço, Paiaguás, Nhecolândia, Paraguai e Cáceres, solos arenosos (ALLEM e VALLS, 1987)). Segundo CADAVID GARCIA (1981 e 1984) observam-se diferenças climáticas de uma sub-região para outra, do ponto de vista da intensidade e da distribuição dos fenômenos de chuva e temperatura. Além dessas diferenças, cada sub-região é influenciada por diferentes fitogeografias que convergem para o Pantanal conforme sua localização.

A grande diversidade de flora e composição fisionômica dos ecossistemas do Pantanal, determinadas pelo conjunto de sua geologia, geomorfologia e hidrologia, proporcionou uma variedade de habitats para as cerca de 35 espécies de anfíbios distribuídos em 6 famílias; cerca de 80 espécies de répteis (BRASIL/PCBAP, 1997a), 262 espécies de peixes identificadas até o momento; 656 espécies de aves em 10 dos 15 municípios do Pantanal, que com levantamento para toda a planície pantaneira, elevará esse número (BRASIL/PCBAP, 1997a); 95 espécies de mamíferos em 21 famílias ocorrentes na região da Bacia do Alto Paraguai (BRASIL/PCBAP,

1997a) e um grande número de invertebrados (artrópodes, nematóides, etc.).

Há grande compatibilidade na região entre a bovinocultura de corte (principal atividade econômica da região, seguida da pesca, turismo e mineração) e a preservação da natureza. Até o momento, apesar da intensificação nos últimos anos do desmatamento de áreas pouco aconselháveis, considera-se que na região pouco há de degradação do ambiente ou extinção de espécies silvestres em prol de uma economia intensiva e desenfreada. A área desmatada no Pantanal para implantação de pastagens cultivadas até 1990/91 foi quantificada por SILVA et al. (1998) em 5437,73 km², ou 3,9% da área do Pantanal.

O que de mais grave ocorre em termos de impacto ambiental no Pantanal Mato-grossense provém do Planalto através do assoreamento e contaminação dos rios com mercúrio da extração do ouro e agrotóxicos das grandes culturas como a soja. Ocorre também devastação da nascente do Rio Paraguai pela extração de diamantes, desmatamento desordenado, caça e pesca impróprias, possibilidade da construção da hidrovia de Cáceres (MT) até Nova Palmeira (Uruguai) e a construção em 1998 do gasoduto Brasil-Bolívia (FERREIRA et al., 1994). Ainda, há grandes queimadas anuais indiscriminadas em qualquer fitofisionomia, como os cerradões e capões que são refúgios e locais de ninhos dos animais silvestres.

Vegetação das Savanas (Cerrados) e do Pantanal

As savanas no mundo ficam entre os Trópicos, cobrindo 13% da superfície terrestre. No Brasil, as savanas têm a denominação local de Cerrados (COUTINHO, 1976; EITEN, 1972 e 1978; SARMIENTO, 1983a), tomando cerca de 1.860.000 Km² de área, nos seguintes estados: Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Tocantins, Goiás, Minas Gerais, Bahia, Piauí, Maranhão com grandes áreas e manchas de vegetação em Rondônia, Pará, Ceará e São Paulo.

Os cerrados brasileiros são um gradiente de fitofisionomias variável em sua estrutura e composição botânica e florística, assim denominados por pesquisadores (EITEN, 1968; COUTINHO, 1976): campo limpo (campo de pastagens naturais com predominância de gramíneas, sem árvores), campo sujo (pastagens naturais com poucos arbustos e palmeiras acaules), campo cerrado (savana aberta com árvores entre as gramíneas e herbáceas), cerrado "sensu stricto" (média de 35% de árvores entre herbáceas e gramíneas) e cerradão (predominância de árvores, com ausência ou pouca frequência de arbustos, herbáceas e gramíneas). COUTINHO (1978) considerou que campo sujo, campo cerrado e cerrado "sensu stricto" são as formas savânicas de cerrado, formas ecotonais entre a floresta xeromorfa (cerradão) e o campo limpo.

A vegetação dos cerrados está bem adaptada ao fogo (fenômeno freqüente na região há muito tempo), ao gado bovino de corte e também à seca. Seu número exato de espécies é ainda incerto, aumentando a cada estudo fitossociológico e florístico. Mas RATTER e RIBEIRO (1996) citando Heringer et al. (1977) listaram 774 espécies lenhosas (sendo 43% destas consideradas endêmicas). COUTINHO (1994), RATTER e RIBEIRO (1996), consideraram que o número de espécies de plantas herbáceas, subarbustos e vegetação rasteira é muito maior que árvores e grandes arbustos. O levantamento florístico dos cerrados está disponível somente para poucos lugares e qualquer extrapolação torna-se irreal, conforme os referidos autores. Recentemente, CASTRO et al. (1999) revisando 1709 referências bibliográficas sobre a flora dos cerrados brasileiros, estimaram que haja de 1000 a 2000 espécies de árvores e arbustos e de 2000 a 5000 espécies de herbáceas, num total de 3000 a 7000 espécies nos cerrados.

Toda a riqueza florística dos cerrados é um grande recurso natural, sendo a base da criação extensiva de gado, alimentação de animais silvestres e banco genético de espécies forrageiras, medicinais e apícolas a serem exploradas racionalmente.

O Pantanal Mato-grossense, por sua vez, apresenta como unidade fitogeográfica mais extensa, as Savanas ou Cerrados com 70% da área (ADÂMOLI, 1982 e 1986), tomando áreas do Pantanal do leste, do nordeste e sudeste em direção ao centro-oeste, sendo sua maior parte territorial não inundável, exceto os campos limpos inundáveis. Ao norte e noroeste tem-se a influência da província fitogeográfica da floresta tropical amazônica (21% da área) comportando padrões de florestas decíduas e semidecíduas (AB'SABER, 1988), a sudeste a influência das florestas meridionais (Mata Atlântica) e a sudoeste e ao sul a influência do Chaco (savanas estépicas), que vêm do leste boliviano e noroeste paraguaio. A área correspondente a cada tipo de vegetação no Pantanal está disponível no Relatório do Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai (BRASIL/PCBAP, 1997b).

Na elaboração do PCBAP (realizado por Instituições de Pesquisa e Ensino, a pedido da Secretaria de Coordenação dos Assuntos do Meio-Ambiente - Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal), ocorreu um levantamento botânico na região da Bacia do Alto Paraguai. Nesse levantamento, fez-se a caracterização vegetacional (levantamento das espécies e mapeamento da cobertura vegetal) de todo o Pantanal (POTT *et al.*, 1997), que está contido na Bacia do Alto Paraguai, com seus 361.666 Km² (SILVA e ABDON, 1998). O Pantanal corresponde a 38,2% da área da bacia.

No mapeamento da cobertura vegetal do Pantanal (POTT *et al.*, 1997) verificou-se o domínio das seguintes fitofisionomias com suas respectivas formações vegetacionais: **1) Floresta Estacional Semidecidual** (formação Aluvial ou Mata Ciliar e Terras Baixas ou Mata Seca). **2) Savana (Cerrado)** com as formações simples, Florestada (Cerradão), Arborizada (Campo Cerrado, Cerrado, Cerrado Aberto), Parque (Lixeiral, Canjiqueiral, Paratudal) e Gramíneo-lenhosa (Campo, Campo Limpo, Campo Sujo, Caronal, Campina e Campo Alagado), e mais seis formações

compostas de savana. **3) Savana Estépica (Chaco)** com também formações simples de Florestada, Arborizada, Parque e Gramíneo-lenhosa e também mais seis formações compostas de savana estépica. **4) Formações Pioneiras** (predominante) com influência fluvial e/ou lacustre como Buritizal, Espinheiral, Cambarazal, Pirizal, Saranzeiro, Caetezal, Brejo, Bacero, Macega, Campo Sujo, Pateiral, Pimenteiral ou Camalote. **5) Ecótonos** (mistura florística entre tipos de vegetação) com a presença de 7 formações compostas pelas quatro fitofisionomias acima citadas do Pantanal. **6) Áreas** onde a vegetação nativa foi substituída por gramíneas exóticas.

O Pantanal não é somente Savana hiperestacional ou somente Cerrado. É possuidor de amplo espectro vegetacional, onde suas fitofisionomias e suas formações estão muitas vezes bem próximas umas das outras, formando um mosaico decorrente da posição geográfica, condições de fertilidade de solo, profundidade do lençol freático, do regime hidrológico da superfície (inundações sazonais) e regime pluviométrico. Assim, ao se estudar determinado aspecto ecológico ou econômico, relacionado à agropecuária, deve-se ter em mente que determinado resultado pode não ser extrapolado para outra área do Pantanal. Daí a importância da divisão do Pantanal em sub-regiões e ainda a determinação, em uma propriedade rural, do quanto representa em termos de área cada fitofisionomia nos seus vários piquetes.

As pastagens nativas do Pantanal

A região da planície pantaneira apresenta aptidão agroecológica para conservação em conjunto com a pecuária, o que já vem sendo praticado desde o século XVIII em grandes propriedades (geralmente maiores que 7.000 ha), num sistema de criação extensiva de gado de corte, sobre pastagens nativas com poucos cuidados. Nos últimos anos, houve desmatamentos das cordilheiras (cordões arenosos naturais das sub-regiões do Paiaguás e Nhecolândia, não inundáveis e cobertos por cerradão) para implantação de pastagens cultivadas, com espécies africanas,

geralmente *Brachiaria decumbens*, *B. humidicola* e/ou *B. brizantha*. Mais recentemente, com a aquisição de terras por grupos de empresários agropecuários, geralmente oriundos de outros estados, outras áreas de campo nativo (campo sujo, campo limpo) estão sendo aradas e gradeadas para plantio dessas espécies. Conforme SILVA *et al.* (1998) até 1991 as áreas mais atingidas pelo desmatamento foram a savana florestada (cerradão), savana arborizada (cerrado, campo-cerrado), floresta estacional semidecidual (mata seca, mata calcária) e savana estépica florestada (mata chaquenha, mata).

A planície do Pantanal Mato-grossense apresentando como característica principal o seu potencial de uso conservacionista, tem as pastagens naturais como o meio econômico renovável da criação de bovinos de corte, sendo a fonte básica de alimentação da pecuária extensiva, havendo, até pouco tempo, mínima aplicação de medidas tecnológicas, tanto de insumos agropecuários, como manejo adequado das pastagens e do rebanho.

As queimadas no Pantanal são muito freqüentes em campos naturais com dominância de gramíneas grosseiras ou duras (impalatáveis e altamente fibrosas com baixa digestibilidade), como campo de capim-carona (*Elyonurus muticus*), campo de capim-rabo-de-burro (*Andropogon bicornis*) e campo de fura-bucho (*Paspalum carinatum* ou *Paspalum stellatum*). Estas gramíneas só são consumidas pelos animais herbívoros na rebrota pós-queima.

Os produtores do Pantanal utilizam-se do fogo como manejo das pastagens nativas há tempos, muito embora estes ou seus empregados usem este manejo de forma indiscriminada sem se preocupar com a melhor época de atear fogo e nem mesmo com a proximidade a áreas de refúgio de animais. As queimadas já existiam na região antes da introdução da bovinocultura extensiva, mas de maneira natural. Portanto, para se saber até que ponto o fogo é prejudicial ao ambiente é necessário conhecer os seus efeitos, negativos ou não, sobre a vegetação que é a mais

diretamente atingida. Estudos ecológicos que venham determinar os efeitos do fogo e da presença do gado sobre a comunidade vegetal são a base para obter-se informações científicas, proporcionando formas de manejo viáveis ou alternativas de manejo futuro, como a substituição do capim-carona por outra espécie introduzida, fazer uso da queimada de forma prescrita e restrita ao campo e uso de vedação ou não do campo.

Assim, por não serem conhecidos e registrados os comportamentos ecofisiológicas da vegetação local do Pantanal à ação da frequência anual de queima e da presença de gado, somada à ação da cheia e seca estacionais, o presente estudo teve por objetivos: avaliar a biomassa aérea total e por espécie, a produtividade primária líquida aérea total, a relação produção/produtividade e fatores climáticos, o teor protéico de algumas espécies forrageiras, o nível de nutrientes do solo, a diversidade das espécies da pastagem (composição da comunidade), a fenologia de dez espécies, o tamanho da população do capim-carona, o comprimento e densidade de raízes do carona e o banco de sementes do campo sob ação dos tratamentos queima e presença animal (pastejo, estrumação e pisoteio) sobre o campo da savana gramíneo-lenhosa dominado pela gramínea *Elyonurus muticus*.

CAPÍTULO 1

CARACTERÍSTICAS AMBIENTAIS E ECOFISIOLÓGICAS DAS PLANTAS NATIVAS DO CARONAL (*Elyonurus muticus* (Spreng.) O. Ktze.) SOB PERTURBAÇÕES E ESTRESSES NO PANTANAL ARENOSO DA SUB-REGIÃO DA NHECOLÂNDIA

Introdução

Existem muitas espécies de plantas, especialmente as nativas, que possuem adaptações ou mecanismos de adaptação contra algumas perturbações ambientais naturais ou provocadas pelo homem (queimadas, pastejo, desmatamento, agricultura intensiva, erosão, assoreamento dos rios) e estresses provocados por condições climáticas desfavoráveis (seca, cheias ou enchentes, ventos, geada). Essas adaptações, que podem ser morfológicas e/ou fisiológicas, vêm sendo selecionadas há muito tempo e mostram-se altamente eficientes para a perpetuação das espécies que porventura sofram algum dano ou estresse.

Existem alguns indicadores de perturbação na vegetação em nível de indivíduo e nível de comunidade, que conforme HAY (1995) são: mudança nos padrões fenológicos, nas taxas fotossintéticas, na produtividade, na estratégia reprodutiva e aumento na susceptibilidade a pragas e doenças (nível de indivíduo). No nível de comunidade tem-se: mudança completa na fisionomia e mudança parcial com perda de algumas espécies, substituição de espécies, invasão por espécies exóticas, perda de estratos e mudança no padrão de cobertura. E conforme o referido autor citando Jordan (1985) e PICKETT e WHITE (1985), as perturbações podem ser variáveis quanto à intensidade (leve, moderada e severa) e duração (curta, intermediária e longa). Quanto à facilidade ou à dificuldade de dispersão das sementes ou propágulos vegetativos, as perturbações podem ser pequena, média e/ou grande. Após a perturbação, o processo de recuperação depende também da tolerância da espécie, população ou comunidade ao distúrbio.

O fogo é uma das perturbações ambientais antropogênicas mais antigas e no Brasil é registrada ocorrência de queimadas há 8600 anos (COUTINHO, 1981 e 1994) e há muito mais tempo na Austrália com os aborígenes (GILL, 1977). O fogo era utilizado pelos índios na caça, guerra e abertura de clareiras. Atualmente, é um instrumento de manejo bastante utilizado na agropecuária para desmatamentos, limpeza e formação de roças e pastagens, queima da cana-de-açúcar para facilitar o corte e queima de pastagens principalmente nativas, para remoção da macega e capim duro promovendo rebrota destes para consumo animal, sendo esta a principal finalidade das queimadas no Pantanal.

A presença do fogo no Pantanal está diretamente associada à ocupação das terras com introdução da pecuária extensiva de corte (cria e recria), há pelo menos 250 anos. A frequência das queimadas na região é anual e realizada em época variável dentro da estação seca (desde abril, maio a agosto, setembro, conforme as condições locais). O pantaneiro não controla as fitofisionomias a serem queimadas, com aceiros e condições atmosféricas ideais como temperatura e umidade relativa do ar, ventos e horário do dia para não haver propagação extensiva e indesejada das áreas queimadas (POTT, 1997). Não há planejamento, ou queimada programada com a intenção de manejar-se racionalmente as fazendas e áreas de conservação.

Conforme COUTINHO (1994), o fogo apresenta efeitos abióticos e bióticos sobre o ambiente. Entre os abióticos são citadas as alterações da temperatura do ar, temperatura do solo, umidade do solo, matéria orgânica e ciclagem dos nutrientes. Os efeitos bióticos são referentes à resistência das plantas, à produção, floração, dispersão e germinação das sementes e mortalidade da fauna.

Quanto aos mecanismos de resistência das plantas à queima, ou melhor, a altas temperaturas promovidas pelo fogo, os mecanismos descritos na literatura são somente morfológicos, e não morfofisiológicos, como acontece com os mecanismos de resistência ao pastejo e à seca ou inundação. Basicamente a sobrevivência das espécies forrageiras na pastagem natural deve-se aos seus órgãos subterrâneos como raízes tuberosas e caules subterrâneos (rizomas, xilopódios), as gemas meristemáticas basais protegidas e ao banco de sementes no solo (RACHID-EDWARDS, 1956; MATTOS, 1970; VOGL, 1974; TAITON e MENTIS, 1984). No caso das árvores e arbustos, os caules são suberizados e retorcidos e algumas vezes possuem grandes alturas, ficando fora do alcance das chamas. WHELAN (1995) citando Hare (1961) considerou que as plantas mesofíticas suportam temperatura até 50-55°C, em nível de tecido celular sem morte da parte aérea. Assim, dependendo da severidade da temperatura, os danos podem ser indiretos com mudanças metabólicas, desnaturação das proteínas, alteração da mobilidade dos lipídios e decomposição química, ou diretos com completa combustão (WHELAN, 1995). NAVEH (1975), relacionando as adaptações das plantas do mediterrâneo ao fogo, considerou que essas plantas possuem genótipo com informações de controle homeostático, ou seja, muitas plantas aumentam suas atividades fisiológicas (feedback positivo) ou diminuem-nas (feedback negativo).

O fogo, considerado como elemento modificador da estrutura, composição da vegetação e ferramenta de manejo de pastagens e reservas naturais, é estudado por muitos autores que investigam seu regime, comportamento e efeitos sobre o ambiente: seja solo, vegetação ou atmosfera, de forma direta ou indireta como alteração da qualidade da água e do solo por depósitos de cinzas de seus combustores (COUTINHO, 1980 e 1990).

Nas pastagens nativas do Pantanal, o material consumido na combustão é o campo vegetal, podendo estar com muito ou pouco

material morto depositado no solo, ou gramíneas altamente esclerificadas (capins duros e secos), além de pequenos arbustos distribuídos nos campos sujos, como no caronal (savana gramíneo-lenhosa). É claro que outras fitofisionomias são atingidas por queimadas, propositadamente ou não. No caso, o caronal tradicionalmente recebe fogo com frequência anual.

A ecologia do fogo é uma ciência atual que estuda os efeitos diretos e indiretos das queimadas acidentais ou provocadas sobre o ambiente, afetando os indivíduos, as populações e comunidades animais e vegetais (alterações da estrutura, composição, dinâmica populacional), além do efeito sobre o homem (sociais e econômicos). Este estudo inclui o comportamento do fogo (intensidade, altura, velocidade e temperatura das chamas, VOGL, 1974; WRIGHT, 1974; WRIGHT e BAILEY, 1982; TROLLOPE, 1984; ENGLE et al., 1989) e o regime da queima em uma região, que é basicamente o que influencia a composição e dinâmica da vegetação (LLOYD, 1968; GILL, 1977). O regime da queima inclui a frequência da queima (tempo entre duas queimadas na mesma área), a época da queimada (começo, meio ou final da seca, ou início das chuvas), tipo de fogo (fogo sobre herbáceas ou sobre arbóreas, diferem quanto à altura da chama) e extensão do fogo (queima em mosaico ou em forma contínua, conforme a cobertura vegetal) (WHELAN, 1995).

As condições climáticas das pastagens nativas tropicais (VOGL, 1974) e savanas (TRAPNELL, 1993) são favoráveis à queimada, pois estas apresentam a condição de seca em determinada época do ano (deficiência hídrica), altas temperaturas, alta taxa fotossintética das gramíneas (gramíneas C4) e conseqüente acúmulo de biomassa (STEUTER, 1987; KLINK, 1992). Assim, VOGL (1974) e COUGHENOUR (1985) consideraram que as pastagens nativas tropicais, os pastejadores, a seca e o fogo apareceram simultaneamente e são inseparáveis. GILL (1977) adverte que a vegetação ou flora, não está adaptada ao fogo em si, mas sim está adaptada a uma série de regimes de queima que implicam na interação do tipo de fogo,

frequência, intensidade e época de queima. As respostas das plantas à queima são características do seu ciclo de vida (germinação, crescimento, floração, frutificação) garantindo a sobrevivência da espécie (GILL, 1975). Ainda, foi observado que as comunidades vegetais que têm o fogo como fator ecológico constante queimam diferentemente (inflamabilidade da biomassa) das que não recebem (MUTCH, 1970).

Conforme ANDERSEN *et al.* (1998), para estudo da ecologia do fogo são necessários experimentos com parcelas razoavelmente grandes e com adequadas réplicas em várias áreas, estudos multidisciplinares, ensaios preliminares e detalhadas medições do fator fogo, como aspectos da intensidade do fogo que está diretamente relacionada à quantidade de biomassa a ser queimada (combustível), a época da queima e frequência do fogo, isto visando o estudo do comportamento do fogo e regime de queima. Os autores consideraram hipoteticamente que a época e a frequência da queima são mais importantes ecologicamente que a intensidade do fogo, pois queimadas em época de alta umidade ambiente e sob alta frequência (anual), determinam baixa intensidade do fogo e baixa frequência de queima determina alta intensidade.

A frequência do fogo sobre a vegetação é geralmente variável conforme a fitofisionomia. Para campos sujos ou limpos e pastagens nativas, a queima dá-se de um a dois anos (EITEN, 1972; COUTINHO, 1979). Há muitos levantamentos ou pesquisas no Brasil e exterior sobre regime de queimas em florestas (BACONE e POST, 1987; SOARES, 1980; SOARES, 1989; TCHIE e GAKAHU, 1989; WALDROP *et al.*, 1992; GLITZENSTEIN *et al.* 1995) e em pastagens (HARRINGTON, 1974; WHITE e CURRIE, 1983; EVERSON *et al.*, 1985; GIBSON, 1988; HANSMIRE *et al.*, 1988; SABIITI e WEIN, 1988; EVERSON *et al.*, 1989; STRONACH e McNAUGHTON, 1989; GIBSON *et al.*, 1990). Há também modelos matemáticos e sistemas inteligentes com o propósito de sugerir regime de queimadas programadas em savanas e/ou unidades de conservação, como já ocorre em outros países (FOSBERG e FURMAN,

1973; DAVIS *et al.*, 1986; EVERSON *et al.*, 1988; FFOLLIOTT *et al.*, 1988; WILGEN e WILLS, 1988; SCHMOLDT, 1989; PIVELLO e NORTON, 1996) e utilização de fotos aéreas e sensoriamento remoto para estudo das queimadas em pastagens e florestas (ADÁMOLI *et al.*, 1982; HESTER e SYDES, 1992).

Alguns trabalhos de pesquisa foram realizados com o intuito de averiguar o comportamento do fogo sobre as fitofisionomias da vegetação. MIRANDA *et al.* (1993) avaliaram a temperatura do ar durante a queima a 1, 60 e 160 cm do solo sobre o cerrado, campo cerrado e campo sujo. As temperaturas do ar variaram de 85°C (a 1 cm do nível do solo no cerrado) a 840°C (campo sujo a 60 cm do solo). As temperaturas do solo pouco variaram, a temperatura máxima foi a 1 cm de profundidade com 55°C. COUTINHO (1976) determinou temperatura máxima de 74°C durante a queimada no nível do solo. BILBAO (1995), avaliando as temperaturas do fogo sobre vegetação herbácea, com 50-90% de dominância de gramíneas, ciperáceas e pequenos arbustos nos Lhanos da Venezuela, registrou máximas ao redor de 300°C a uma altura de 0,5 m e de 175°C a 1,0 m, mas a queima mostrou-se irregular com chama até 1,5m e velocidade de 3 cm/s. KAUFFMAN *et al.* (1994), no cerrado "sensu lato", determinaram comprimento da chama de 2,7 a 5,4 m, altura das chamas de 1,8 a 3,7 m e intensidade da linha de fogo de 2842 a 16394 kW/m. O comportamento do fogo diferiu nas várias fitofisionomias do cerrado: o comprimento da chama variou de 1,4 a 3,4 m e intensidade da linha de fogo de 557 a 3693 kW/m no campo limpo e cerrado denso, respectivamente (CASTRO, 1995).

As queimadas controladas e programadas são aceitas por muitos pesquisadores e localidades fora do Brasil (Austrália, Estados Unidos, continente africano), como forma de manejo ecológico das pastagens e principalmente na prevenção contra incêndios acidentais e descontrolados nas savanas, florestas e parques

nacionais (GARDNER *et al.*, 1985; BAILEY, 1986; PARSONS *et al.*, 1986; FAULKNER *et al.*, 1989).

No Brasil, mais recentemente e no meio científico, discute-se a utilização da prescrição de queimadas preventivas em áreas consideradas reservas biológicas, estação ecológica, parques nacionais, estaduais e municipais, ou áreas de proteção ambiental. O estado de Mato Grosso do Sul não possui legislação própria quanto às queimadas, seguindo as leis federais do meio ambiente. Lei federal nº 4771 de 15 de setembro de 1965 (Código Florestal, art. 27 que diz "é proibido o uso do fogo nas florestas e demais formas de vegetação"), lei nº 6938 de 31 de agosto de 1981, Código Penal Brasileiro (capítulo I: dos crimes de perigo comum, art. 250), lei nº 9605 de 12 de fevereiro de 1998 (Lei de Crimes Ambientais), decreto nº 2661 de 08 de julho de 1998 e portaria nº 94-N de 09 de julho de 1998 (art. 1, 5 e único) cujo artigo 1º diz que "fica instituída a queima controlada, como fator de produção e manejo em áreas de atividades agrícolas, pastoris ou florestais, assim como com finalidade de pesquisa científica e tecnológica, a ser executada em áreas com limites físicos preestabelecidos".

A autorização para queima controlada deve ser obtida junto ao IBAMA, que prescreve algumas orientações que deverão ser seguidas, para não haver suspensão da autorização, como falta de aceiros nas áreas, queimadas realizadas em horários mais quentes e secos (o correto é queimar após uma chuva) e falta de comunicação e reunião dos vizinhos para fazer queimadas controladas e em mutirão (MATTOS, 1971; ANDERSON e PRESSALAND, 1987; BOOCK, 1988). A queimada deve ser realizada em etapas quando a área é muito grande (VILLARES, 1966).

Apesar do rigor nas leis contra as queimadas, o Brasil apresenta como maior fonte de emissão de poluentes atmosféricos os gases provenientes das queimas da biomassa (principalmente de

áreas desmatadas de florestas), que provocam o efeito estufa (CO₂, CH₄, N₂O e O₃ e outros como o CO, NO_x, aerossóis e materiais inorgânicos, CRUTZEN e ANDREAE, 1990; LOBERT et al., 1990; McNAUGHTON et al., 1998) e que permanecem na baixa atmosfera por longo tempo nas condições climáticas do Pantanal. As queimadas das pastagens nativas ocorrem na estação seca, faltando chuvas para levar os poluentes, prejudicando o balanço energético, pois as nuvens de fumaça alteram o albedo (FISCH et al., 1994) e a visibilidade. Assim, os maiores distúrbios ambientais nas áreas tropicais e subtropicais são o desmatamento e o fogo. Quanto à possibilidade da emissão de gases (principalmente CO₂) pelas queimadas alterarem o sistema atmosférico em escala maior, como o efeito estufa, ainda há dúvidas no meio científico (HAY, 1992).

A pastagem nativa em campos naturais é considerada um disclímax promovido pela ação do fogo e do gado. Havendo suspensão do pastejo pelos animais na comunidade vegetal, haverá mudanças para a condição original de clímax (POTT, 1974; VILELA e NASCIMENTO JR, 1981). Assim, o pastejo, a seletividade animal e o pisoteio também afetam a dinâmica, estrutura e composição florística das pastagens nativas (HARPER, 1977), assim como os fatores climáticos e edáficos. McNAUGHTON (1983) considerou que a herbivoria é uma importante força evolucionária, selecionando plantas com adaptações ao pastejo, cuja importância está sendo subestimada, voltando-se as atenções mais a adaptações a fatores físicos do clima e do solo. Esse autor faz uma distinção entre herbivoria e predação, sendo que esta última é uma ação onde o animal arranca o indivíduo da população; já na herbivoria, somente uma porção da planta é tomada pelo animal.

As principais adaptações das plantas à herbivoria seriam o crescimento compensatório das plantas (aceleração do crescimento vegetativo e reprodutivo) e desenvolvimento de substâncias tóxicas nas plantas contra os herbívoros, além da presença de meristema intercalar na base dos nós dos colmos das gramíneas, corpos

silicosos nas folhas, esclerênquima desenvolvido e baixa altura do meristema apical no colmo, evitando remoção pelo pastejo animal (BRANSON, 1953; KREBS, 1978; McNAUGHTON, 1983; McNAUGHTON, 1984; FILGUEIRAS, 1989). As gramíneas são consideradas o máximo do processo de coevolução em eras geológicas remotas, entre as plantas e os herbívoros. COUGHENOUR (1985) relatou que nem todas as consideradas adaptações das gramíneas à herbivoria são realmente em sua função (a qual chamou de exadaptações), e sim adaptações com relação ao clima (seca, principalmente) e competição entre as plantas por água, luz e nutrientes. A presença de meristemas intercalares e basais nas gramíneas protegidos por bainhas pode ser adaptações morfológicas selecionadas (pressão de seleção), como formas de resistência à seca e ao fogo, posto que não se pode precisar exatamente o início da coevolução no tempo, das gramíneas e herbivoria e/ou seca e/ou fogo (STEBBINS, 1981; MILCHUNAS *et al.*, 1988).

A lignina e a sílica (que são componentes da estrutura rígida do capim) promovem turgescência nas paredes celulares (Ψ parede, positivo), evitando a murcha quando sob deficiência hídrica no ambiente. A formação da lignina (lignificação, BAUCHER *et al.*, 1998) no vegetal é estimulada sob altas temperaturas do ar e estas promovem o aumento da transpiração (perda de água). Muitos compostos secundários, considerados como respostas defensivas das plantas ao pastejo, como flavonóides, taninos, terpenos, cumarina e alcalóides, não chegam a deter o pastejo dos grandes animais, ocorrendo mais com os pequenos herbívoros, como os insetos. Quanto a isto FILGUEIRAS (1989), considerou haver poucos estudos sobre as adaptações das plantas quanto à pressão de seleção exercida pelos insetos, havendo diferenças entre a herbivoria dos grandes e pequenos animais.

Os mecanismos que favorecem o crescimento compensatório das plantas submetidas ao pastejo são classificados em intrínsecos

(mudanças fisiológicas, como aumento da fotossíntese nas plantas desfolhadas e aumento da divisão celular por elevação do nível do hormônio citocinina liberado pelas raízes) e extrínsecos (modificação do ambiente no nível de microclima) (McNAUGHTON, 1983). A alteração ambiental seria a maior incidência de radiação nas folhas mais baixas e a diminuição da cobertura do solo aumentando a evaporação de água. Pode haver também aumento do tamanho das sementes remanescentes na planta pastejada, devido à translocação das reservas das raízes e melhora do estado de água e de nutrientes na planta, devido ao aumento da razão raiz/parte aérea, aumento da condutância estomática ou ainda alteração do regime da competitividade. O referido autor concluiu que a herbivoria não é tão danosa à planta devido ao crescimento compensatório, mas desde que a herbivoria seja moderada.

Considerando a importância da escala de espaço/tempo e níveis de organização no estudo do sistema planta e herbivoria, BROWN e ALLEN (1989) verificaram que respostas de uma população de plantas sob pastejo são diferentes de respostas de plantas individuais, pois na população há alteração da abundância, distribuição e dominância. Em nível de comunidade, há influência sobre a composição florística devido à competição entre as espécies, favorecendo as não pastadas. A herbivoria no ecossistema tem influência nos processos de decomposição, mineralização, na taxa da produção primária e interações na cadeia alimentar. Assim, BROWN e ALLEN (1989) concluíram que o conceito de compensação (termo utilizado por McNAUGHTON (1983) é útil em muitos níveis tróficos, mas sua interpretação e significância é dependente da escolha da unidade de medida da herbivoria e do nível em questão, além da localização espacial e temporal.

Nas pastagens nativas do Pantanal, exploradas economicamente, o principal herbívoro é o bovino (*Bos taurus indicus*), que, por ser ruminante (poligástrico, com flora bacteriana no rúmen que digere a celulose das folhas), está adaptado ao pastejo de

forrageiras. A intensidade de uso da pastagem, numericamente expressa em taxa de lotação da pastagem (número de animais por unidade de área) e pressão de pastejo (número de animais por unidade de forragem disponível) é o que determina a maior ou menor desfolha das plantas forrageiras. Esta intensidade de uso ou carga animal deve ser ajustada à capacidade de suporte da pastagem (lotação no nível de pressão de pastejo que permita o maior rendimento por área), de modo que não haja um superpastejo, evitando-se a degradação da pastagem (MARASCHIN, 1994).

A desfolha diminui a área foliar, altera as reservas de carboidratos das raízes, afeta o desenvolvimento das folhas, raízes e perfilhos. O que garante a sobrevivência das gramíneas ao pastejo é a capacidade de rebrota da planta, determinada pela altura do meristema apical dos perfilhos, estágio da planta (vegetativo ou reprodutivo), taxa de crescimento e reservas de carboidratos nas raízes (HYDER, 1972; YOUNGER, 1972; NASCIMENTO JR. e VILELA, 1981). Conforme a frequência, intensidade e época de desfolha da planta, maiores ou menores serão os efeitos sobre o microclima da pastagem e sobre a rebrota e recuperação das plantas pastejadas (HUMPHREYS, 1975). Ainda fatores ambientais como a temperatura do ar e do solo, umidade disponível, disponibilidade de luz e precipitação podem influenciar a habilidade das plantas em responder à herbivoria (BROWN e ALLEN, 1989).

No geral, as plantas menores em altura e mais prostradas são as mais pastejadas, e estas, por pressão de seleção, são as que apresentam o meristema apical mais baixo, como resposta à alta herbivoria. PAINTER *et al.* (1993), estudando a relação entre a morfologia de espécies de gramíneas nativas e a herbivoria entre as populações de localidades diferentes, verificaram que houve diferenças morfológicas entre as populações (plasticidade fenológica) em função do tempo dos herbívoros nas áreas e do regime de pastejo.

O clima é fundamental e é considerado por muitos o mais importante nas distribuições dos diversos biomas e conseqüentes pastagens nativas (ALVIM, 1996). A precipitação pluviométrica é a variável climática mais importante para as regiões tropicais, sendo que os mecanismos que causam esta variável no Pantanal estão relacionados com o clima da bacia do Alto Paraguai (CADAVID GARCIA, 1984) e este ligado a sistemas atmosféricos de escala maior (perturbações atmosféricas ligadas a frentes frias que se deslocam das latitudes médias até as latitudes subtropicais do Brasil Central, NOBRE e MEIRA FILHO, 1995) e não a sistemas atmosféricos de escala menor, como as chuvas da região amazônica que estão diretamente associadas ao tipo de vegetação (florestas úmidas e quentes). Assim, o clima está diretamente associado às principais respostas das plantas nos seus vários níveis (individual, população, comunidade, ecossistema e biosfera) sob as várias condições, sejam normais ou não (distúrbios ou perturbações, formas de manejo e estresses).

As plantas forrageiras possuem uma série de adaptações, que evitam, resistem ou toleram à seca, favorecendo-as na sua sobrevivência e recuperação, quando submetidas ao pastejo. As plantas que possuem mecanismos de adaptação à seca são classificadas em três tipos: as plantas que possuem escape à seca, as que têm tolerância à seca com alto nível de potencial de água nos tecidos e as que possuem tolerância à seca com baixo potencial de água nos tecidos vegetais (JONES *et al.*, 1981; TURNER, 1986).

O escape à seca permite à planta, considerada efêmera, completar o seu ciclo de vida antes que seus tecidos atinjam deficiência hídrica que poderia afetar o seu desenvolvimento. Há dois modos pelos quais a planta evita a seca. O primeiro é pelo seu rápido desenvolvimento fenológico, ou seja, as plantas germinam, crescem, florescem e produzem sementes rapidamente, antes que o teor de umidade do solo caia a níveis que possam causar-lhes danos. O segundo é pela sua plasticidade de

desenvolvimento, pela qual a planta possui uma grande versatilidade, permitindo desenvolver-se vigorosamente com alta produção sob ótimas condições hídricas e apresentar reduzido desenvolvimento sob condições adversas.

O mecanismo de tolerância à seca em altos níveis de potencial de água nos tecidos vegetais é compreendido por grupo de espécies que possuem a capacidade de aumentar a absorção de água ou de reduzir sua perda. Para aumentar a capacidade de absorção de água, a planta utiliza dois mecanismos, que são o aumento da profundidade ou densidade do sistema radicular e a redução da resistência do fluxo de água do solo para as folhas, que resulta no aumento da condutância hidráulica das plantas. A redução da perda de água mantendo alto potencial hídrico dos tecidos, faz-se pelo aumento da resistência estomática ou cuticular (redução do número e diâmetro do poro estomático, localização de estômatos apenas em uma das superfícies da folha, presença de pelos, ceras e estômatos em criptas), pela redução da radiação absorvida pelas folhas (presença de pelos, ceras que aumentam a reflectância da superfície foliar e movimento das folhas de modo a diminuir a superfície exposta à radiação) e pela redução da parte aérea (queda das folhas, diminuição da área ou aumento da espessura foliar).

Nas plantas com tolerância à seca com baixos níveis de potencial de água nos seus tecidos, existe um mecanismo que mantém a pressão de turgescência da célula e outro em que a planta tolera a desidratação do tecido protoplasmático. Para manter a turgescência a planta dispõe do ajustamento osmótico, com decréscimo do potencial osmótico devido ao acúmulo de soluto, com manutenção do valor da pressão de parede celular e continuidade do crescimento vegetal e fotossíntese. Há também a elasticidade da parede celular, com redução do volume celular com concentração do seu suco, provocando queda do potencial osmótico e, conseqüentemente, manutenção da sua turgescência. As plantas com

tolerância à dessecação por resistência protoplasmática são consideradas como as reais tolerantes à seca, pois sobrevivem quando seus tecidos e organelas estão quase totalmente desidratados e são reativados quando são reidratados. Somente seus núcleos são mantidos íntegros. Assim, este mecanismo, assim como outros que reduzem a perda de água mantendo alto nível do potencial de água interno, visam essencialmente a sobrevivência de plantas sem valor agrônômico, pois estes mecanismos benéficos às plantas afetam a produtividade das pastagens nativas (RODRIGUES, 1993).

KLINK (1992), citando Baruch et al. (1989), considerou que as espécies nativas são mais resistentes à seca que espécies africanas, pois estas, apesar de serem mais produtivas e terem maior condutância estomática, são mais limitadas pela falta de água.

As plantas do Pantanal (savana hiperestacional, SARMIENTO, 1984) compõem-se de muitas espécies aquáticas (macrófitas lacustres e palustres) (POTT, 1993b) e espécies tolerantes à inundação prolongada, média e curta (espécies anfíbias e uliginosas). A inundação determina mudanças tanto no solo (PONNAMPERUMA, 1984) como nas plantas (LÖSCH, 1991). Quanto aos mecanismos adaptativos das espécies que suportam condições de inundação ou cheia por um período variável, desde alguns dias até meses, são menos estudados. Estas espécies apresentam poucos ou alguns mecanismos (morfológicos, anatômicos, fisiológicos e bioquímicos) de resistência à cheia, conforme a fitofisionomia em que está presente (sujeita a maior ou menor inundação). Segundo JOLY (1990), algumas espécies da savana, como a gramínea *Paspalum repens*, apresentam um aerênquima caulinar desenvolvido ligado ao sistema radicular (espesso, raso e pouco ramificado) promovendo a difusão do oxigênio.

Conforme POTVIN (1993), muitos ecossistemas de pastagens apresentam regimes hídricos heterogêneos no tempo e no espaço, variando de seca à cheia, como ocorre no Pantanal, mas espécies resistentes à inundação geralmente não são encontradas em locais secos. Ainda, gêneros e espécies resistentes à seca ou à inundação são negativamente relacionados entre si quanto à resistência a cada um desses estresses. Entretanto, LORETI e OESTERHELD (1996) estudando três populações (divididas em 58 clones) da gramínea *Paspalum dilatatum*, uma de cada local que vai de seco a inundado, verificaram que os clones mais resistentes à seca eram também os mais resistentes à inundação, os menos produtivos e suas adaptações não estavam relacionadas à proporção de raízes e aerênquimas.

Para a análise do crescimento vegetal, fenologia, composição e dinâmica de uma população ou comunidade é necessário que se conheça o sistema solo/água/planta/atmosfera no tempo. Na região de estudo, há influência do regime hidrológico dos rios e variação sazonal climática (chuvas, temperaturas, radiação) estabelecendo grande variação estacional, limitando a produção de forrageiras nativas ou introduzidas para o gado (CUNHA, 1985). No Pantanal, esta sazonalidade, que afeta a quantidade e qualidade principalmente das forrageiras nativas, propicia duas épocas críticas para o animal, que são a cheia e a seca, com pastagens encobertas por água e pouca produção (POTT et al., 1989; POTT, 1997). A estacionalidade descrita afeta diretamente o balanço hídrico da região, o regime de umidade dos solos altamente arenosos, indo de alagado a seco, e o nível do lençol freático. Este conjunto de inter-relações determina o estado interno de água na planta, medido como potencial de água.

O potencial de água na planta e/ou no solo pode ser considerado como uma medida da força motora, que faz a água se mover dentro de um sistema como o tecido da planta, o solo, ou de uma parte do sistema para outra (do solo para a planta e da planta

para a atmosfera, transpiração). Assim, as altas taxas de evapotranspiração, que são favorecidas pelas altas temperaturas do ar e intensidades luminosas locais, produzem deficiências hídricas estacionais, mesmo durante a estação das águas (veranico) ou rápidas durante o dia, promovendo queda na produção de biomassa (pois o crescimento celular é o primeiro parâmetro sensível à deficiência de água, TURNER, 1986).

BRUNINI e CARDOSO (1998) e BRUNINI e ANGELOCCI (1998), avaliando o efeito do déficit hídrico sobre o potencial de água e posterior recuperação após o estresse hídrico nas folhas da seringueira e cafeeiro, respectivamente, observaram oscilação diária do potencial de água nas folhas da seringueira com recuperação em 24 a 36 horas após irrigação, mas nunca atingindo os valores iniciais do potencial de água quando sob severo estresse, indicando ajustamento osmótico. A recuperação do cafeeiro ocorreu até 12 horas após irrigação, seguindo um padrão bifásico com o sistema radicular intacto. Com a retirada das raízes e sob irrigação, a recuperação levou um pouco mais de 1 hora e meia e foi unifásica. BRUNINI e ANGELOCCI (1998) consideraram que a maior resistência ao transporte de água no sistema solo-planta está localizada nas raízes do cafeeiro.

Os excessos de água ou cheias, mesmo ligeiros como é o caso do campo do capim *Elyonurus muticus* (caronal, área com alagamento esporádico), também são responsáveis pelo estacionamento do crescimento (falta de aeração às raízes, fechamento dos estômatos e conseqüente redução da fotossíntese, alterações hormonais e metabólicas). A cheia no Pantanal provoca retardamento no crescimento das plantas e, conforme sua duração (permanência) e sua intensidade, medida como altura de água (que vai desde centímetros até metros de água acima do nível do solo), pode ocasionar a morte das plantas, que sofrem decomposição nas águas, aumentando o nível de CO₂ nos rios (fenômeno conhecido localmente como "dequada", CALHEIROS e FERREIRA, 1997).

Além da sazonalidade natural nas pastagens nativas do Pantanal, têm-se as formas de manejo das pastagens, como modificadoras da estrutura e composição destas. O manejo utilizado atualmente limita-se à limpeza do campo (corte de árvores e arbustos invasores), utilização do fogo (queima de capins grosseiros) e algumas vezes a veda, ou exclusão do gado em determinada área, para abrandar pastos superpastejados e degradados com grande presença de invasoras. Assim, os objetivos do trabalho foram avaliar e relacionar medidas ambientais como elementos climáticos, potencial de água na folha de duas gramíneas, condições de umidade do solo do caronal e profundidade do lençol freático, para posterior correspondência com produção aérea e radicular, produtividade da pastagem, composição e fenologia da vegetação do caronal submetida aos distúrbios fogo e pastejo e estresses (seca e ligeira cheia).

Material e Métodos

1) Dados climáticos e balanço hídrico

Os dados climáticos referentes ao período experimental (agosto/97 a março/99) deste trabalho de campo foram obtidos da Estação Agroclimatológica da Fazenda Nhumirim (latitude 18° 59' S, longitude 56° 39' W e altitude 98m), sendo referência oficial da sub-região Nhecolândia do Pantanal (MS), pertencente a EMBRAPA/Pantanal (figura 1). O clima é tipo Aw (sistema Köppen) com verão úmido e inverno seco. O balanço hídrico referente à "normal climática" da região está apresentado na figura 2.

Os elementos meteorológicos obtidos foram: temperaturas média, máxima e mínima do ar (°C), umidade relativa do ar (%), precipitação (mm) e duração do brilho solar ou insolação (horas).

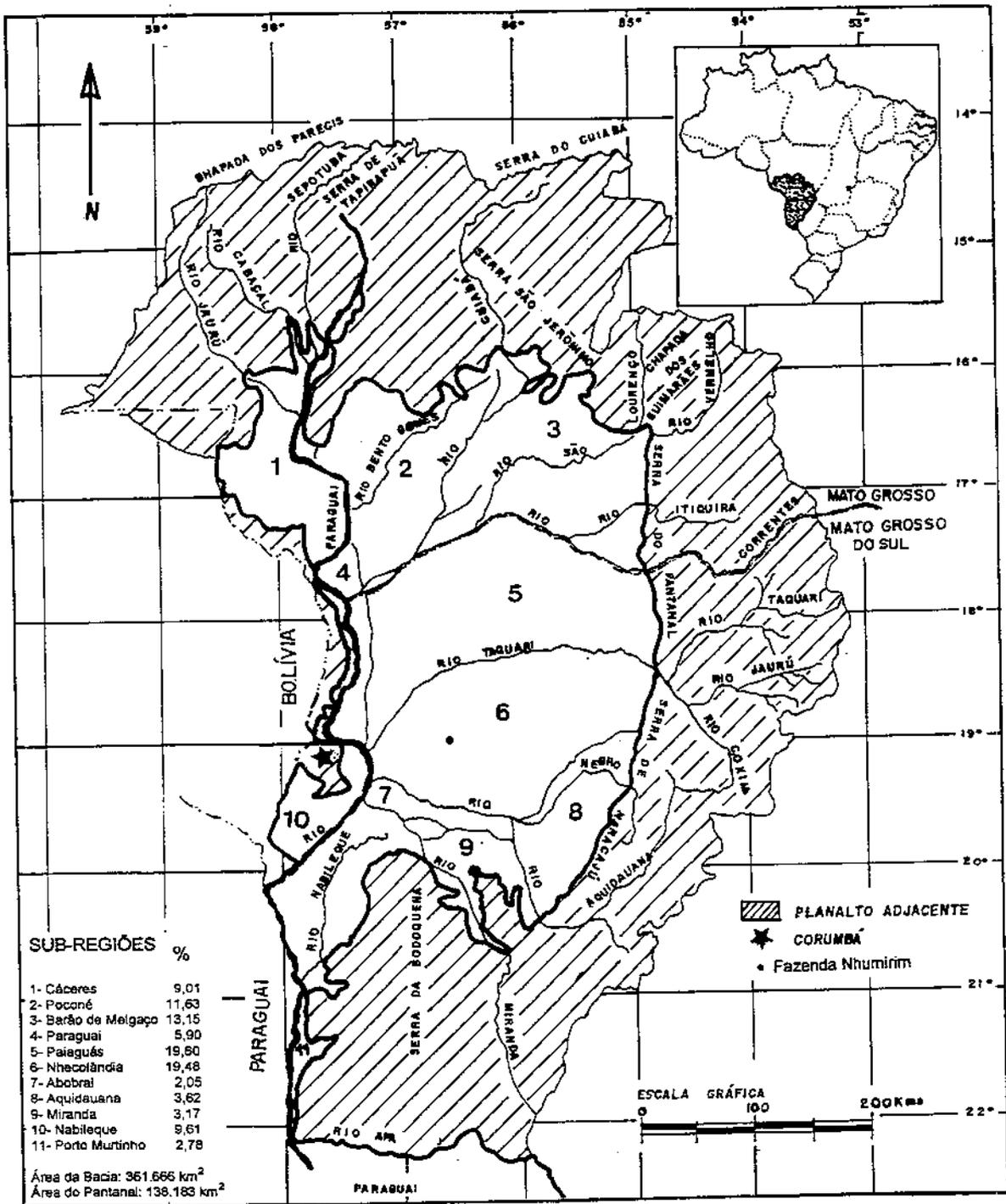


Figura 1. Sub-regiões do Pantanal Mato-grossense na Bacia do Alto Paraguai e localização da fazenda Nhumirim, na sub-região da Nhecolândia (SILVA e ABDON, 1998)

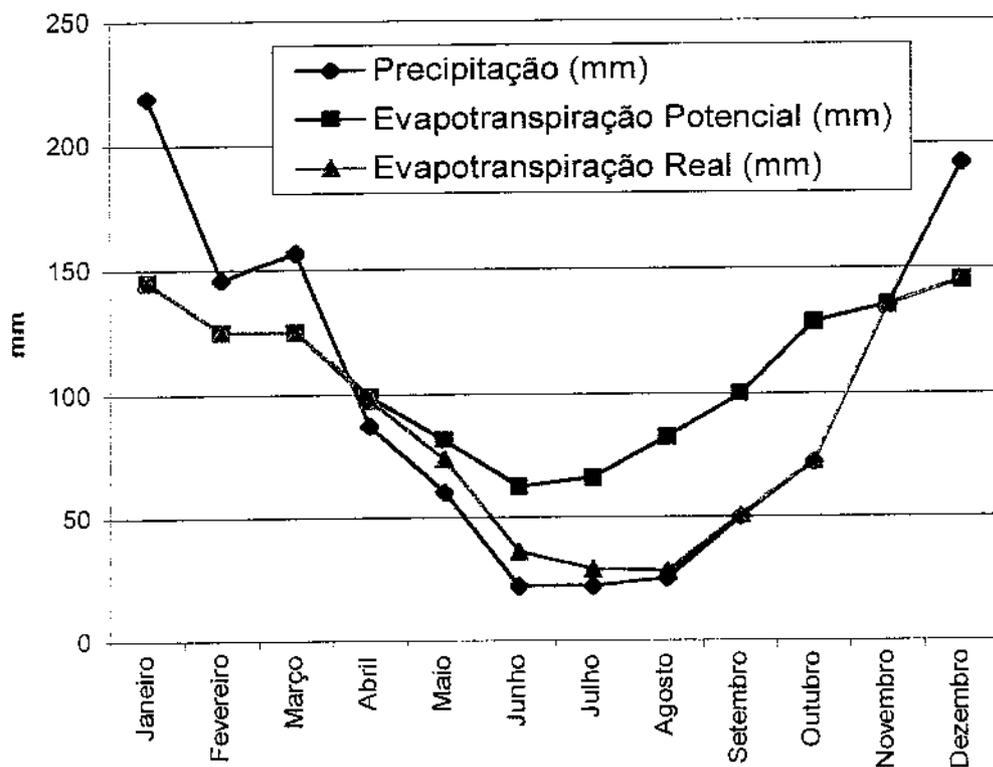


Figura 2. Balanço hídrico normal (1977-1996) da fazenda Nhumirim, sub-região da Nhecolândia no Pantanal (capacidade armazenamento de água no solo de 50mm)

A disponibilidade hídrica do campo de capim-carona (caronal, figura 2 do apêndice) em estudo foi determinada em função do balanço hídrico pela utilização do método de Thornthwaite e Mather (1955) descrito em BRUNINI (1998a). Fez-se balanço hídrico de 10 em 10 dias no período de janeiro de 97 a março de 99.

2) Profundidade do lençol freático

Para obtenção da profundidade do lençol freático, colocaram-se tubos de PVC de 4 m de comprimento e 10 cm de diâmetro em cada uma das 4 parcelas aleatoriamente distribuídas em cada um dos quatro blocos (repetições em áreas distantes uns 5,5 km um do outro, contendo os 4 tratamentos aplicados). Os tubos foram perfurados lateralmente com broca fina, para passar a água com menor quantidade possível de areia e seu fundo foi vedado. Foram

introduzidos verticalmente no solo, de maneira a ficar com 20 cm de tubo para fora do solo. A medição do nível do lençol fez-se a cada 14 dias com auxílio de um vidro vazio e tampado amarrado em um cordão, que, colocado dentro do tubo, batia no nível da água dando sua distância até o nível do solo.

3) Teor de umidade do solo e potencial matricial do solo (Ψ_m)

Foi coletado em cada uma das áreas das amostras de biomassa aérea (capítulo 2), de 28 em 28 dias, solo de 5 a 15 cm de profundidade para obtenção do seu teor de umidade (% de água sobre peso seco de solo). Cada uma das três amostras por parcela foi acondicionada em cápsulas de alumínio e colocada dentro de saco plástico sob refrigeração até realização da análise do teor de umidade no Laboratório de Solos e Nutrição Animal da EMBRAPA/Pantanal.

A fórmula de % de umidade utilizada foi:

$$U\% = 100 \times \frac{(a - b)}{b}$$

onde: a = peso da amostra úmida

b = peso da amostra seca a 105° C

Os potenciais matriciais do solo foram estimados a partir das curvas de retenção de água do solo amostrado na área experimental. A determinação da umidade obtida no aparelho extrator de Richards, para a construção das curvas de retenção de água do solo arenoso, foi realizada pelo Laboratório de Física dos Solos da EMBRAPA/Dourados (MS). Fez-se uma curva por parcela e obteve-se a curva média do bloco. As equações para obtenção do potencial matricial de água do solo (programa manual) foram as seguintes:

$$\text{Bloco 1} \Rightarrow \Psi_m = -(0,199/(x - 1,845)^2)$$

$$\text{Bloco 2} \Rightarrow \Psi_m = -(0,104/(x - 1,861)^2)$$

$$\text{Bloco 3} \Rightarrow \Psi_m = -(0,104/(x - 2,047)^2)$$

$$\text{Bloco 4} \Rightarrow \Psi_m = -(0,144/(x - 1,845)^2)$$

4) Potenciais de água nas folhas (Ψ água)

Foram obtidos os potenciais de água das folhas de duas espécies de gramíneas (*Elyonurus muticus* e *Mesosetum chaseae*) mais frequentes e dominantes, em dois horários diferentes durante o dia. O primeiro horário foi ao amanhecer, que conforme a época variou das 5:00 às 6:00 horas (abertura dos estômatos) até duas horas após início da medição e o segundo, das treze horas até duas horas depois. Para tanto, fez-se uso de uma câmara de pressão (Bomba de Scholander) modelo 3005 da Soilmoisture Equipment Corp., com utilização do gás de N (mais estável). Na utilização da técnica da bomba de pressão, para medição do potencial de água na planta (considerada destrutiva), é assumido que o potencial total na célula é igual ao dos vasos do xilema, e desta maneira, determina-se a pressão de equilíbrio com que a seiva é liberada (BRUNINI, 1998b).

A medição foi feita a cada três meses, ou uma vez por estação do ano. A primeira foi no outono (abril/98), a segunda no inverno (julho/98), a terceira na primavera (outubro/98) e a quarta no verão (janeiro/99).

Para cada valor de potencial de água obtido em cada uma das espécies por horário, fez-se a média do potencial de água de 5 folhas tomadas aleatoriamente, uma de cada indivíduo, tomando-se o cuidado de escolher folhas intermediárias quanto à idade (sem ser as mais novas e nem velhas). Estas, após escolhidas, foram envoltas em plástico até a base de corte, feito por lâmina de alumínio, e imediatamente colocadas na câmara de pressão para medição do potencial de água na folha.

A finalidade de se saber o Ψ de água das plantas, o Ψ matricial da água do solo, o teor de umidade do solo e o nível do lençol freático, é de relacionar a água disponível no solo ao estado interno de água na planta e seu conseqüente potencial de crescimento e fenologia, podendo ter conhecimento do funcionamento do regime de disponibilidade de água sobre as principais gramíneas do caronal.

5) Umidade e temperatura do solo antes e pós-queima

Antes de cada uma das duas queimadas (primeira queima em 26 de agosto de 97 e segunda em 11 de agosto de 98) fez-se a coleta do solo para obtenção do teor de umidade do solo, cujo procedimento e quantidade de amostras foi como descrito acima. Imediatamente após a passagem do fogo sobre toda a parcela, coletaram-se novamente amostras com o objetivo de verificar se o fogo alterou o nível de umidade do solo, na camada de 5-15 cm, antes e pós-queima. Também tomou-se a temperatura da superfície do solo antes e logo após a queima, com o mesmo intuito.

A temperatura foi tomada com a utilização de um termômetro com infravermelho a bateria, cuja temperatura máxima registrada é de 300 °C com variações de mínimas, máximas e médias.

O delineamento estatístico foi em parcelas subdivididas com quatro tratamentos principais (ocorreu a perda da parcela tratamento sem fogo, com gado no bloco 3) e o tempo como tratamento secundário, com quatro blocos casualizados. Fez-se análise estatística pelo SAS com uso do GLM (análise de variância e Teste de Tukey) para os seguintes parâmetros: teor de umidade do solo antes e pós-queima, teor de umidade do solo ao longo do tempo experimental, profundidade do lençol freático e potencial de água nas folhas das duas gramíneas.

Resultados e Discussão

Os dados climáticos da fazenda Nhumirim, sub-região de Nhecolândia (Pantanal/MS), durante o período experimental (agosto/97 a março/99) estão apresentados nas figuras 3, 4 e 5 e na tabela 1, onde têm-se a precipitação pluviométrica (mm), duração do brilho solar (horas), a temperatura média, máxima e mínima do ar (°C) e a umidade relativa do ar(%) comparados à "normal climática" da fazenda Nhumirim, obtida por SORIANO (1998) referente a valores climáticos normais de 20 anos de observação (1977-1996).

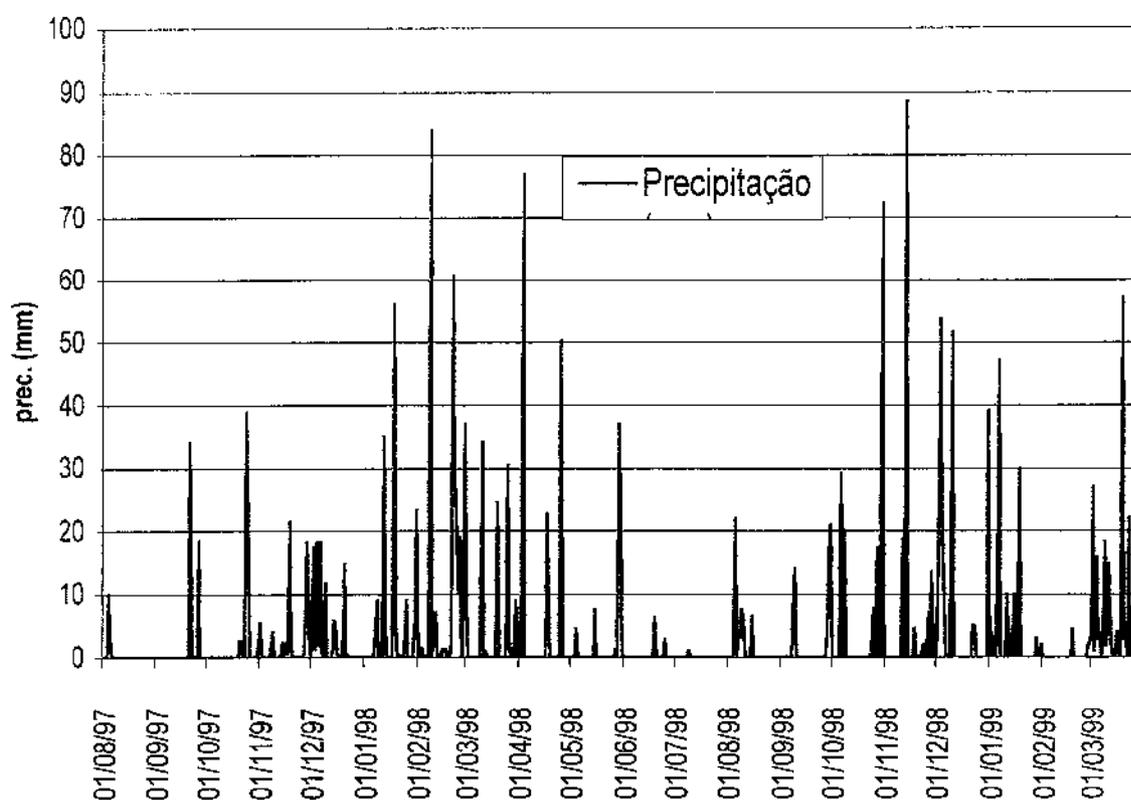


Figura 3. Precipitação pluviométrica diária (mm) durante o período experimental na fazenda Nhumirim

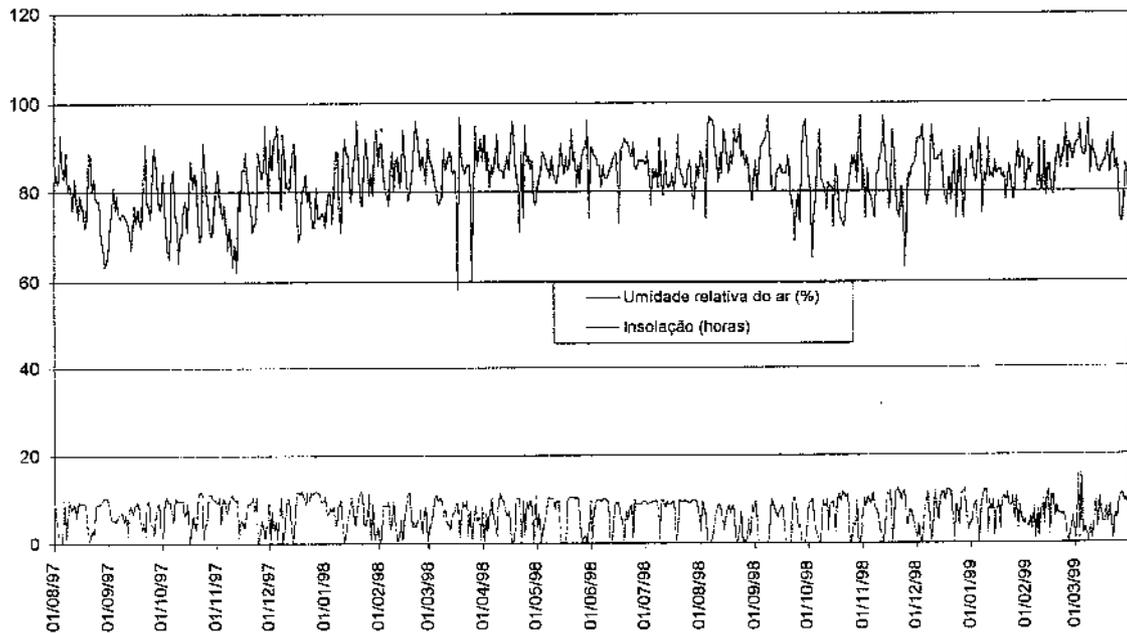


Figura 4. Insolação (horas) e umidade relativa do ar (%) diárias, durante o período experimental na fazenda Nhumirim .

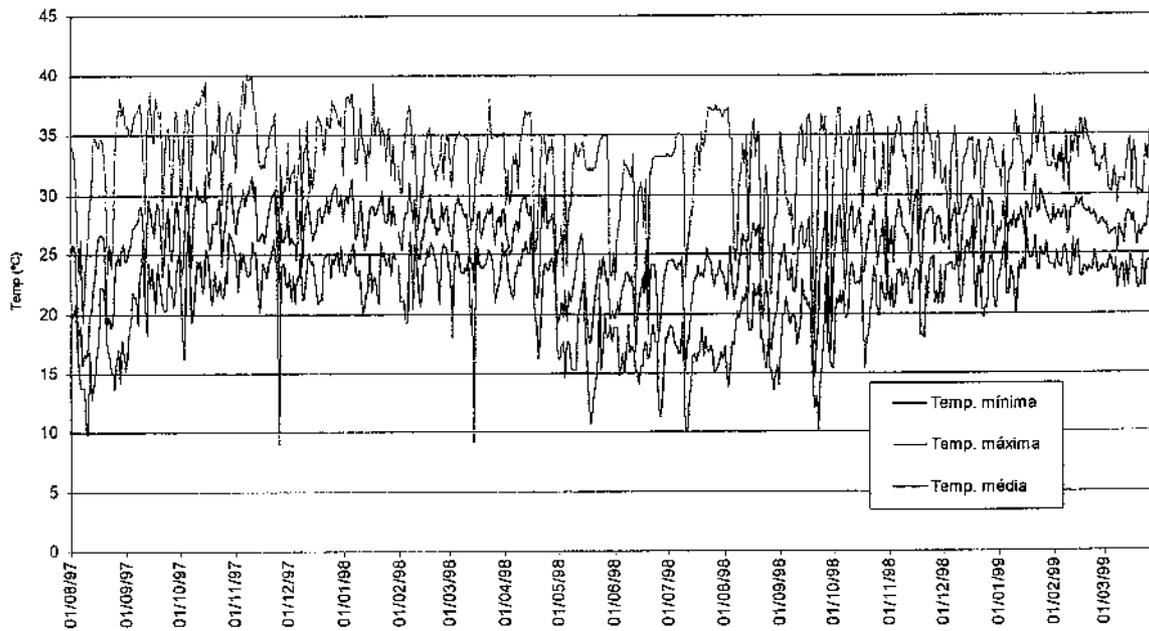


Figura 5. Temperaturas diárias do ar: média, máxima e mínima, durante o período experimental na fazenda Nhumirim .

Tabela 1. Dados das normais climatológicas e dados climáticos durante o período experimental (agosto/97 a março/99) coletados na Estação Agroclimatológica da Fazenda Nhumirim.

	Precipitação (mm)				Insolação (horas)			
	Normal	1997	1998	1999	Normal	1997	1998	1999
Janeiro	219,6		153,1	109,1	188,5		198,0	232,4
Fevereiro	145,7		283,1	8,5	183,1		150,3	156,2
Março	157,2		110,4	201,6	197,9		201,1	191,8
Abril	87,0		158,4		213,3		192,3	
Mai	60,1		71,1		199,1		186,3	
Junho	21,5		9,5		207,4		213,9	
Julho	21,6		1,0		227,9		262,0	
Agosto	24,8	11,5	49,8		198,9	203,9	147,0	
Setembro	48,8	52,6	66,5		166,7	181,8	118,4	
Outubro	71,7	60,2	156,5		217,2	230,5	198,7	
Novembro	135,1	67,8	134,5		215,4	212,5	227,4	
Dezembro	191,9	94,8	206,3		187,8	245,7	224,0	
Total	1185,0	286,9	1400,2	319,2	2403,2	1074,4	2319,4	580,4
Temperatura média ° C					Temperatura máxima ° C			
	Normal	1997	1998	1999	Normal	1997	1998	1999
Janeiro	27,9		28,4	28,3	32,9		35,0	33,4
Fevereiro	27,7		27,7	28,4	32,6		33,1	33,6
Março	27,6		27,5	27,5	32,5		33,5	32,2
Abril	26,4		26,6		31,7		32,2	
Mai	24,0		21,9		29,7		31,1	
Junho	21,4		21,8		28,2		30,3	
Julho	20,8		22,8		28,3		33,7	
Agosto	22,7	22,1	22,9		30,7	30,5	30,7	
Setembro	24,4	27,1	23,2		31,5	35,1	30,8	
Outubro	26,9	28,2	26,3		33,7	35,0	32,9	
Novembro	27,5	28,2	27,2		33,8	34,7	33,4	
Dezembro	27,9	28,0	27,3		33,7	33,8	32,4	
Média	25,4		25,3		31,6		32,4	
Temperatura mínima ° C					Umidade Relativa do ar (%)			
	Normal	1997	1998	1999	Normal	1997	1998	1999
Janeiro	23,6		23,5	24,1	85,0		83,5	84,5
Fevereiro	23,6		23,5	24,2	85,0		85,8	86,1
Março	23,6		23,5	23,7	86,0		84,1	86,6
Abril	22,1		22,8		85,0		85,7	
Mai	19,4		17,0		86,0		86,2	
Junho	16,3		16,4		85,0		86,8	
Julho	14,9		16,3		81,0		83,7	
Agosto	16,3	16,3	18,0		78,0	79,0	88,1	
Setembro	18,6	21,7	18,1		75,0	77,0	85,0	
Outubro	21,3	22,8	21,1		76,0	77,0	81,5	
Novembro	22,2	23,4	22,0		78,0	78,0	81,8	
Dezembro	23,0	23,4	23,1		82,0	82,0	84,8	
Média	20,4		20,4		82,0		84,8	

Comparando os dados do período experimental com a "normal climática" (tabela 1), observa-se que os valores obtidos para a precipitação a partir de agosto até final de 1997 (286,9 mm) com o mesmo período da normal (472,3 mm), foi abaixo da normal em 185,4 mm. No ano de 1998, houve uma maior quantidade absoluta de chuvas (215,2 mm) e melhor distribuição das mesmas, com 7 meses acima de 100 mm de precipitação contra 5 meses da normal. O início de 1999 mostrou-se com níveis de chuvas abaixo da normal (319,2 mm contra 522,5 mm, correspondente ao mesmo período da normal), isto devido ao veranico do mês de fevereiro, cujo total (8,5 mm) foi bem abaixo da normal (157,2 mm).

A insolação registrada a partir de agosto ao final de 97 foi superior à normal no mesmo período, em 88,4 horas (tabela 1 e figura 4). No ano de 98 esta foi inferior à normal em 83,8 horas, mas no mês de julho houve o maior valor de insolação (superior à normal), devido aos baixos índices pluviométricos nesta época, com menos nuvens. No início de 99, a insolação foi aproximadamente igual à normal (10,0 horas a mais até março de 99).

Quanto às temperaturas do ar, observou-se que as temperaturas média, máxima e mínima de agosto até final de 97, foram superiores em 0,84°C, 1,14°C e 1,24°C, respectivamente (tabela 1 e figura 5), em relação ao mesmo período da normal. Para o ano de 98 as temperaturas média e mínima foram praticamente iguais à normal, somente a temperatura máxima foi superior à normal em 0,80°C. Nos meses de janeiro, fevereiro e março de 99 em relação ao mesmo período da normal, observaram-se valores superiores de 0,34°C, 0,40°C e 0,40°C, respectivamente, para as temperaturas média, máxima e mínima. Portanto, as maiores diferenças durante o período experimental foram registradas em 1997.

A umidade relativa do ar (UR) em 97 (a partir de agosto), de 1998, e 99 (de janeiro a março) em relação à normal climática foi

superior 0,80%, 2,80% e 0,40%, respectivamente (tabela 1 e figura 4). O valor maior de 98 foi devido à maior precipitação ocorrida principalmente nos meses de agosto, setembro e outubro de 98, que apresentaram valores de UR (%) de 10,1, 10,0 e 5,5 superiores a normal, respectivamente.

Para determinação precisa de evapotranspiração, é necessário conhecer a radiação solar, a turbulência do ar associada à velocidade do vento, a umidade e a temperatura do ar. Conforme NOBRE e MEIRA FILHO (1995), necessita-se conhecer também a quantidade de água disponível no solo e o processo de transpiração próprio para cada vegetação, observando que a evapotranspiração é dependente de fatores físicos e biológicos. Os referidos autores consideraram que o balanço hídrico obtido pelo método de Thornthwaite e Mather (onde a temperatura média do ar é a base de cálculo para obtenção da evapotranspiração potencial e conseqüente balanço hídrico) não é um indicativo ideal da energia disponível em muitos casos, posto que existem defasagens entre a variação temporal da temperatura do ar e a radiação, de até alguns dias conforme a região em estudo. Contudo, os métodos "precisos" existentes e baseados em diversos parâmetros falham na consistência dos dados coletados e muitas vezes são feitas aproximações que invalidam o seu uso para estimativa da evapotranspiração potencial. Desta maneira, embora o método de Thornthwaite e Mather para estimar a evapotranspiração potencial seja baseado somente na temperatura média do ar, ele é de mais fácil uso em qualquer local do Brasil (BRUNINI, comunicação pessoal).

Outros autores determinaram o balanço hídrico para a região utilizando este mesmo método, como CADAVID GARCIA (1981 e 1984), ALFONSI e CAMARGO (1986) e SORIANO (1997). Ainda, ALFONSI e CAMARGO (1986) calcularam o índice hídrico (I) para o Pantanal, baseado na expressão: $I = (100Ea - 60Da)/EP$, onde Ea, Da e EP são respectivamente o excesso e a deficiência de água anual e a

evapotranspiração potencial anual, dados em mm. O índice obtido variou entre 0 e -20, que é valor de clima seco (valores >100m clima super-úmido; entre 20 e 100, clima úmido; entre 0 e 20, clima sub-úmido e abaixo de -20, clima árido).

Com a mesma expressão calculou-se o índice hídrico para a normal climática da região de 1975 a 1996 ($I_{normal} = -13,75$) e para os anos de 1997, 1998 e 1999 (de janeiro a março), obtendo-se os valores de $I_{1997} = -4,78$, $I_{1998} = 17,15$ e $I_{1999} = -12,94$. Pelos valores obtidos, o ano de 1997 e início de 1999 indicaram clima seco como o índice da normal climática. O ano de 1998 foi um ano mais úmido, cujo valor indicou clima sub-úmido, devido à maior precipitação. TARIFA (1986), discutindo o sistema climático do Pantanal, considerou que devido aos ciclos (plurianual e anual) e à periodicidade dos eventos, é necessário levar-se em conta o ritmo climático ao longo de cada ano e não somente os valores médios de temperatura, precipitação e balanço hídrico, posto que a produtividade pecuária, a flora e fauna são mais sensíveis a eventos extremos que a condições médias.

O balanço hídrico (resultados apresentados na tabela 1 do apêndice e figura 6) foi utilizado como uma referência para ter-se noção da quantidade disponível de água ao crescimento das plantas, relacionando-o à produção das espécies do campo de capim-carona e ao potencial de água no solo e nas folhas das gramíneas, além da biomassa radicular e fenologia. A capacidade de água disponível no solo média, foi de 48,16 mm. Para efeito de cálculo do balanço hídrico, utilizou-se capacidade de armazenamento de água (CAD) no solo de 50 mm.

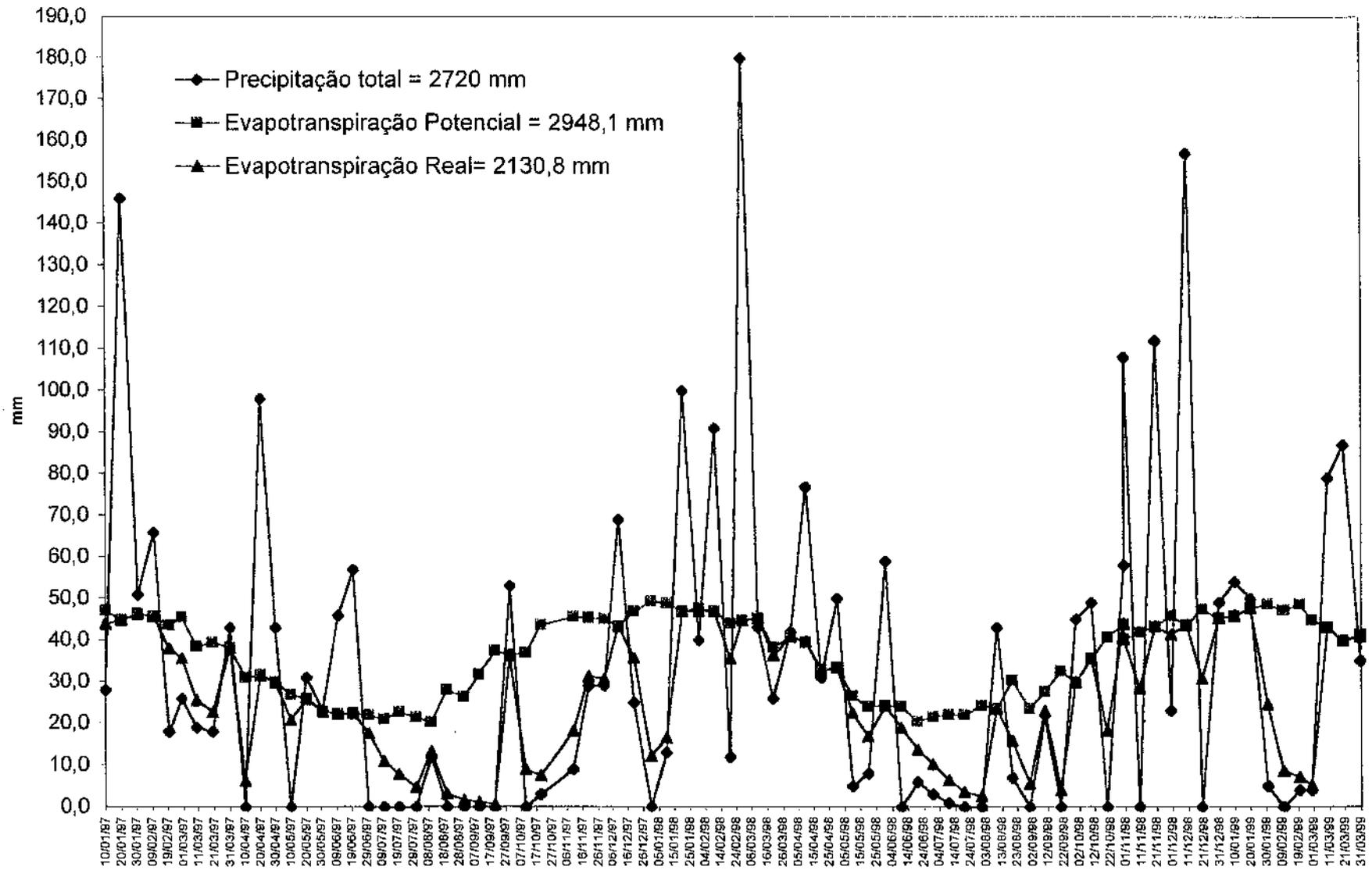


Figura 6. Balanço hídrico decendial da fazenda Nhumirim durante o período experimental (capacidade de armazenamento de água no solo 50 mm)

Pelos resultados é observado que nos decêndios dos meses de junho, julho, agosto, setembro, outubro, novembro e dezembro dos anos 97 e 98 houve deficiências hídricas, além de veranico em fevereiro de 99. Houve excesso de água em decêndios dos meses de janeiro, fevereiro, abril, maio, outubro, novembro e dezembro de 98 e março de 99. Pela observação do gráfico (figura 6), nos meses de janeiro, fevereiro, abril, maio, novembro e dezembro de 98 e março de 99 houve excesso, correspondendo à cheia na região ao redor da fazenda Nhumirim, com permanência de 2 a 3 meses sob água. No caso específico da área experimental (caronal), houve total saturação do solo, com lençol freático perto de 10 cm acima do nível do solo, somente nos meses de dezembro de 98 e janeiro de 99 e, somente, nos blocos 2, 3 e 4 (tabela 2 do apêndice).

CADAVID GARCIA (1984), estudando o clima do Pantanal, mais especificamente o balanço hídrico da região referente a período de quatro anos, verificou que durante o período da cheia na região, geralmente de fevereiro a maio de cada ano, o balanço hídrico constituiu-se e constitui "apenas um componente a ser considerado entre os fatores climáticos e hidrológicos da bacia do Alto Paraguai", pois os solos da região recebem mais água que a precipitação local, cuja origem é o extravasamento dos rios da bacia com o agravante do solo ter baixa capacidade de escoamento da água, devido à baixa declividade. Concluiu o referido autor que ao se calcular o balanço hídrico dever-se-á levar isto em consideração, utilizando a altura hidrométrica do Rio Paraguai que reflete as enchentes (GALDINO e CLARKE, 1997), além dos fatores climáticos locais com a real demanda de evapotranspiração, pois, citando Sanchez (1977), considerou que o método superestima a evapotranspiração da vegetação nativa do Pantanal.

A profundidade do lençol freático e o teor de umidade no solo, como esperado, não apresentaram diferença significativa ($P > 0,01$) dos resultados sob o efeito dos tratamentos aplicados (fogo e presença animal). A variação dos seus valores ficou em

função do tempo (época do ano) e do efeito de bloco (tabela 2), distantes um do outro e separados por fitofisionomias vegetais, baías, salinas e diferenças no relevo.

Tabela 2. Teste F sobre o teor de umidade do solo e sobre a profundidade do lençol freático de parcelas sob efeito dos tratamentos queima e presença animal no experimento do caronal, na fazenda Nhumirim.

	Queima(Q)	Animal(A)	Q*A	Tempo(T)	Q*T	A*T	Bloco	C.V%
Teor de umidade do solo	0,729	0,529	0,559	0,0001**	0,999	1,000	0,0001**	46,36
Profund. do lençol freático	0,839	0,113	0,890	0,0001**	1,000	0,999	0,0001**	12,33

** =0,001<P<0,01; sem símbolo =não significativo

Os valores mais baixos de umidade no solo e seu respectivo nível do lençol freático acompanharam parcialmente o balanço hídrico da região (tabela 2 do apêndice, tabela 3 e figuras 7 e 8), sendo que nos maiores déficits de água os valores foram mais baixos para teor de umidade do solo e mais altos para nível do lençol freático. Quando houve cheia na área (dezembro de 98 e janeiro de 99), o solo ficou saturado, com valor máximo para teor de umidade e nível do lençol freático.

Tabela 3. Teor de umidade do solo (TU solo em % de peso seco do solo) e profundidade do lençol freático (m) no período experimental (agosto/97 a março/99) e por bloco do experimento no caronal na fazenda Nhumirim.

tempo	blocos							
	1		2		3		4	
	TU solo	Profund. lençol						
25/09/97	3,89	2,16	3,92	1,41	4,87	1,41	4,64	1,28
22/10/97	1,06	2,26	2,95	1,61	2,79	1,55	3,45	1,45
21/11/97	4,86	2,47	4,62	1,62	5,70	1,69	5,05	1,34
14/12/97	2,52	2,45	2,16	1,39	3,19	1,36	5,23	1,20
14/01/98	4,76	2,56	2,81	1,70	5,04	1,72	4,37	1,51
13/02/98	5,69	2,32	3,57	1,28	9,10	0,90	4,33	1,32
11/03/98	4,99	1,80	6,67	0,78	14,63	0,62	4,74	1,02
07/04/98	2,94	1,43	10,21	0,66	16,12	0,50	7,65	0,81
05/05/98	3,81	1,44	6,75	0,89	13,98	0,63	6,26	0,95
04/06/98	4,52	1,47	6,36	0,86	13,85	0,55	6,18	0,87
02/07/98	2,61	1,74	4,07	1,14	8,88	0,94	3,58	1,13
30/07/98	0,44	1,81	0,91	1,35	2,27	1,28	1,13	1,48
27/08/98	2,37	2,03	2,44	1,41	5,63	1,15	2,57	1,40
25/09/98	1,54	2,15	1,29	1,58	1,60	1,39	1,36	1,61
23/10/98	1,40	1,96	1,06	1,35	1,11	1,26	1,06	1,36
18/11/98	3,28	1,30	5,91	0,86	9,18	0,74	3,52	0,99
16/12/98	5,51	0,93	18,57	0,46	18,56	0,49	18,95	0,46
20/01/99	7,48	0,85	22,67	0,36	20,09	0,33	20,08	0,24
20/02/99	1,08	1,34	5,66	0,97	8,67	0,91	8,75	0,85
17/03/99	6,28	1,08	9,25	0,75	11,77	0,75	14,34	0,50
Médias	3,55	1,78	6,09	1,12	8,79	1,01	6,36	1,09

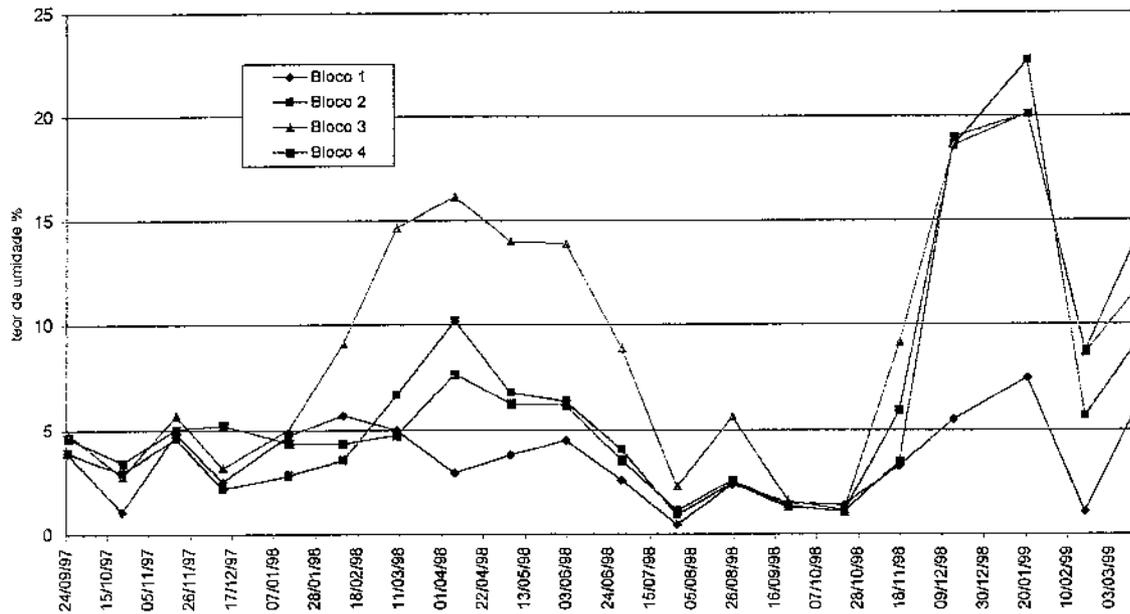


Figura 7. Teor médio de umidade do solo (TU em % peso) de cada bloco durante o período experimental no caronal, na fazenda Nhumirim.

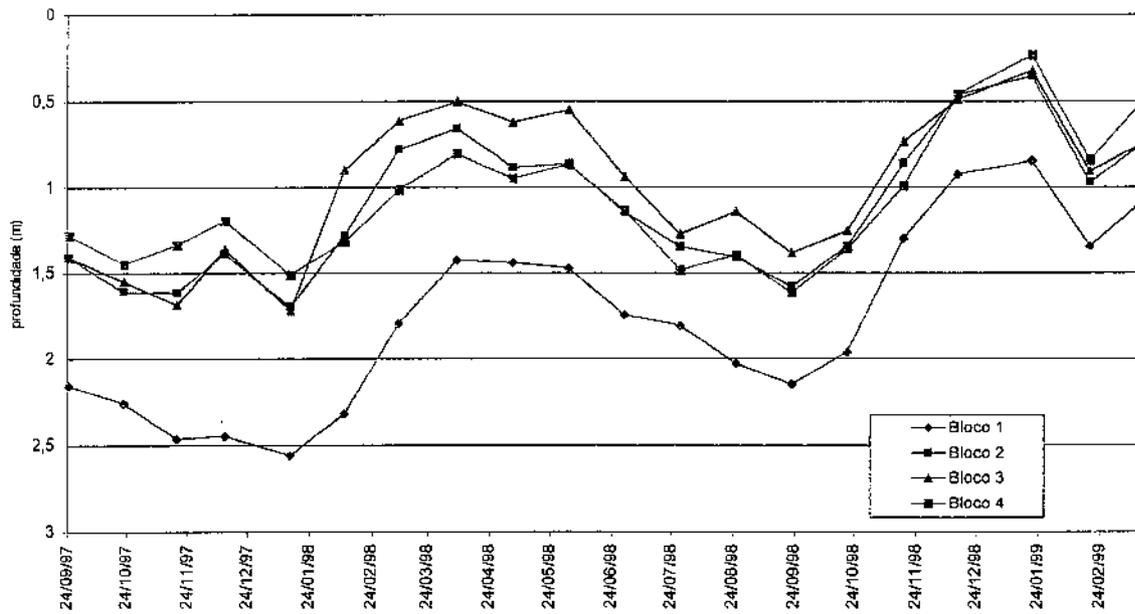


Figura 8. Profundidade média do lençol freático dos blocos durante o período experimental no caronal, na fazenda Nhumirim.

Os blocos 2, 3 e 4 apresentaram em 06/01/99, alagamento na área em decorrência da cheia da baía, alagamento da área mais baixa e extravasamento do Riozinho da fazenda vizinha, respectivamente para cada um dos blocos (figura 8). O bloco 1 nunca chegou a sofrer saturação e conseqüente cheia. O balanço hídrico realizado refere-se à fazenda como um todo, não levando em consideração o relevo (com leves depressões e brandas elevações), a fitofisionomia e nem a localização da área em estudo, ou seja proximidade a baías, salinas, cordilheiras ou rios, alterando a dinâmica das águas. Assim, para um conhecimento mais preciso dessa dinâmica local relacionada aos níveis de lençol freático e teores de umidade do solo, além da produção de fitomassa, flora, composição botânica e fenologia, é necessário que se faça um estudo microclimático com medições específicas sobre a superfície (o clima próximo ao solo da pastagem nativa é diferente daquele do cerradão) associado à geoestatística. CADAVID GARCIA (1984) afirmou que, para obter-se a disponibilidade hídrica no Pantanal arenoso de maneira mais correta, ter-se-á que defini-la em função dos elementos climáticos locais, incluindo os efeitos de divisores topográficos e freáticos.

A correlação entre o teor de umidade no solo e a profundidade do lençol freático foi de -0,852 na média total. Mas a correlação realizada separadamente em cada um dos 4 blocos, que são distantes um do outro uns 5,5 km e separados geograficamente por cordilheiras e baías, foi alta para os blocos 2, 3 e 4 (-0,838; -0,891 e -0,904, respectivamente) e baixa para o bloco 1 (-0,330). A baixa correlação no bloco 1 foi devido ao bloco estar em posição geográfica um pouco mais alta em relação aos outros, com nível do lençol freático mais baixo e, portanto, menor obtenção de água no solo por condutividade hidráulica.

A sub-região de Nhecolândia, com solo de textura arenosa (>93%, tabela 1, capítulo 3), apresenta baixa capacidade de armazenamento de água no solo (± 50 mm) e lençol freático raso, não

sendo capaz de armazenar água suficiente em sua superfície em épocas nas quais a evapotranspiração é alta, fazendo com as plantas tenham deficiência hídrica em praticamente 9 a 10 meses durante o ano.

O campo de carona é considerado campo que marca limite do alagamento, pois o capim-carona suporta somente de 5 a 10 cm de água acima da superfície e por poucos dias (POTT, 1994). De modo geral, o caronal não apresenta este problema, pois está situado em áreas mais altas, fugindo das águas, mas, eventualmente e por curtos períodos, isto pode ocorrer, quando a taxa de precipitação ultrapassa a capacidade de infiltração e armazenamento de água dos solos saturando-os, e devido a sua localização próxima a áreas susceptíveis a alagamento ou inundação, como foi o caso do bloco 2 (próximo a uma grande baía) e bloco 4, que é ponto próximo da influência da vazante do Riozinho da fazenda vizinha, afluente do rio Negro, que transbordou.

O potencial matricial da água do solo (Ψ_m), obtido a partir de equações, onde aplicou-se o seu respectivo teor de umidade, é apresentado na tabela 4 e figura 9. Os valores ausentes na tabela referem-se a dados dispensados, pois os seus teores de umidade eram muito baixos, estando fora da faixa de definição das equações.

Tabela 4. Potencial matricial da água do solo (Ψ_m) estimado por equações em cada um dos blocos durante o período experimental (agosto/97 a março/99) no solo do caronal, na fazenda Nhumirim.

data	Ψ_m (MPa) bloco 1	Ψ_m (MPa) bloco 2	Ψ_m (MPa) bloco 3	Ψ_m (MPa) bloco 4
24/09/97	-0,0475	-0,0245	-0,0131	-0,0185
22/10/97	#	-0,0881	-0,1851	-0,0559
18/11/97	-0,0219	-0,0136	-0,0078	-0,0140
12/12/97	-0,4368	-1,1441	-0,0801	-0,0126
14/01/98	-0,0234	-0,1161	-0,0116	-0,0226
10/02/98	-0,0134	-0,0355	-0,0021	-0,0232
09/03/98	-0,0201	-0,0045	-0,0007	-0,0172
07/04/98	-0,1652	-0,0015	-0,0005	-0,0043
05/05/98	-0,0518	-0,0044	-0,0007	-0,0074
02/06/98	-0,0279	-0,0051	-0,0007	-0,0077
30/06/98	-0,3400	-0,0213	-0,0022	-0,0477
28/07/98	#	#	-2,0913	#
25/08/98	-0,7289	-0,3076	-0,0081	-0,2778
22/09/98	#	#	#	#
20/10/98	#	#	#	#
17/11/98	-0,0970	-0,0063	-0,0020	-0,0515
14/12/98	-0,0149	-0,0004	-0,0004	-0,0005
20/01/99	-0,0063	-0,0002	-0,0003	-0,0004
18/02/99	#	-0,0072	-0,0024	-0,0030
17/03/99	-0,0101	-0,0019	-0,0011	-0,0009
Média	-0,0685	-0,0058	-0,0023	-0,0071

Não considerado (fora da faixa de definição das equações)

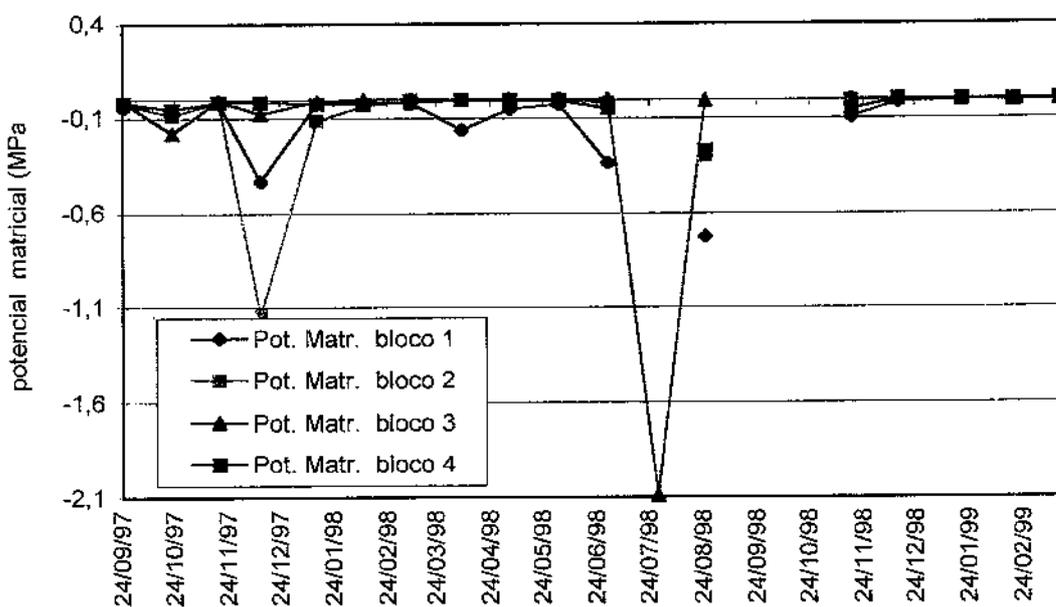


Figura 9. Médias do potencial matricial da água do solo em cada um dos 4 blocos do experimento de campo na fazenda Nhumirim.

Observando os resultados de potencial matricial de água do solo por bloco, é verificado que na média geral, o bloco 3 foi o que apresentou maior potencial ($\Psi_m = -0,0023$ MPa) e, portanto, mais água realmente disponível às plantas. O bloco 1 foi o que apresentou menor potencial matricial ($\Psi_m = -0,0685$ MPa) no solo, proporcionando menor quantidade de água às plantas. Os espaços vazios na tabela representam valores abaixo de $-1,5$ MPa, que é considerado o ponto de murcha permanente. Tais valores ocorreram principalmente nos meses de julho, setembro e outubro de 98, nos 4 blocos. No bloco 3 é registrado o valor de $-2,09$ MPa no mês de julho de 98, mas não foi observada qualquer murcha em nenhuma das espécies do campo, em qualquer uma das épocas.

A análise do Teste F dos efeitos dos tratamentos (queima e da presença animal) sobre o potencial de água nas folhas do capim-carona (*Elyonurus muticus*) e *Mesosetum chaseae* é apresentada na tabela 5 e os resultados obtidos na análise estatística, na tabela 6 e figuras 10 e 11. Pela tabela 5, é verificado que houve diferença significativa ($P < 0,05$) determinada pelo fogo sobre o potencial de água da folha da gramínea *Elyonurus muticus*.

Tabela 5. Teste F para avaliar o efeito dos tratamentos (queima e presença animal) sobre o potencial de água nas folhas do capim-carona (*Elyonurus muticus*) e *Mesosetum chaseae*.

Tratamentos	<i>E. muticus</i>	<i>M. chaseae</i>
Queima (Q)	0,0165*	0,5157
Animal (A)	0,3425	0,2312
Q*A	0,0495*	0,8879
Bloco	0,1832	0,7377
Época (E)	0,0002**	0,0384*
Hora (H)	0,0001**	0,0001**
Q*E	0,6086	0,2892
A*E	0,7770	0,4818
Q*A*E	0,3819	0,8450
Q*H	0,0939	0,9891
A*H	0,0454*	0,9355
E*H	0,5623	0,2730
C.V.%	37,32	32,66

* $=0,01 < P < 0,05$; ** $=0,001 < P < 0,01$; sem símbolo = não significativo

Tabela 6. Média dos valores do potencial de água (MPa) nas folhas das espécies sob os tratamentos (fogo e gado), horários do dia e por época (estação do ano) no experimento do campo do capim-carona, na fazenda Nhumirim.

Potencial água (MPa)	<i>Elyonurus muticus</i>	<i>Mesosetum chaseae</i>
Sem Fogo Sem Gado	-0,872	-0,880
Sem Fogo Com Gado	-0,865	-0,835
Com Fogo Sem Gado	-0,846	-0,877
Com Fogo Com Gado	-0,889	-0,885
Hora 01 = 05:00 às 05:59	-0,358 A	-0,349 A
Hora 02 = 06:00 às 06:30	-0,389 A	-0,424 A
Hora 03 = 06:31 às 07:00	-0,395 A	-0,476 A
Hora 04 = 07:01 às 07:30	-0,457 A	-0,519 A
Hora 05 = 07:31 às 08:00	-0,496 A	-0,550 A
Hora 06 = 08:01 às 08:50	-0,704 AC	-0,601 A
Hora 07 = 13:00 às 13:30	-1,357 B	
Hora 08 = 13:31 às 14:00	-1,512 B	-1,349 B
Hora 09 = 14:01 às 14:30	-1,278 BC	-1,313 B
Hora 10 = 14:31 às 15:00	-1,237 BC	-1,199 B
Hora 11 = 15:01 às 16:00	-1,257 BC	-1,221 B
Hora 12 = 16:01 às 16:40		-0,912 AB
Época 1 = abril/98	-0,664 A	-0,743 A
Época 2 = julho/98	-1,212 B	-0,986 B
Época 3 = outubro/98	-0,832 A	-0,792 AB
Época 4 = janeiro/99	-0,764 A	-0,96 B

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem significativamente entre si

As duas gramíneas apresentaram diferenças significativas ($P < 0,01$) para o fator época de avaliação (estação do ano) e hora do dia. Esses resultados eram esperados, posto que a maior variação do potencial de água das folhas nas plantas é determinada pela temperatura do ar, vento e UR na hora da medição (promotores da evapotranspiração real), além da quantidade de água disponível no solo, sendo estes elementos variáveis com a época do ano. Os horários da parte da manhã do dia promoveram os valores mais altos de potencial de água nas folhas, que foram decrescendo gradativamente conforme o avanço do horário (tabela 6). O *Elyonurus muticus* apresentou potencial de água na folha, no horário das 8:01 às 8:50, valor similar estatisticamente ao valor do potencial de água do horário da tarde (14:01 às 16:00 hs).

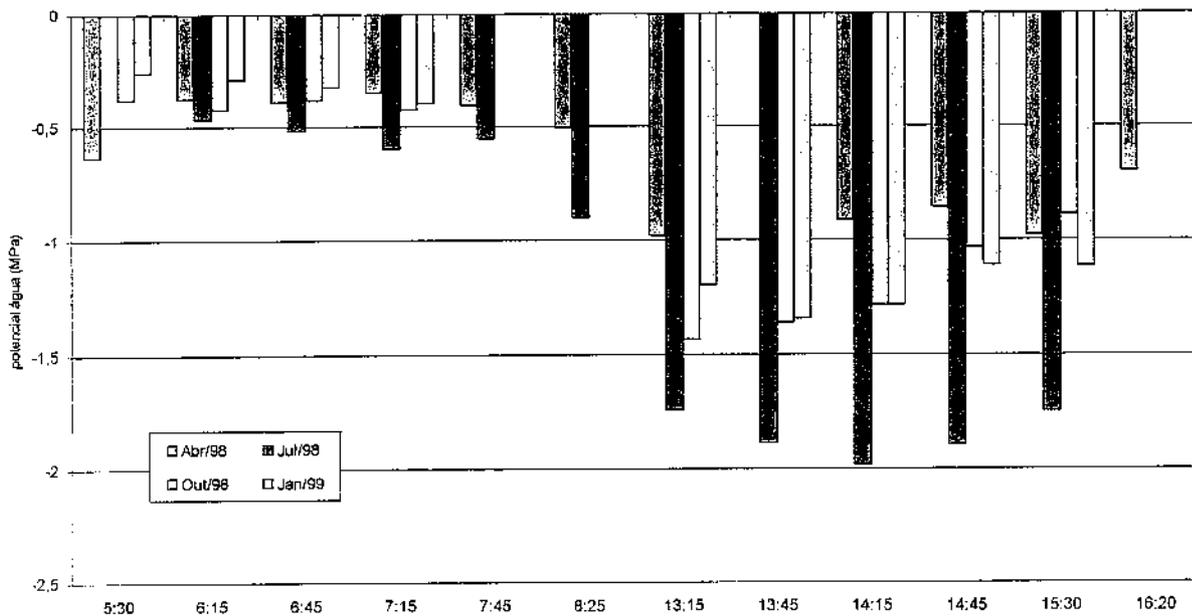


Figura 10. Média do potencial de água em folhas de capim carona (*Elyonurus muticus*) em 4 épocas do ano e em vários horários do dia, no experimento de campo, na fazenda Nhumirim

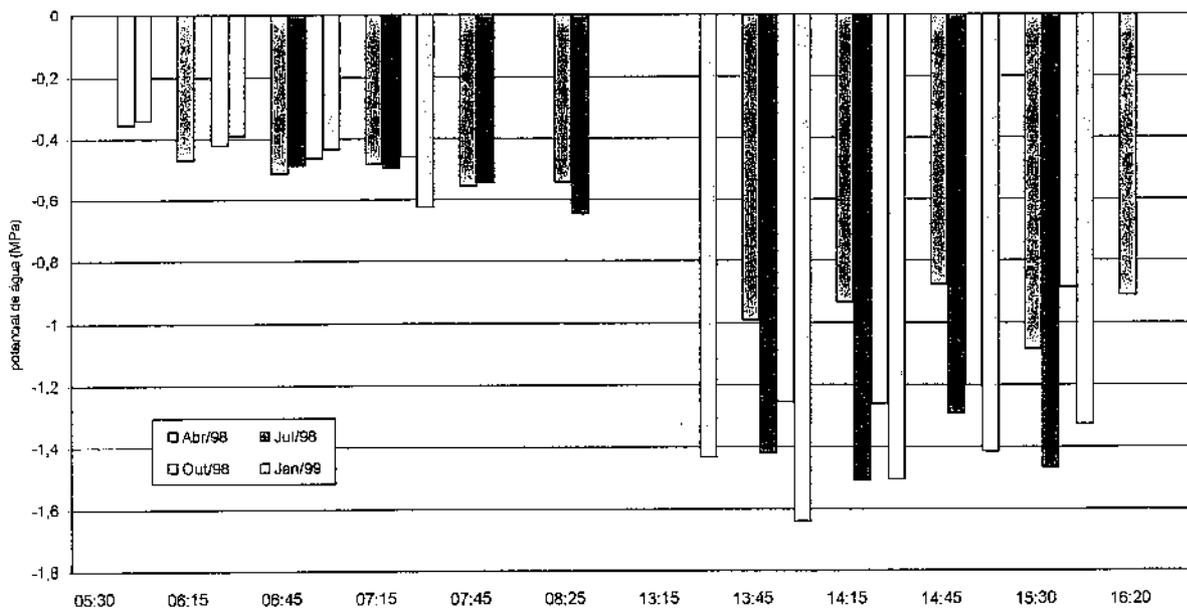


Figura 11. Média de potencial de água em folhas de *Mesosetum chaseae* em 4 épocas do ano e em vários horários do dia, em experimento de campo na fazenda Nhumirim.

A estação de inverno, que corresponde ao período de seca da região, determinou os potenciais de água na folha mais baixos em relação às outras épocas. Para *Mesosetum chaseae*, além do inverno, o verão de 99 também promoveu mais baixos valores de potencial de água, provavelmente em decorrência das cheias ligeiras do ambiente, ocorridas em dezembro de 98, que promoveram maior resistência estomática (menor condutância em cm/s), prejudicando seu desenvolvimento em relação ao carona.

O capim-carona apresentou diferenças significativas ($P < 0,01$) para o tratamento queima e interações queima x animal e animal x hora (tabela 5). A queima determinou valores superiores de potencial de água na folha do capim-carona, apesar de ser uma diferença pequena, $-0,869$ MPa no tratamento sem queima e $-0,867$ MPa com queima. Este efeito pode ser devido ao fato das plantas rebrotadas após a queima serem morfo e fisiologicamente novas, determinando maior potencial de água nos tecidos. Já o *Mesosetum chaseae* não apresentou esta característica, pois seu crescimento e senescência dão-se de forma mais rápida, por ser uma gramínea estolonífera e de crescimento ereto e prostrado.

A interação queima x animal para o capim-carona determinou, um valor mais baixo para potencial de água na folha, em virtude talvez do pastejo e principalmente pisoteio animal em folhas mais novas. A interação animal x hora fez com que a presença animal nos horários da parte da tarde determinasse um menor potencial de água nas folhas do capim-carona (tabela 7).

Tabela 7. Desdobramento das interações significativas queima x animal e animal x hora sobre o potencial de água na folha do capim-carona (*Elyonurus muticus*) no experimento de campo, na fazenda Nhumirim.

Potencial água (MPa)	<i>Elyonurus muticus</i>	
	Sem Animal	Com Animal
Tratamentos		
Sem queima	-0,872	-0,865
Com queima	-0,846	-0,889
1o. Horário (manhã)	-0,456	-0,445
2o. Horário (tarde)	-1,200	-1,250

A partir do potencial matricial da água do solo no tempo e por bloco, que é apresentado na tabela 4 e figura 9, e do balanço hídrico (figura 6), observa-se que os valores mais baixos de potencial matricial da água no solo (igual ou menor que -1,5 MPa) corresponderam às deficiências hídricas ambientais e cujos efeitos foram a determinação de mais baixos potenciais de água nas folhas das gramíneas (figuras 10 e 11) na época da seca (julho de 98). O veranico de final de janeiro e fevereiro de 99 determinou mais baixos potenciais de água somente para a gramínea *Mesosetum chaseae*, mas nenhuma das duas espécies apresentou murcha. Disto, conclui-se que o sistema solo-planta-ambiente apresentou deficiência hídrica, mas mesmo assim apesar dos baixos valores, não houve murcha nas plantas, podendo ser devido a ajustamento osmótico nas espécies (TURNER e BEGG, 1978).

BARUCH e FERNANDEZ (1993), estudando as relações hídricas da gramínea nativa *Trachypogon plumosus* e da africana *Hyparrhenia rufa* em savanas neotropicais (Lhanos, Venezuela), determinaram que a espécie africana apresentou maior sensibilidade estomática sob baixos potenciais de água na folha, maior condutância, taxa de transpiração, potencial de água e ajustamento osmótico que o *Trachypogon*. Entretanto, as duas gramíneas foram consideradas como resistentes à seca sob altos e baixos potenciais de água na folha. A mais baixa condutância estomática na época das chuvas na espécie nativa foi indicativo de mecanismo de conservação de água. Os referidos autores concluíram que a espécie nativa é mais tolerante

à seca sob baixos potenciais, economizando mais água, sendo capaz de resistir à invasão de espécies introduzidas em locais mais secos e de solos pobres.

As plantas do caronal são espécies nativas altamente adaptadas à seca e às condições de alagamento, desde que sejam de média a curta duração. A queima suprimindo a parte aérea condiciona a rebrota de folhas novas com alta turgescência e taxa de crescimento.

Para avaliação dos elementos climáticos relacionados aos fatores do ambiente como o teor de umidade do solo, potencial matricial de água no solo e profundidade do lençol freático em cada um dos quatro blocos do experimento de campo, fez-se correlações dos dados referentes ao período experimental, cujos resultados são apresentados na tabela 8 e cujos valores significativos foram hachurados. Fez-se correlação da profundidade do lençol freático e precipitação pluviométrica em quatro períodos: mesma época entre a leitura da precipitação e a da profundidade do lençol, 28, 56 e 84 dias após a precipitação ocorrida.

Tabela 8. Índices de correlação (r) dos elementos climáticos (precipitação em mm e temperatura média do ar em °C) e teor de umidade do solo (%), potencial matricial de água do solo (MPa) e profundidade do lençol freático (m) em cada um dos quatro blocos do experimento no caronal (*Elyonurus muticus*), no período experimental na fazenda Nhumirim.

Correlação profundidade do lençol freático e teor de umidade do solo			
Bloco1	Bloco2	Bloco3	Bloco4
-0,33	-0,84	-0,89	-0,90
Correlação profundidade do lençol freático e precipitação			
Bloco1	Bloco2	Bloco3	Bloco4
-0,30	-0,55	-0,54	-0,45
-0,49	-0,70	-0,61	-0,61
-0,65	-0,64	-0,68	-0,68
-0,41	-0,36	-0,39	-0,39
			mesma época precip.
			28 dias após precip.
			56 dias após precip.
			84 dias após precip.
Correlação teor de umidade do solo e precipitação			
Bloco1	Bloco2	Bloco3	Bloco4
0,62	0,48	0,57	0,37
Correlação teor de umidade solo e potencial matricial de água no solo			
Bloco1	Bloco2	Bloco3	Bloco4
0,99	1,00	1,00	0,95
Correlação potencial matricial de água e profundidade do lençol freático			
Bloco1	Bloco2	Bloco3	Bloco4
0,38	-0,66	-1,00	-0,64
Correlação temperatura média do ar e teor de umidade do solo			
Bloco1	Bloco2	Bloco3	Bloco4
0,40	0,30	0,20	0,38

Células hachuradas apresentam altas correlações

Os resultados indicam correlação entre o teor de umidade do solo e profundidade do lençol freático, além de correlação entre potencial matricial de água no solo e profundidade do lençol freático, para os blocos 2, 3 e 4. O bloco 1 somente teve correlação do teor de umidade do solo com a precipitação. Assim, este bloco é mais dependente das chuvas para manter um certo teor de umidade no solo em relação aos outros blocos que possuem nível do lençol freático mais alto. A precipitação não teve correlação significativa com a profundidade do lençol freático na mesma época de ocorrência das chuvas. A partir de 28 dias até 56 dias após a precipitação, houve correlação negativa nos quatro blocos, ou seja, quanto maior a precipitação menor a profundidade do lençol freático.

Para avaliação do fogo como elemento de ação imediata sobre o solo, obteve-se o teor de umidade antes e pós-queima, tanto na primeira (26/08/97) como na segunda queimada (11/08/98). Os resultados estão na tabela 9, onde, pela análise estatística, observou-se efeito do fogo de imediato sobre o teor de umidade do solo, com queda significativa ($P < 0,01$) após a queima, devido às altas temperaturas do fogo que evaporaram a água do solo.

Tabela 9. Médias do teor de umidade do solo (TU %) antes e pós-queima, sob o efeito da presença e ausência animal e nas duas queimadas.

Teor de Umidade (TU)	TU %	Tratamento	TU %	data das queimadas	TU %
antes	4,41A	Sem animal	4,20A	26/08/97	2,38B
pós-queima	3,34B	Com animal	3,56B	11/08/98	5,38A

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem significativamente entre si

Houve efeito do animal ($P < 0,01$), com diminuição da umidade em sua presença, talvez devido as parcelas queimadas sem animal, serem cercadas dificultando a passagem da brisa e diminuindo a evaporação da água do solo nu. Os animais só entraram na área queimada após completo resfriamento do local.

Os resultados da determinação das temperaturas médias da superfície do solo (aproximadamente 3 a 5 cm do solo), antes e pós-queima na primeira e segunda queimadas, estão apresentados na tabela 10. A temperatura média do solo antes da primeira queima era de 37,5 °C. Este valor foi a média das oito parcelas que receberam fogo. Como estas eram longe uma da outra, e todas teriam que ser queimadas no mesmo dia, houve defasagem de hora entre uma parcela e outra, mas de no máximo duas horas com média de 15 minutos entre queimas (entre parcelas). Após a passagem do fogo, fez-se a medição da temperatura do solo em cada uma das parcelas, cuja média foi de 48,4 °C. O aumento da média de temperatura a 4 cm

do solo sob efeito do fogo na 1ª queima foi de 10,9 °C. Na segunda, a diferença antes e pós-queima foi de 5,9 °C.

Outra dessemelhança foi a porcentagem de área queimada, onde na 1ª queimada 79% da área experimental foi queimada contra 52% na 2ª queimada. Isto ocorreu devido ao maior teor de umidade do solo na 2ª queimada, em consequência de chuva na semana anterior ao ateamento do fogo (total de 43,2 mm). Na 1ª queimada, tal evento não ocorreu. O nível médio do lençol freático era semelhante, com altura de 1,47m em ago/97 e 1,50m em ago/98.

Outra principal determinante foi a falta de material combustível em termos de quantidade e qualidade, pois a vegetação encontrava-se mais verde e hidratada devido ao histórico do ano de 1998 mais úmido e com quantidades de biomassa inferiores, pois após a 1ª queima o caronal não se recuperou em termos de kg matéria seca/ha em relação à testemunha (biomassa formada por rebrota após a queima foi inferior à biomassa acumulada no período de um ano, capítulo 2). Corroborando os resultados obtidos, ADÁMOLI *et al.* (1982), estudando a repetitividade dos incêndios em áreas de pastagens nativas da região dos cerrados (imagens de satélite) em dois anos consecutivos, verificaram que as áreas queimadas não coincidem com as do ano anterior, relacionando as observações com a biomassa da rebrota pós-queima, que não atingiu ao final do primeiro ano os valores do período pré queima.

Tabela 10. Efeito de bloco sobre a área queimada, tempo de queima (minutos) e temperatura do ar (°C) a 4 cm do solo na 1ª queima (agosto/97) e 2ª queima (agosto/98).

Blocos		1	2	3	4	média
Área queimada (%)	1ª queima	70	83	75	90	79
	2ª queima	53	55	53	48	52
média		61,3	68,8	63,8	68,8	65,5
Tempo de queima (minutos)	1ª queima	11	5	14	8	9
	2ª queima	18	18	14	18	17
média		14,3	11,3	13,8	12,8	13
Temperatura antes da queima (°C)	1ª queima	33,3	36,4	41,5	39,0	37,5
	2ª queima	27,1	35,0	41,5	33,4	34,2
média		30,2	35,7	41,5	36,2	35,9
Temperatura pós-queima (°C)	1ª queima	46,5	48,3	50,5	48,6	48,4
	2ª queima	36,0	41,3	45,7	37,5	40,1
média		41,2	44,8	48,1	43,0	44,3

O campo sujo caronal representando 20% da área da sub-região da Nhecolândia (POTT, 1994) apresenta a frequência anual de queima. Mas a área de capim-carona atingida pelo fogo, em um dado ano, não é a mesma atingida pelo fogo no ano seguinte, pois não há fitomassa suficiente para o fogo correr naturalmente, como observado na tabela 10, com a menor porcentagem de área queimada e o maior tempo de queima na 2ª queimada. Os responsáveis pelo ateamento do fogo em condições de fazenda (peões que andam pelos campos) geralmente só ateam fogo em áreas com acúmulo de material morto em pé no capim e no chão, o que não ocorre de um ano a outro no caronal.

Pode-se afirmar que a frequência de queima do campo de capim-carona é anual, pois todo ano há queima em algum campo na extensa área da sub-região da Nhecolândia, mas a mesma área não recebe queima anual. Assim, a frequência de queima do mesmo caronal no Pantanal é bienal.

Conclusões

1. Os perturbadores do clímax do campo de capim-carona (fogo e presença animal) promovem menores efeitos nos teores de umidade do solo, no potencial de água nas folhas das gramíneas e do solo, comparados aos elementos climáticos e balanço hídrico.
2. O teor de umidade do solo e o potencial matricial da água do solo estão correlacionados à profundidade do lençol freático em áreas onde esta é menor. A precipitação torna-se mais importante na determinação de mais elevado teor de umidade do solo onde a profundidade do lençol freático é maior.
3. A precipitação pluviométrica e a profundidade do lençol freático correlacionam-se negativamente somente alguns dias após as chuvas (pelo menos 28 dias).
4. A queimada determina alteração do teor de umidade do solo somente imediatamente após a queima, pois há evaporação da umidade do solo devido à elevação da temperatura do solo promovida pelo fogo.
5. A presença do fogo em área de caronal altera o potencial de água na folha da gramínea *Elyonurus muticus*.

CAPÍTULO 2

EFEITO DA QUEIMA E DA PRESENÇA ANIMAL SOBRE A BIOMASSA E PRODUTIVIDADE PRIMÁRIA LÍQUIDA AÉREA, TEOR PROTÉICO DE ALGUMAS GRAMÍNEAS E COBERTURA DO SOLO NO CAMPO DO CAPIM-CARONA (*Elyonurus muticus* (Spreng.) O. Ktze.)

Introdução

A pecuária de corte, considerada uma das principais atividades econômicas, tem sido explorada economicamente no Pantanal desde o século XVIII, exercida de forma extensiva (cria e recria), sobre grandes áreas de terras, onde as várias fitofisionomias constituem as pastagens nativas da região, tomando desde o campo limpo e alagável até áreas mais altas, onde tem-se os campos sujos, cerrados e cerradões (COMASTRI FILHO, 1984a). O campo limpo e áreas alagáveis possuem gramíneas com alto valor nutricional, com teor de proteína maior que 7% na matéria seca, mas em pouca quantidade, ou, conforme POTT (1994 e 1997), quanto maior a qualidade da forrageira, menor a quantidade de forragem produzida. Assim, o avanço para partes mais altas e menos sujeitas à cheia condiciona baixo valor protéico da vegetação herbácea.

A produtividade das pastagens nativas do Pantanal é bastante baixa, sendo tradicionalmente utilizada a taxa de lotação de 0,27 animais/ha. Uma maior pressão de pastejo não é suportada, a menos que novas formas de manejo ou implantação de tecnologias sejam aplicadas, pois as condições naturais da região, com cheias e déficit hídrico expressivos sazonais, determinam duas épocas difíceis quanto à oferta de forrageiras, que, aliada à falta de manejo das pastagens e falta de manejo animal adequados, condicionam baixos índices zootécnicos (CADAVID GARCIA, 1981), expressos por baixa natalidade (54%), baixa desmama (43%) e intervalo entre parto de 22 meses (ALMEIDA, 1997). As alternativas indicadas, para melhorar a qualidade e produção das pastagens e

consequentemente aumentar a produtividade animal, são sugeridas em vários trabalhos (COMASTRI FILHO, 1984 a,b ; POTT, 1982; POTT, 1988a,b; COMASTRI FILHO e POTT, 1994, 1996 a,b) realizados na região.

Dentre as alternativas sugeridas destacam-se a substituição do capim-carona por espécies africanas introduzidas e já comprovadamente aptas às condições regionais, como as braquiárias (áreas de caronal ou fura-bucho reduzem os impactos ambientais sob baixos custos com relação às áreas de cordilheiras, COMASTRI FILHO e POTT, 1994; POTT e COMASTRI FILHO, 1995) e a utilização do fogo controlado como forma de manejo (VOGL, 1979), acabando com o acúmulo de material morto e seco em campos de gramíneas dominantes que não são consumidas pelo gado, como o caronal (figura 1, do apêndice) dominado pelo capim-carona (*Elyonurus muticus*) (POTT, 1997).

A queimada sobre a vegetação nativa, principalmente sobre os cerrados, já vem de longa data (COUTINHO, 1981 e 1994), assim como o seu uso em manejo de pastagem. Diversos pesquisadores referem-se à sazonalidade (característica do clima tropical Aw), aos solos com baixos níveis de nutrientes minerais, ao pastejo (herbivoria por grandes e pequenos animais) e ao fogo, como determinantes da vegetação das savanas (cerrados) (ALVIM, 1996; CRAWLEY, 1997).

Essa vegetação, que vem sofrendo queimadas e herbivoria há séculos, diz-se aclimatada a essas perturbações, ou então diz-se que a vegetação é adaptada genó e fenotipicamente a essas condições naturais do ecossistema.

O fogo pode ser natural, provindo de raios sobre árvores e campos com grande soma de material combustível (folhas secas e árvores semidecíduas) ou, como ocorre na maioria dos casos, provindo do homem (COUTINHO, 1976). São vários os seus objetivos: limpar áreas desmatadas a serem aradas e semeadas, queimar

monoculturas (cana) para facilitar o seu corte e queimar a macega do pasto nativo (campo de capim grosseiro) que rebrotado serve para o gado consumi-lo, como capim-carona, capim-fura-bucho (*Paspalum carinatum*) e capim-rabo-de-burro (*Andropogon bicornis*) POTT (1997). No Pantanal, o fogo tem principalmente este objetivo.

De maneira geral, o efeito do fogo sobre a vegetação pode variar devido a algumas condições ambientais no momento da queima como: a época do ano em que ocorre a queimada (início, meio ou fim da seca); a frequência da queima sobre a área (bianual, anual, bienal ou trienal); as condições climáticas no dia da queima (velocidade do vento, temperatura e umidade relativa do ar da queima, teor de umidade do solo e das plantas) e quantidade de combustível (material morto ou seco) a ser queimado, determinando a intensidade e a duração da queima.

As pastagens nativas do Pantanal, pastejadas principalmente por gado zebu, cavalos, animais silvestres como a capivara, veados, cervos e porco monteiro (que também revolve o solo em busca de alimentos, funcionando como um pequeno arado), sofreram e sofrem variáveis pressões de pastejo, alterando a composição botânica da comunidade constantemente de forma rápida e razoavelmente previsível. As populações de espécies vegetais em sua morfologia e fisiologia acham-se adaptadas à herbivoria há tempos. Essas pressões variáveis ficam em função das cheias e seca que determinam a quantidade de forragem disponível e conseqüentemente a quantidade de animais nas áreas. Além disso, as cheias e a seca também funcionam como determinantes da flora e estrutura da comunidade em curto, médio e longo prazo conforme a duração e intensidade desses fenômenos climáticos e hidrológicos.

KLINK (1992) considerou que no cerrado brasileiro ou continente africano não é possível falar das características das plantas adaptadas ao pastejo animal sem associá-las às suas características adaptadas à seca, pois, conforme MILCHUNAS e

LAUENROTH (1993), respostas das plantas ao pastejo são dependentes da história da herbivoria na região e da sua forma de crescimento, que por sua vez é dependente da disponibilidade de água. O mesmo aplica-se ao Pantanal da Nhecolândia, com suas fitofisionomias de savana gramíneo-lenhosa, savanas florestadas e savanas arborizadas (ABDON et al., 1998).

Outro fato a se considerar nessa dinâmica da comunidade da pastagem é a competitividade entre as espécies por água, minerais do solo, luz e a seletividade dos animais no pastejo, selecionando as espécies mais palatáveis e de qualidade superior, além das partes das plantas mais digestíveis e menos fibrosas, como as folhas e colmos novos. HARPER (1977) considerou que, entre as forças bióticas e abióticas do ambiente que agem sobre a ecologia e evolução das plantas, as bióticas são mais fortes e entre elas está o pastejo dos animais, o qual considera um complicado processo onde diferentes espécies animais abocanham as plantas ou parte delas de modo a promover duas linhas de respostas destas. A primeira é quanto à sua química, estrutura e fisiologia e a segunda, quanto aos efeitos ecológicos sobre a população, como crescimento, sobrevivência, habilidade de competição e reprodução (DIRZO, 1985).

A produtividade dos ecossistemas é o principal objeto para comparação entre as várias comunidades distribuídas no bioma. A produtividade primária aérea das pastagens é influenciada pela arquitetura da comunidade, que possui como importantes características a estrutura da comunidade (que é dependente da composição botânica), pelo conteúdo de clorofila e pelo índice de área foliar (SINGH e JOSHI, 1979). Conforme os referidos autores, a produtividade é mais dependente da composição botânica que da quantidade de chuva. Em savana bem drenada na região amazônica com *Mesosetum alnum* e *Axonopus purpusii* correspondendo a 70,27% e 24,19% da composição botânica, CAMARÃO et al. (1996) determinaram a produção aérea de 1291 e 873 kg de MS/ha em cada ano consecutivo,

sendo a diferença atribuída à maior taxa de lotação nas pastagens nativas no segundo ano. A vegetação herbácea de diferentes tipos fisionômicos de savanas do continente africano foi avaliada quanto à produção primária aérea líquida total por MENAUT e CESAR (1979). A savana florestada apresentou 1450 g/m²/ano, a savana aberta tipo campo cerrado, 1280 g/m²/ano e savanas tipo campo limpo, 1540 g/m²/ano.

A biomassa aérea total foi quantificada em Cerrado "sensu lato", em um gradiente de vegetação de campo limpo a cerradão por CASTRO (1995). A biomassa aumentou de campo limpo (5542 kg/ha) a campo sujo (9344 kg/ha), a cerrado aberto (24847 kg/ha) até cerrado denso (24944 kg/ha). A biomassa de gramíneas decresceu nessa mesma ordem de 3955 kg/ha a 1600 kg/ha. Os valores de biomassa obtidos foram considerados altos quando comparados às savanas tropicais.

As pastagens nativas do Pantanal apresentam produtividade mais limitada quando comparadas às espécies de savanas tropicais, pelo fato das espécies nativas apresentarem adaptações às condições locais com secas extremas e alagamentos de duração variável, desviando ou economizando suas reservas não estruturais, desfavorecendo seu crescimento e reprodução. Geralmente, na natureza as plantas que têm genótipo favorável à produção não o têm para as adaptações às condições climáticas estressantes, e vice-versa (KLINK, 1992). Quanto aos distúrbios da comunidade vegetal como o fogo e o pastejo, são considerados como promotores da produção primária líquida aérea (SAN JOSE e MEDINA, 1975; ADAM e ANDERSON, 1978; SINGH e JOSHI, 1979). YADAVA (1990) nas savanas do nordeste da Índia e PEMADASA (1990) nas pastagens tropicais do Sri Lanka consideraram que a duração da estação de crescimento associada à composição das espécies na comunidade, fertilidade dos solos e à intensidade de queima e pastejo, governam a produção primária líquida.

SARMIENTO e VERA (1979), avaliando a biomassa e produtividade primária aérea em quatro comunidades vegetais nos Lhanos da Venezuela (savanas hiperestacionais), verificaram que a produção em áreas queimadas das savanas estacionais (não inundáveis) em três anos variou entre 530 a 600 g/m² ao ano. A produtividade primária líquida aérea foi 50% maior na época das chuvas e na savana hiperestacional (sujeita à inundação) com 700 g/m² ao ano. A produção aérea total desta savana foi a maior entre as comunidades com média anual de 1789 g/m². MEIRELLES (1981) observou uma produção primária líquida aérea de 108 ± 26 g/m² no período das chuvas (120 dias) para o estrato herbáceo de um campo sujo do cerrado que não sofreu queima; na área queimada a produtividade foi de 176 ± 33 g/m² no primeiro ano após o fogo.

Considera-se que a eficiência para a produção de matéria seca em áreas que foram queimadas, em época certa, é superior àquela que não sofreu queima (VOGL, 1974; SARMIENTO, 1984). Mas a produção da pastagem após a queimada depende do tempo entre a queimada e o início da estação de crescimento das plantas, ou seja, queimadas em épocas quando as plantas já se encontram em fase de crescimento e rebrota naturais determinam baixa produtividade primária líquida aérea pós queima (GRIFFIN e FRIEDEL, 1984; JAMES, 1985).

A vegetação nativa do Pantanal cresce durante o período chuvoso, quando as condições de umidade no solo e temperatura do ar são favoráveis e capazes de atender às exigências de algumas categorias animais (quando a pastagem não está sob inundação ou alagamento). Na seca, com a parada do crescimento e a senescência das partes vegetativas, ocorre uma queda na qualidade da forragem pela redução do teor de proteína e da digestibilidade. Assim, devido aos períodos críticos do meio ao fim da seca (agosto e setembro) e do auge ao fim da cheia (fevereiro a maio), conforme POTT *et al.*, (1989) (figuras 2 e 6, capítulo 1), a disponibilidade

de pasto fica comprometida e a alimentação do rebanho torna-se um dos problemas da pecuária pantaneira, senão o principal (CADAVID GARCIA, 1985).

Assim, a produção de matéria seca aérea das plantas e a composição química das forrageiras determinando sua qualidade são variáveis e afetadas por fatores como a espécie, tipo de solo, temperatura do ar, comprimento do dia, chuva, estágio de crescimento e desenvolvimento da planta e nível de fertilidade do solo (ERICKSON et al., 1978; McIVOR, 1980), ou seja, condições sazonais, do local e da própria planta. O valor nutritivo da forrageira é considerado multifacetado, pois é determinado pela combinação da digestibilidade dos componentes químicos da forrageira, pela eficiência da metabolização dos elementos digeridos (energia metabolizável) e pela palatabilidade da forrageira que determinará o seu consumo pelo animal (MARTEN, 1969). A proteína é um dos componentes químicos mais importantes na dieta animal, pois é responsável pela formação e reposição do tecido animal e nos trópicos, o teor de 7% é o mínimo necessário para a manutenção de vacas de cria.

A diversidade florística das pastagens nativas permite aos animais seleção das plantas a serem consumidas, proporcionando uma dieta mais nutritiva nos períodos críticos do Pantanal. Essa seletividade animal tende a proporcionar uma dieta satisfatória para a sua manutenção. A queima no caronal proporciona a remoção das partes vegetativas lignificadas e não consumidas pelo bovino e promove uma rebrota de melhor qualidade para este, pois o búfalo é único ruminante que consome o *Elyonurus muticus* em avançada maturidade, determinando que suas fezes tenham odor do óleo essencial da gramínea, conforme POTT (1994) e POTT e COMASTRI FILHO (1995).

Principalmente durante épocas de restrição alimentar com baixa disponibilidade de pastagem, o gado consome algumas espécies

forageiras não gramíneas como as arbóreas, as arbustivas e herbáceas que são importantes na dieta, evitando-se muitas vezes distúrbios nutricionais no rebanho pantaneiro. As lenhosas levam vantagem pois possuem sistema radicular mais profundo alcançando o lençol freático na seca. Na cheia encontram-se em condições emersas com relação às plantas de porte menor e/ou em áreas não alagáveis (POTT, 1982; POTT e POTT, 1987).

O teor de proteína foi avaliado por POTT e POTT (1987) em algumas dessas plantas não gramíneas pastejadas na sub-região dos Paiaguás, e todas as amostras de plantas, exceto o fruto de acuri (*Scheelea phalerata*) e lixeira (*Curatella americana*), apresentaram teor de proteína bruta acima de 7%. Entre as espécies lenhosas que apresentaram maior teor de proteína bruta estão *Cecropia pachystachya* (13,7%), *Stryphnodendron obovatum* (16,2%), *Cordia glabrata* (27,5%) *Alchornea discolor* (17,6%), o arbusto assa-peixe (*Vernonia scabra*, 14,7%) e a erva *Bidens gardneri* (15,6%). O assa-peixe é o menos consumido pelos animais.

Quanto às gramíneas nativas, as principais espécies que compõem a dieta dos bovinos são *Axonopus purpusii*, *Mesosetum chaseae* e *Panicum laxum* (POTT, 1982). POTT (1988b e 1997) cita as principais espécies de gramíneas, leguminosas e espécies de outras famílias encontradas nas várias fitofisionomias e solos (textura e fertilidade), com seus respectivos teores de proteína bruta (PB) e quantidade de forragem produzida. Destas destacam-se as gramíneas do solo arenoso pela importância forrageira e qualidade da forragem: *Axonopus purpusii* com \pm 7% PB e mediana quantidade de forragem, *Reimarochloa* sp. (13% PB e baixa quantidade), *Paspalum plicatulum* (entre 6 a 9% PB e alta quantidade), *Leersia hexandra* (>10%PB e média quantidade), *Panicum laxum* (>10%PB e média quantidade), *Mesosetum chaseae* (entre 6 a 9% PB e média quantidade), *Hymenachne amplexicaulis* (>10%PB e alta quantidade), *Panicum elephantipes* (>10%PB e alta quantidade), *Setaria*

geniculata (entre 6 a 9% PB e média quantidade). Entre as leguminosas tem-se o *Desmodium barbatum* (>10%PB e baixa quantidade).

Com base nos aspectos discutidos acima, os objetivos deste trabalho foram avaliar a produção de matéria seca (MS) da parte aérea, a produtividade primária líquida aérea e o teor de proteína de algumas espécies forrageiras sob o efeito de queima e da presença animal no campo de capim-carona (*Elyonurus muticus*) e associá-los através de simples coeficientes de correlação com os fatores ambientais, como os elementos climáticos, a profundidade do lençol freático e o teor de umidade e potencial matricial da água do solo, averiguando-se quais os principais determinantes da produtividade das pastagens no caronal.

Material e Métodos

O experimento foi realizado na Fazenda Nhumirim com área de 4374,3 ha (19° 04' S lat., 56° 36' W long., e 98 m de altitude), localizada na sub-região de Nhecolândia, pertencente a EMBRAPA/Pantanal, município de Corumbá (MS), a 160 km da cidade de Corumbá (figura 1, capítulo 1).

A área experimental compreendeu quatro das dezenove invernadas da fazenda, em área de campo nativo de capim-carona (*Elyonurus muticus*). A taxa de lotação de todas as invernadas foi em torno de 3,6 ha/animal, permanecendo mais ou menos constante ao longo dos anos. As condições climáticas locais e características do solo estão nos capítulos 1 e 3, respectivamente.

Os tratamentos principais no experimento, com quatro blocos (um em cada invernada) totalizando 16 parcelas, em esquema fatorial, foram:

- SFSG = sem fogo sem gado (controle),
- SFCG = sem fogo com gado,
- CFSG = fogo anual sem gado,
- CFCG = fogo anual com gado.

A análise estatística foi feita pelo SAS (GLM), usando-se a análise de variância de acordo com o delineamento em parcelas subdivididas com quatro tratamentos principais e o tempo ou época da amostragem como o tratamento secundário, no delineamento em blocos casualizados com 4 blocos.

O período experimental teve início em 26/08/97, com a primeira queimada, logo após uma chuva, até março de 1999, compreendendo duas estações de crescimento (chuva e verão) e uma época de seca.

As variáveis medidas do campo de capim-carona foram: estimativa da porcentagem de cobertura do solo, biomassa aérea total e por espécie, produtividade primária líquida aérea da pastagem e por espécie de cada uma das estações de crescimento e da época da seca. A primeira estação de crescimento, ou época das chuvas, foi considerada a partir da primeira queimada (26/08/97) até 224 dias depois (ou da 1ª a 8ª coleta da biomassa aérea). A época seca foi estabelecida a partir de abril/98 a julho/98 (da 9ª à 12ª coleta) e a segunda estação de crescimento, a partir da segunda queimada (11/08/98) a março de 99 (da 13ª à 20ª coleta).

As espécies consideradas na análise foram: *Elyonurus muticus*, *Axonopus purpusii*, *Mesosetum chaseae*, *Andropogon selloanus* e *Trachypogon spicatus*, além do material morto. Agrupou-se sob o nome de "outras espécies", as várias espécies restantes que individualmente representavam muito pouco em termos de matéria

seca e estão identificadas na tabela 11 (capítulo 5) com seus respectivos pesos percentuais.

Cada uma das 16 parcelas teve uma área de 20 x 20 m, sendo que as 8 parcelas que receberam tratamento com gado (com fogo e sem fogo) permaneceram abertas durante todo o período experimental, sendo somente fixados 4 moirões delimitando sua área. As outras 8 parcelas (sem gado) foram cercadas com 5 fios de arame liso e moirões de carandá a cada 2 m, para impedir a entrada de gado, há seis meses antes do início do experimento. Houve a perda de uma parcela acidentalmente, logo após a primeira coleta, considerando-a posteriormente como parcela perdida (SFCG III).

1) Determinação da porcentagem da cobertura do solo, biomassa aérea (Kg de MS/ha) e produtividade primária líquida aérea

LUCHESE (1984) define termos muito utilizados e confundidos como biomassa, produção e produtividade. Conforme o referido autor, produção é o valor absoluto daquilo que foi produzido, ou seja, a biomassa vegetal. Produtividade é a relação da produção com algum parâmetro como tempo e área, podendo ser bruta ou líquida. A produtividade primária líquida é a quantidade de matéria orgânica produzida em um determinado tempo, por unidade de área de solo por um nível trófico, excluindo o que foi degradado nos fenômenos respiratórios (no caso das plantas seria a fotossíntese líquida).

No trabalho considerou-se os termos biomassa e produção como similares. Assim, a produção de matéria seca por hectare (kg MS/ha) foi obtida por corte das forrageiras rente ao solo, contidas em uma área de 1 m² (quadrado de 1m x 1m), onde as plantas foram separadas por espécie e acondicionadas em sacos de papel, de peso conhecido. Posteriormente, foram para estufa de circulação de ar forçado a uma temperatura de 70° C até obtenção de peso

constante. Em seguida houve a pesagem do material seco (MS). Esta quantificação da disponibilidade de MS por parcela foi realizada pela amostragem de três quadrados cortados em cada parcela, por coleta.

A coleta ocorreu a cada 28 dias, com estimativa da produção de MS do material vivo e material morto, a partir da primeira queimada em 26/08/97. Cada parcela continha 400 m², sendo que o local de corte de um quadrado foi marcado para não haver repetição nos meses seguintes. O local do quadrado a ser cortado foi obtido por sorteio aleatório do número do quadrante da área mapeada. Foram utilizados cerca de 60 m² por parcela e 903 m² de área total no decorrer do período experimental (de 26/08/97 a 25/03/99), descontando a parcela perdida.

A produtividade líquida aérea foi obtida conforme método descrito em MEIRELLES (1981) citando Singh *et al.*, (1975), SARMIENTO (1984) e RAM *et al.*, (1989). O método é o da análise dos vários picos de material vivo, que seria a soma dos incrementos positivos da biomassa de material vivo observados entre duas amostragens consecutivas. O método é considerado de fácil obtenção e relativamente preciso, mas MEIRELLES (1981), SARMIENTO (1984) e RAM *et al.* (1989) alertaram que os valores obtidos são subestimados, pois não são consideradas: a perda de material seco por respiração após o corte até a secagem e morte do material; a diferença no pico de biomassa das diferentes espécies; o material que era vivo e passou a morto entre as amostragens consecutivas, e se as amostragens ocorreram antes ou depois do pico de biomassa.

A cobertura do solo foi feita pela estimativa visual da porcentagem de área do quadrado coberta por material vegetal vivo e/ou morto. Antes de cada corte do material a ser coletado nos três quadrados por parcela houve a avaliação, dada por notas múltiplas de 5 (ex. 5%, 10%, 25%, 100%) de solo coberto. A

cobertura de cada tratamento foi obtida pela média destes três quadrados dispostos sobre a parcela.

2) Teor de proteína nas principais forrageiras

O teor médio de proteína foi obtido de gramíneas cortadas em oito épocas escolhidas pela importância do momento do ponto de vista do manejo (análise pós queima) e nutrição animal (análise no meio da época das chuvas e seca). A primeira análise foi da coleta de setembro de 97 (28 dias após a primeira queima), a segunda em novembro de 97, a terceira em janeiro de 98, a quarta em março de 98, a quinta em junho de 98, a sexta em agosto de 98, a sétima setembro de 98 (após a segunda queimada em 11/08/98) e a oitava em dezembro de 98.

O material da coleta a ser analisado, após secagem em estufa de circulação forçada a 70 °C até obtenção de peso constante, foi moído em moinho tipo Wiley, peneira de malha 20 e acondicionado em vidros de amostra para posterior determinação de sua composição.

As amostras foram analisadas no Laboratório de Solos e Nutrição Animal da EMBRAPA/Pantanal, com avaliação dos teores de N e proteína bruta, conforme a metodologia descrita pela Association of Official Agricultural Chemists (1970).

Foi realizada análise estatística do teor de proteína sob efeito da ação do fogo e do animal nas gramíneas: *Elyonurus muticus*, *Mesosetum chaseae*, *Axonopus purpusii*, *Andropogon selloanus* e *Trachypogon spicatus*, por estas gramíneas serem as principais em matéria seca (MS). O delineamento utilizado foi o descrito acima, sendo realizadas perto de 600 análises de N em todo o período experimental.

Resultados e Discussão

Os resultados do Teste F da análise estatística para a porcentagem da cobertura do solo e a biomassa aérea (kg de matéria seca (MS)/ha) das espécies *Elyonurus muticus*, *Axonopus purpusii*, *Mesosetum chaseae*, *Trachypogon spicatus*, *Andropogon selloanus*, o material morto e as outras espécies, estão apresentados na tabela 1 e os seus valores quantificados nas tabelas 2 e 3.

Constata-se pelos resultados que o tratamento fogo resultou significativamente ($P < 0,01$) em menores produções de matéria seca aérea nas espécies *Elyonurus muticus*, *Andropogon selloanus* e material morto, além de promover menor cobertura do solo (tabela 2). O tratamento presença animal não apresentou nenhum efeito significativo ($P > 0,01$) sobre as espécies analisadas e sobre a porcentagem de cobertura do solo (tabela 1).

Tabela 1. Resultados do Teste F para avaliação do efeito do fogo, da presença animal e tempo sobre a porcentagem de cobertura do solo e a biomassa aérea total (kg MS/ha) das espécies vegetais e material morto no campo de capim-carona durante todo o período experimental na fazenda Nhumirim.

Parâmetros: cobertura do solo e biomassa das espécies	QUEIMA (Q)	ANIMAL (A)	BLOCO	TEMPO (T)	Q*A	Q*T	A*T	C.V.%
Cobertura do solo	0,0002**	0,388	0,0001**	0,0001**	0,718	0,0001**	0,242	10,27
<i>Elyonurus muticus</i>	0,0002**	0,847	0,0001**	0,0001**	0,502	0,0026*	0,977	39,64
<i>Axonopus purpusii</i>	0,769	0,723	0,0001**	0,582	0,879	0,0108*	0,409	104,73
<i>Mesosetum chaseae</i>	0,684	0,080	0,0001**	0,0008**	0,628	0,0002**	0,565	56,71
<i>Andropogon selloanus</i>	0,0266*	0,191	0,0001**	0,109	0,0365*	0,467	0,807	101,50
<i>Trachypogon spicatus</i>	0,288	0,631	0,0001**	0,324	0,912	0,743	0,437	182,85
Material morto	0,0001**	0,859	0,0005**	0,0001**	0,634	0,0011**	0,719	45,90
Outras espécies	0,220	0,834	0,0001**	0,0001**	0,318	0,099	0,727	67,75

* =0,01 < P < 0,05; ** =0,001 < P < 0,01; sem símbolo = não significativo

Tabela 2. Porcentagem de cobertura do solo e produção aérea de MS (kg/ha) de *Elyonurus muticus* e material morto sob efeito da queima em cada uma das coletas do período experimental, no caronal na fazenda Nhumirim.

Coleta	Cobertura solo %		Produção kg MS/ha			
	Sem Queima	Com Queima	<i>Elyonurus muticus</i>		Material Morto	
			Sem Queima	Com Queima	Sem Queima	Com Queima
25/09/97	91,46	38,33	1408,70	261,10	798,50	66,00
22/10/97	88,33	51,87	1871,40	257,50	907,50	151,40
21/11/97	91,19	56,46	2725,70	501,70	1227,70	192,30
14/12/97	90,24	67,29	2021,40	703,30	829,50	153,00
13/01/98	89,76	65,63	2922,50	615,00	999,80	184,10
13/02/98	89,52	70,21	3208,00	1124,40	1250,40	316,70
11/03/98	93,10	81,25	2927,00	1507,60	1113,50	244,70
07/04/98	96,90	88,54	2898,80	1472,00	1044,20	155,30
05/05/98	93,57	87,29	3115,30	1866,10	1056,80	348,10
04/06/98	95,24	84,37	3541,20	2213,00	1339,10	444,10
02/07/98	85,95	80,00	2715,30	1405,00	1398,50	348,50
30/07/98	90,48	81,88	2835,60	1527,80	1679,00	580,50
27/08/98	90,00	53,54	2827,00	466,40	1511,80	637,90
25/09/98	91,67	59,17	3167,50	577,80	1776,70	733,00
23/10/98	93,57	65,83	3498,10	642,50	1887,10	635,00
18/11/98	88,57	82,92	2890,90	998,10	1471,20	589,60
16/12/98	92,14	85,83	2556,20	930,10	1109,70	239,10
20/01/99	95,48	91,25	3618,40	1321,40	1955,50	218,40
19/02/99	92,86	60,62	3778,50	1516,10	1758,90	298,00
17/03/99	90,71	76,46	3161,70	1677,50	1783,80	126,30
Médias	91,54a	71,44b	2874,00a	1079,20b	1341,10a	333,10b

Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($P < 0,01$).

A cobertura do solo foi bruscamente diminuída pela combustão do material vegetal vivo e morto do campo após a primeira queimada (38,33% de cobertura com 28 dias após a queima), voltando a valores estáveis só a partir de 196 dias após o fogo, com cobertura média de 81,25%, contra 93,10% da área sem queima (figura 1). Após a segunda queimada a partir da 13ª coleta (27/08/98), houve nova queda da cobertura do solo (53,54%) mas superior à primeira, devido a três fatores. O primeiro foi o solo do caronal apresentar maior teor de umidade ($P < 0,01$) antes da segunda queima (5,38%) em relação à primeira (2,38%), determinando um freio natural à corrida do fogo (capítulo 1, tabela 9). Segundo, foram as condições climáticas um mês antes da 2ª queimada,

com cerca de 25 mm a mais de chuva em relação à normal climática e 38,3 mm de chuva a mais em relação à 1ª queimada em agosto/97. O terceiro e mais importante fator, foi a menor quantidade no campo de material a ser consumido pelo fogo, no caso o capim-carona e material morto (figuras 2, 3 e 4), cujos valores em kg MS/ha foram abaixo da testemunha a partir da primeira até a segunda queimada, permanecendo assim até o final do período experimental.

É fato que muitos pesquisadores consideram que o fogo e a herbivoria afetam a vegetação (produção, composição, estrutura, diversidade), solo e ciclo de nutrientes, fauna, atmosfera e o fluxo de energia (HARPER, 1977; KREBS, 1978; COUTINHO, 1976, 1979 e 1990; SARMIENTO, 1984). Neste experimento (tabela 3), o tratamento queima não determinou diferenças significativas ($P > 0,01$) para a produção de matéria seca (MS) aérea das gramíneas *Axonopus purpusii*, *Mesosetum chaseae* e "outras espécies", além de *Trachypogon spicatus*. A espécie *M. chaseae* somente apresentou a tendência a diminuir sua produção de MS pelo efeito do fogo. "Outras espécies" ao contrário, tenderam a aumentar sua produção, desfavorecendo a produção do capim-carona.



Figura 1. Variação da porcentagem de cobertura do solo com e sem queima durante o período experimental (agosto de 97 a março de 99) no caronal (*Elyonurus muticus*) na fazenda Nhumirim.

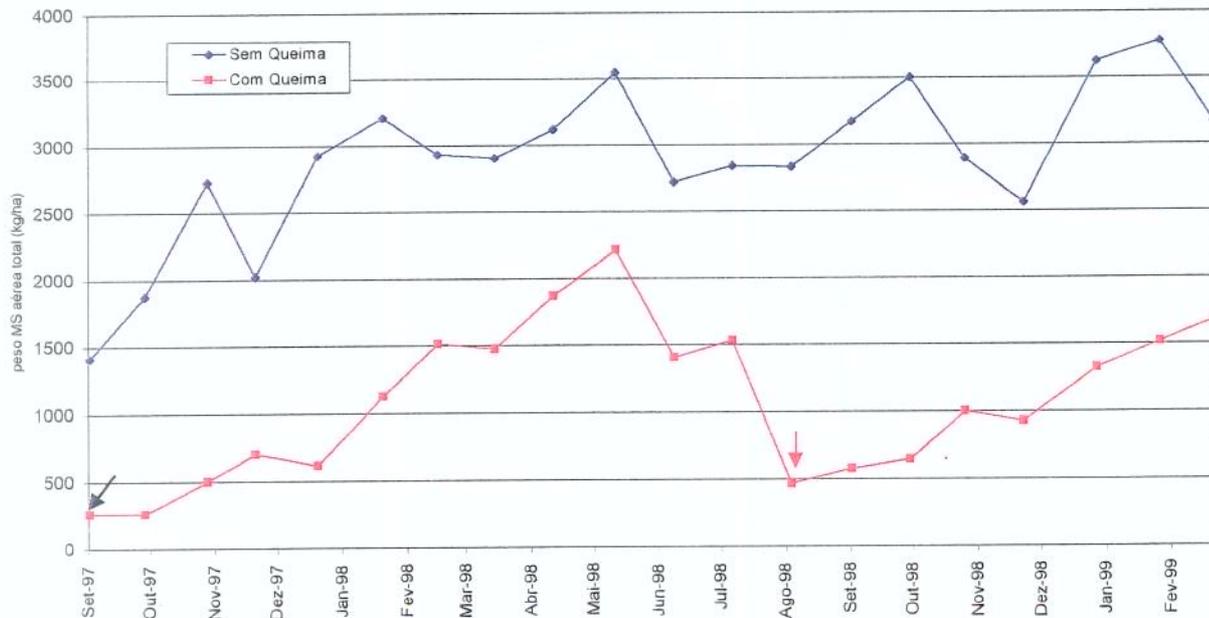


Figura 2. Produção aérea de MS do capim carona (*Elyonurus muticus*) com e sem queima no caronal na fazenda Nhumirim durante o período experimental (agosto de 97 a março de 99).

OBS.:
 —▶ 28 dias após a 1ª queimada (26/08/97).
 —▶ 14 dias após a 2ª queimada (11/08/98).

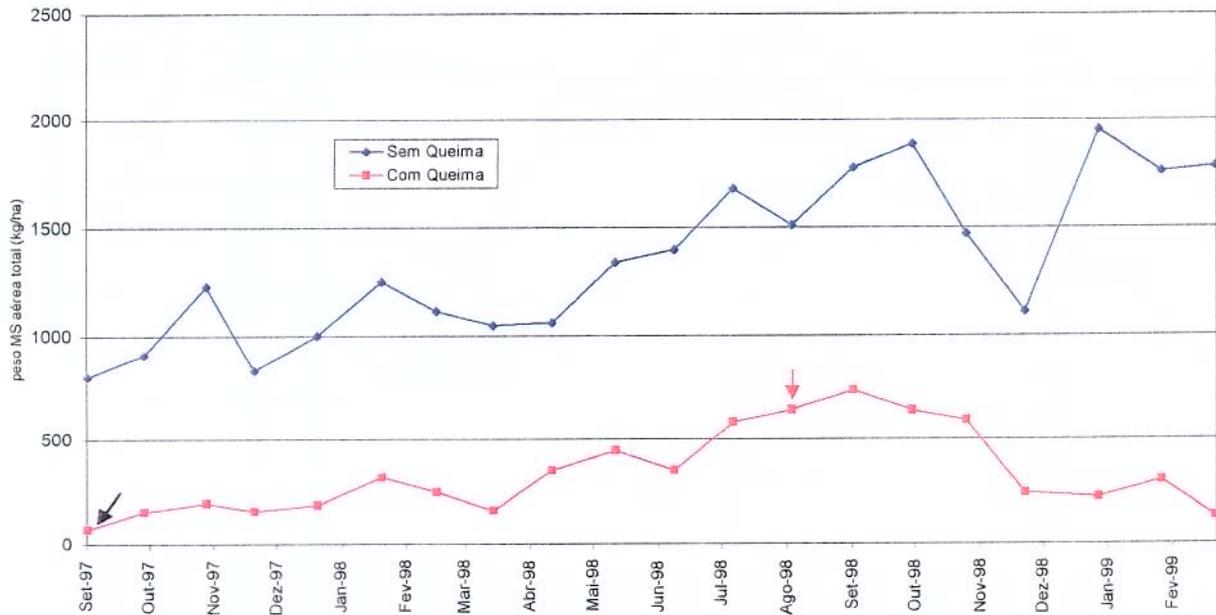


Figura3. Material morto do caronal (*Elyonurus muticus*) com e sem queima durante o período experimental (agosto de 97 a março de 99) na fazenda Nhuririm.

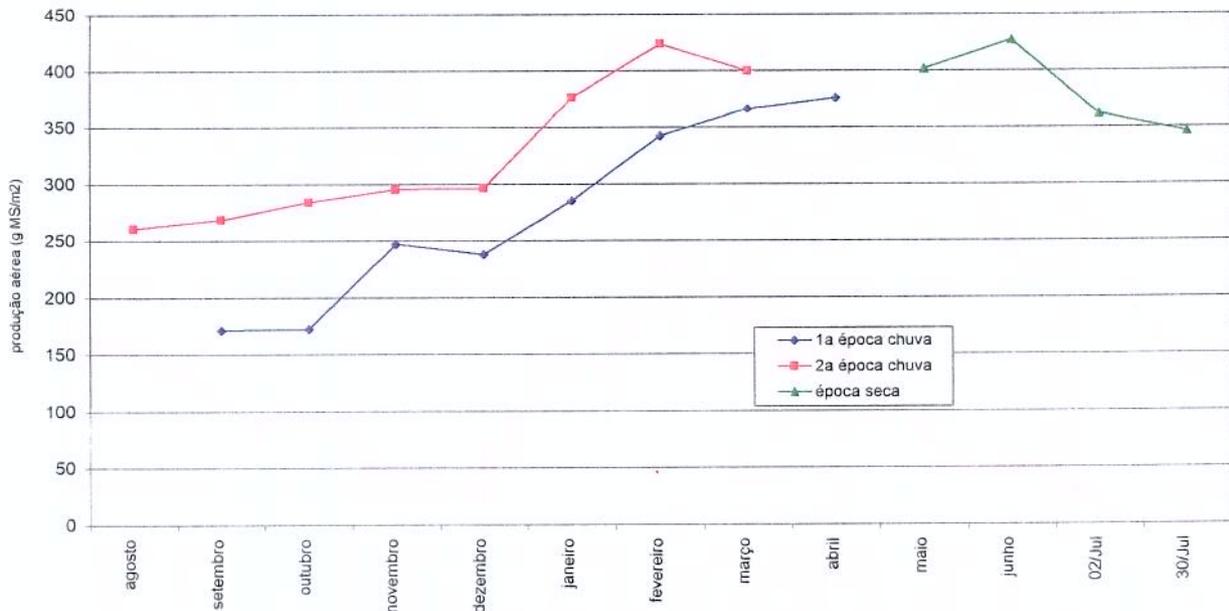


Figura 4 - Média da produção aérea total de MS da 1ª época chuvosa a partir da 1ª. Queimada (26/08/97) e da 2ª época chuvosa a partir da 2ª. queimada (11/08/98) no caronal na fazenda Nhuririm.

OBS.:
 → 28 dias após a 1ª queimada (26/08/97).
 → 14 dias após a 2ª queimada (11/08/98).

Tabela 3. Produção aérea de matéria seca do *M. chaseae*, *A. purpusii* e outras espécies sob efeito da queima em cada época de coleta, no campo de carona (*Elyonurus muticus*), fazenda Nhumirim.

Coleta	Produção kg MS/ha					
	<i>Mesosetum chaseae</i>		<i>Axonopus purpusii</i>		Outras espécies	
	Sem Queima	Com Queima	Sem Queima	Com Queima	Sem Queima	Com Queima
25/09/97	674,50	127,40	136,70	22,30	255,40	37,30
22/10/97	548,60	208,60	126,30	59,10	232,70	139,50
21/11/97	618,10	164,50	72,00	68,40	287,10	451,80
14/12/97	611,10	361,70	122,00	86,80	179,60	524,30
13/01/98	569,50	562,00	66,80	82,90	200,60	452,60
13/02/98	673,20	422,90	98,10	76,20	410,30	678,90
11/03/98	783,00	590,30	133,10	60,40	253,70	722,90
07/04/98	902,20	488,50	43,30	149,60	431,10	767,60
05/05/98	737,50	643,50	91,20	91,10	369,90	687,40
04/06/98	617,00	491,20	64,70	66,00	494,90	589,00
02/07/98	831,50	640,90	39,50	135,00	358,20	666,80
30/07/98	598,00	737,90	44,80	62,50	311,90	411,80
27/08/98	705,50	141,10	118,60	30,90	292,90	393,30
25/09/98	716,30	191,30	35,10	59,90	378,20	230,80
23/10/98	416,80	264,40	65,10	63,50	218,00	315,50
18/11/98	540,40	305,70	29,60	46,30	346,90	596,50
16/12/98	486,50	337,90	109,30	116,80	547,30	709,50
20/01/99	395,70	450,50	37,80	59,10	308,60	875,00
19/02/99	424,00	621,30	26,00	95,90	923,10	851,80
17/03/99	393,40	594,40	63,80	100,50	716,30	946,60
Médias	612,14a	417,30a	76,19a	76,66a	375,84a	552,45a

Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($P < 0,01$).

Houve efeito de bloco ($P < 0,01$) para todas as variáveis analisadas (tabela 4) e também efeito de tempo ou época de amostragem, com exceção para as espécies *Axonopus purpusii*, *Andropogon selloanus* e *Trachypogon spicatus* sob efeito dos tratamentos fogo e presença animal (tabela 1).

Tabela 4. Produção aérea de MS (kg/ha) das espécies e material morto em cada um dos 4 blocos do caronal durante o período experimental (26/08/97 a 17/03/99), na fazenda Nhumirim.

Produção kg MS/ ha	Blocos			
	1	2	3	4
<i>Elyonurus muticus</i>	2026,54	1560,09	2081,24	2074,73
Material Morto	862,07	706,46	824,08	842,62
<i>Mesosetum chaseae</i>	300,98	907,34	612,77	245,89
Outras espécies	700,09	333,57	598,13	283,07
<i>Trachypogon spicatus</i>	131,39	25,20	394,29	13,07
<i>Axonopus purpusii</i>	8,84	41,13	127,61	142,62
<i>Andropogon selloanus</i>	60,68	37,72	69,36	68,63
Total	4090,59	3611,51	4707,49	3670,63

Obs: bloco 3 com valor estimado da parcela perdida

O bloco 3 foi o que apresentou a maior média de produção aérea de MS, seguido do bloco 1 e blocos 4 e 2 que apresentaram resultados similares. O efeito do bloco sobre a produção foi devido principalmente à menor profundidade do lençol freático e maior teor médio de umidade no solo no bloco 3 (tabela 5). CUNHA (1985) citando experimento com simulação do nível do lençol freático sob condições similares ao Pantanal arenoso, observou as maiores produções de MS de forrageiras à altura freática de 0,5 m e baixas produções a 1,0 m. A segunda maior média de produção aérea de MS no bloco 1, deve-se provavelmente, à sua relativa maior fertilidade do solo, onde têm-se os maiores teores de P, Ca e Mg e razoáveis teores de N-total e K (tabela 16, capítulo 3).

Tabela 5. Média do teor de umidade do solo (TU em %) e da profundidade do lençol freático (Profun. em metros), na 1ª época das chuvas e 1ª queimada (agosto/97 a março/98), na época seca (abril/98 a julho/98) e da 2ª época das chuvas e 2ª queimada (agosto/98 a março/99), nos 4 blocos e total do experimento no campo de *Elyonurus muticus*, fazenda Nhumirim.

Blocos	1		2		3		4		Total	
	TU	Profun	TU	Profun	TU	Profun	TU	Profun	TU	Profun
1ª chuvosa e 1ª queimada	3,84	2,18	4,61	1,31	7,68	1,22	4,93	1,24	5,11	1,50
seca	2,84	1,62	4,52	1,06	9,75	0,85	4,29	1,11	5,06	1,18
2ª chuvosa e 2ª queimada	3,62	1,46	8,36	0,97	9,58	0,88	8,83	0,93	7,46	1,07
Médias	3,43	1,75	5,83	1,11	9,00	0,98	6,02	1,09		

Pela análise da tabela 5, observa-se que houve variação entre os valores de teores de umidade do solo e nível do lençol freático obtidos nas épocas. Os valores mais baixos do nível do lençol freático e mais altos teores de umidade do solo a partir da 2ª época de chuva e 2ª queimada foram devido ao alagamento das áreas dos blocos 2, 3 e 4 em dezembro de 98 e início de janeiro de 99. O bloco 1, apesar de não sofrer alagamento, teve o nível do lençol freático mais alto em relação a outras épocas do ano, seguindo a tendência dos outros blocos (figura 8, capítulo 1). Pelos índices de correlação (tabela 8, capítulo 1) foi observado que o teor de umidade do solo e a profundidade do lençol freático se correlacionaram negativamente nos blocos 2, 3 e 4, ou seja, quanto menor a profundidade do lençol freático maior o teor de umidade no solo. O bloco 1 teve correlação do teor de umidade do solo somente com a precipitação, o que não ocorreu com os outros blocos.

Há variação da produção de MS no tempo ou sazonalidade da produção nas pastagens cultivadas e nativas tropicais (WAAL, 1990). Esta variação sazonal típica dos trópicos, e observada nas figuras 4 e 5, é determinada pela queda da temperatura no inverno e principalmente, pela baixa disponibilidade de água no sistema solo-planta, devido a um decréscimo acentuado na precipitação pluvial, tornando a relação evapotranspiração potencial menos a precipitação altamente desfavorável à vegetação. Como consequência observa-se uma diminuição da condutância estomática e consequente queda da taxa fotossintética com gasto das reservas dos carboidratos não estruturais das plantas, que se acentua conforme a planta seja pastejada ou sofra uma queimada fora da época adequada (NASCIMENTO JR. e VILELA, 1981).

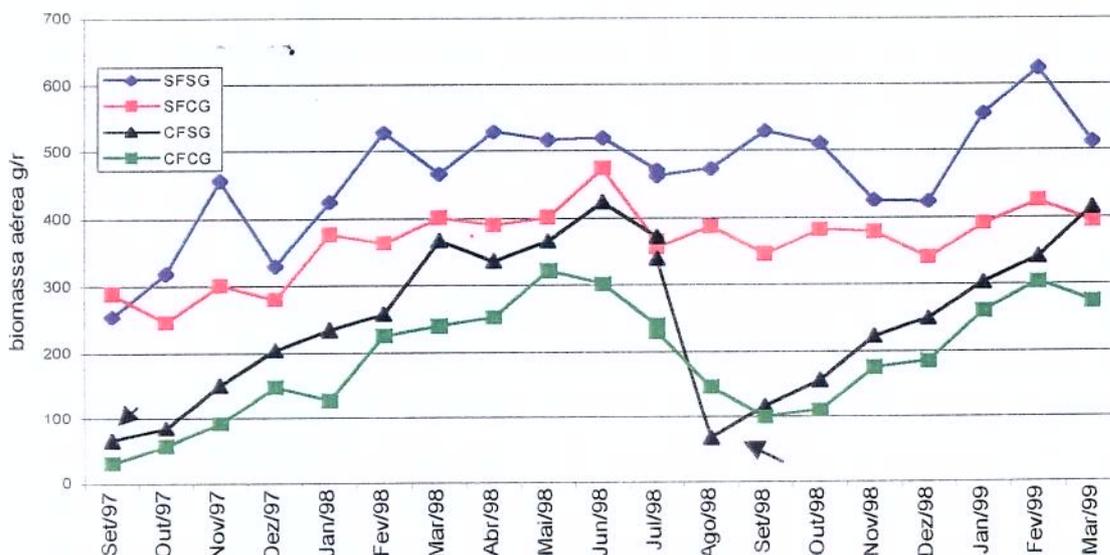


Figura 5. Média de biomassa aérea nos tratamentos (SFSG=sem fogo sem gado; SFCG=sem fogo com gado; CFSG= com fogo sem gado e CFCG= com fogo com gado) no caronal durante o período experimental (agosto de 97 a março de 99) na fazenda Nhumirim.

(Obs: setas indicam resultados da 1ª coleta após a 1ª e 2ª queimadas)

De maneira geral, apenas com defasagem de alguns dias, a produção aérea total (kg de MS/ha) variou no tempo conforme o balanço hídrico (capítulo 1, figura 6), aumentando ou diminuindo o valor da biomassa em função do déficit hídrico ou excesso de água. Durante o período experimental a deficiência hídrica foi maior que o excedente de água (tabela 1 do apêndice). Os menores valores de biomassa aérea corresponderam às deficiências de água, como em setembro, outubro e dezembro de 97, julho e novembro de 98. O veranico de fevereiro de 99 repercutiu na coleta de março de 99. A média de produção de MS total aérea (sem material morto) da 1ª queimada (primeiro ano) foi de 310,04 g/m² e a partir da 2ª queimada até final do período experimental (8 meses) foi de 325,41 g/m². A produção a partir da 1ª queimada até o mesmo período correspondente à produção da 2ª queimada (ago/97 a mar/98) foi de 273,17 g/m² (figura 4). A maior produção média após a 2ª queimada foi devido às áreas testemunha do experimento no caronal tenderem a acumular mais matéria seca após um ano de exclusão, apesar de que não houve diferença significativa (P>0,01) para o efeito da

presença animal. Também deve-se considerar que a porcentagem de área queimada no segundo ateamento de fogo foi menor, determinando maior número de plantas sem queima e já crescidas e desenvolvidas. CESAR (1980), avaliando os efeitos da queima e corte sobre a vegetação de um campo sujo nos cerrados, verificou que a fitomassa um ano após a aplicação dos tratamentos era de 2/3 do controle e os tratamentos não determinaram diferenças significativas para este parâmetro.

A interação queima-animal só foi significativa para a espécie *Andropogon selloanus* (tabela 6), onde o tratamento com fogo e com animal apresentou os mais baixos valores de produção (18,40 kg MS/ha).

Tabela 6. Desdobramento da interação queima x animal para a média da produção aérea de *A. selloanus* (kg MS/ha) sob efeito do fogo e animal, na fazenda Nhumirim.

<i>Andropogon selloanus</i>	Sem animal	Com animal
Sem queima	67,20	96,90
Com queima	59,60	18,40

A produtividade primária líquida aérea do campo de capim-carona (*Elyonurus muticus*) sob efeito do fogo e presença animal, é apresentada na tabela 7, onde tem-se a produtividade primária líquida aérea total e para cada espécie, da primeira época de chuvas e primeira queimada (agosto/97 a março/98), da época seca (abril/98 a julho/98) e da segunda época de chuvas e segunda queimada (ago/98 a mar/99) em cada tratamento. A produtividade primária líquida aérea é subestimada nos tratamentos com presença animal, pois não considera o consumo e também o efeito do pisoteio animal e conseqüente, retardamento no desenvolvimento das plantas, acarretando diminuição do peso da biomassa total.

A produtividade das pastagens nativas do Pantanal estimada por POTT e COMASTRI (1995), baseada em gaiolas colocadas em três comunidades pastejadas em solos arenosos, foi de 1,34 g MS/m²/dia.

Este resultado é intermediário às médias encontradas para o caronal sem ação do fogo ou animal (tratamento sem fogo, sem gado) de 2,06 e 1,20 g MS/m²/dia, a partir de cada uma das duas queimadas.

Tabela 7. Médias da produtividade primária líquida aérea (g/m²/dia) total e das espécies na 1^a época chuvosa e 1^a queimada, na época seca e na 2^a época de chuvas e 2^a queimada do caronal sob efeito dos tratamentos (SFSG = sem fogo, sem gado; SFCG = sem fogo, com gado; CFSG = com fogo, sem gado e CFCG = com fogo, com gado), na fazenda Nhumirim.

Produtividade primária líquida total aérea g/m ² /dia					
	SFSG	SFCG	CFSG	CFCG	Média total
época chuvosa e 1 ^a queimada	2,06	0,84	1,35	1,08	1,00
época seca	0,02	0,75	0,78	0,62	0,45
época chuvosa e 2 ^a queimada	1,20	0,68	1,55	0,91	0,73
Produtividade primária líquida aérea <i>Elyonurus muticus</i> g/m ² /dia					
	SFSG	SFCG	CFSG	CFCG	Média total
época chuvosa e 1 ^a queimada	1,72	0,95	0,83	0,67	0,69
época seca	0,34	1,13	0,71	0,83	0,73
época chuvosa e 2 ^a queimada	1,28	0,42	0,79	0,43	0,58
Produtividade primária líquida aérea <i>Mesosetum chaseae</i> g/m ² /dia					
	SFSG	SFCG	CFSG	CFCG	Média total
época chuvosa e 1 ^a queimada	0,23	0,16	0,38	0,25	0,15
época seca	0,17	0,22	0,64	0,18	0,17
época chuvosa e 2 ^a queimada	0,25	0,10	0,35	0,15	0,10
Produtividade primária líquida aérea <i>Axonopus purpusii</i> g/m ² / dia					
	SFSG	SFCG	CFSG	CFCG	Média total
época chuvosa e 1 ^a queimada	0,06	0,08	0,13	0,07	0,03
época seca	0,05	0,07	0,07	0,08	0,02
época chuvosa e 2 ^a queimada	0,13	0,07	0,08	0,07	0,06
Produtividade primária líquida aérea <i>Andropogon selloanus</i> g/m ² /dia					
	SFSG	SFCG	CFSG	CFCG	Média total
época chuvosa e 1 ^a queimada	0,07	0,06	0,05	0,01	0,03
época seca	0,00	0,04	0,06	0,04	0,00
época chuvosa e 2 ^a queimada	0,08	0,11	0,07	0,03	0,05
Produtividade primária líquida aérea <i>Trachypogon spicatus</i> g/m ² /dia					
	SFSG	SFCG	CFSG	CFCG	Média total
época chuvosa e 1 ^a queimada	0,33	0,03	0,12	0,02	0,06
época seca	0,16	0,10	0,31	0,03	0,05
época chuvosa e 2 ^a queimada	0,39	0,11	0,07	0,05	0,11
Produtividade primária líquida aérea outras espécies g/m ² /dia					
	SFSG	SFCG	CFSG	CFCG	Média total
época chuvosa e 1 ^a queimada	0,25	0,19	0,32	0,48	0,25
época seca	0,28	0,15	0,11	0,22	0,01
época chuvosa e 2 ^a queimada	0,70	0,22	0,43	0,39	0,28

É considerado que a produtividade primária líquida aérea de uma comunidade vegetal é aumentada sob a ação do fogo, desde que esta ocorra na época certa (MATTOS, 1971; SAN JOSE e MEDINA, 1975; SARMIENTO, 1984; BILBAO, 1995). No experimento essa tendência ocorreu para a produtividade primária total do caronal a partir da 2ª queimada, com um aumento desta no campo submetido ao fogo (1,55 g MS/m²/dia no tratamento com fogo, sem animal contra 1,20 g MS/m²/dia no tratamento sem fogo, sem animal). Para *M. chaseae* houve aumentos na produtividade primária líquida aérea nas duas queimadas e para *A. purpusii* e "outras espécies" somente na 1ª queimada, pois na 2ª queimada houve um ligeiro decréscimo. Conforme MEIRELLES (1981) citando Wiergert e Evans (1964), há diferenças nos picos da biomassa nas diferentes espécies que compõem o campo de pastagem, determinando produtividade variável para cada espécie e em diferentes épocas de amostragens. Mas, de maneira geral, o fogo não determinou aumentos significativos na produtividade primária líquida aérea no campo de capim-carona.

A época seca determinou queda na produtividade primária líquida aérea total e nas espécies, exceção ao *M. chaseae* que no tratamento com fogo e sem gado apresentou maior produtividade (0,64 g MS/m²/dia) nessa época.

O efeito de bloco, ou localização dos caronais no mosaico da comunidade vegetal, determinou diferente produtividade primária líquida aérea (tabela 8). O bloco 3 foi o que apresentou a maior produtividade total e por espécie a partir das duas épocas chuvosas e das duas queimadas, exceção ao *Andropogon selloanus* da 2ª queimada, com pouco maior produtividade no bloco 1. O bloco 4 teve na época seca maior produtividade primária líquida aérea total do caronal, para o *Elyonurus muticus* e para *A. selloanus* em relação às outras épocas. O mesmo ocorreu com *M. chaseae* no bloco 3, com 1,34 g/m²/dia.

Tabela 8. Médias da produtividade primária líquida aérea ($\text{g/m}^2/\text{dia}$) total e das espécies na 1ª época chuvosa e 1ª queimada, na época seca e na 2ª época de chuvas e 2ª queimada do caronal sob efeito de cada um dos 4 blocos do experimento de campo, na fazenda Nhumirim

Produtividade primária líquida aérea total $\text{g/m}^2/\text{dia}$				
Blocos	1	2	3	4
época chuvosa e 1ª queimada	1,26	0,94	1,68	0,97
época seca	0,76	0,43	0,49	1,27
época chuvosa e 2ª queimada	0,71	0,48	1,85	0,88
Produtividade primária líquida aérea <i>Elyonurus muticus</i> $\text{g/m}^2/\text{dia}$				
Blocos	1	2	3	4
época chuvosa e 1ª queimada	0,78	0,73	1,27	0,75
época seca	1,22	0,78	0,61	1,59
época chuvosa e 2ª queimada	0,51	0,50	1,40	0,64
Produtividade primária líquida aérea <i>Mesosetum chaseae</i> $\text{g/m}^2/\text{dia}$				
Blocos	1	2	3	4
época chuvosa e 1ª queimada	0,16	0,32	0,22	0,20
época seca	0,12	0,11	1,34	0,09
época chuvosa e 2ª queimada	0,08	0,29	0,31	0,15
Produtividade primária líquida aérea <i>Axonopus purpusii</i> $\text{g/m}^2/\text{dia}$				
Blocos	1	2	3	4
época chuvosa e 1ª queimada	0,03	0,04	0,14	0,11
época seca	0,01	0,00	0,14	0,13
época chuvosa e 2ª queimada	0,01	0,03	0,17	0,09
Produtividade primária líquida aérea <i>Andropogon selloanus</i> $\text{g/m}^2/\text{dia}$				
Blocos	1	2	3	4
época chuvosa e 1ª queimada	0,05	0,05	0,08	0,08
época seca	0,04	0,01	0,04	0,06
época chuvosa e 2ª queimada	0,09	0,06	0,05	0,10
Produtividade primária líquida aérea <i>Trachypogon spicatus</i> $\text{g/m}^2/\text{dia}$				
Blocos	1	2	3	4
época chuvosa e 1ª queimada	0,08	0,09	0,42	0,02
época seca	0,13	0,10	0,24	0,01
época chuvosa e 2ª queimada	0,11	0,07	0,55	0,06
Produtividade primária líquida aérea outras espécies $\text{g/m}^2/\text{dia}$				
Blocos	1	2	3	4
época chuvosa e 1ª queimada	0,37	0,20	0,37	0,17
época seca	0,07	0,11	0,23	0,16
época chuvosa e 2ª queimada	0,57	0,16	0,75	0,26

Na tabela 9 é apresentado o resultado da análise estatística do teor de proteína bruta das gramíneas *Elyonurus muticus*, *Axonopus purpusii*, *Mesosetum chaseae*, *Andropogon selloanus* e *Trachypogon spicatus* submetidas à ação do fogo e à presença ou ausência animal. Observa-se que houve efeito significativo

($P < 0,01$) do fogo em todas as espécies. A presença animal determinou efeito significativo ($P < 0,05$) somente para *M. chaseae*. Houve efeito de bloco para as espécies *E. muticus* e *M. chaseae* e a época da coleta das forrageiras foi significativa ($P < 0,01$ e $P < 0,05$) para todas as espécies com exceção ao *Trachypogon spicatus*. Na tabela 10 são apresentados os valores do teor de proteína bruta obtidos.

Tabela 9. Teste F para análise do teor de proteína das gramíneas abaixo relacionadas sob efeito do fogo e do animal no campo de capim-carona (*Elyonurus muticus*), na fazenda Nhumirim.

	<i>Elyonurus muticus</i>	<i>Axonopus purpusii</i>	<i>Mesosetum chaseae</i>	<i>Andropogon selloanus</i>	<i>Trachypogon spicatus</i>
QUEIMA (Q)	0,0001**	0,0001**	0,0001**	0,0001**	0,0164*
ANIMAL (A)	0,114	0,147	0,0124*	0,295	0,928
BLOCO	0,022*	0,779	0,0041**	0,091	0,126
TEMPO (T)	0,0001**	0,0250*	0,0001**	0,0001**	0,096
Q*A	0,206	0,475	0,0274*	0,672	0,908
Q*T	0,0001**	0,0106*	0,0001**	0,0001**	0,065
A*T	0,0001**	0,793	0,578	0,0032**	0,146
Q*A*T	0,0001**	0,744	0,0416*	0,051	0,908
C.V.%	13,73	24,99	17,94	18,32	18,24

* = $0,01 < P < 0,05$; ** = $0,001 < P < 0,01$; sem símbolo = não significativo

Tabela 10. Teores médios de proteína bruta (% PB na MS) nas gramíneas sob efeito da queima e do animal (Teste de Tukey) no campo de capim-carona (*Elyonurus muticus*), na fazenda Nhumirim.

	<i>E. muticus</i>	<i>M. chaseae</i>	<i>A. purpusii</i>	<i>A. selloanus</i>	<i>T. spicatus</i>
Sem queima	3,20B	3,82B	3,67B	3,26B	2,75B
Com queima	5,49A	5,47A	5,44A	4,93A	4,07A
Sem animal	4,21A	4,24B	4,20A	4,05A	3,35A
Com animal	4,64A	5,01A	5,05A	4,23A	3,47A
Médias na coluna seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente a 5%					

Verifica-se que a queima promoveu maiores teores de proteína bruta (% na matéria seca) nas forrageiras devido à rebrota pós-queima, mas estes foram abaixo do mínimo exigido na nutrição

animal (7% PB na MS). A presença animal determinou um aumento no teor de proteína bruta em *M. chaseae*, devido provavelmente aos animais consumirem esta espécie mais assiduamente em condições de campo, acarretando uma rebrota contínua da gramínea acima das plantas não pastejadas, posto que *M. chaseae* apresentou maior tempo e proporção de plantas com floração/frutificação nos tratamentos sem presença animal, promovendo a baixa do teor médio de PB (figuras 13 e 15, capítulo 4).

A queima de pastos nativos na Austrália, com conseqüente rebrota (com média de 10,5% PB) das gramíneas dominantes *Heteropogon contortus* e *Bothriochloa bladhii* e da impalatável espécie *Aristida stricta*, promoveu maiores ganhos de peso em novilhos nove meses após a queima em relação aos animais sob pasto não queimado, e a proporção de folhas verdes foi correlacionada positivamente com ganho de peso dos animais em pastagens com ($r=0,72$) e sem queima ($r=0,83$) (ASH *et al.*, 1982).

A tabela 11 contém os teores médios de proteína bruta das espécies *E. muticus* e *M. chaseae*, sob efeito dos blocos. Os blocos 2 e 4 determinaram o maior e o menor teor de proteína bruta para *E. muticus*, respectivamente. O *M. chaseae* teve o maior teor de proteína bruta no bloco 3 e o menor no bloco 1.

Tabela 11. Níveis médios de proteína bruta das gramíneas *E. muticus* e *M. chaseae* em cada um dos 4 blocos no experimento no campo de capim-carona (*Elyonurus muticus*), na fazenda Nhumirim.

Blocos	1	2	3	4
<i>Elyonurus muticus</i>	4,38	4,54	4,40	4,24
<i>Mesosetum chaseae</i>	3,78	4,36	5,30	4,83

O efeito do tempo ou época de amostragem sobre as médias de proteína bruta nas gramíneas é apresentado na figura 6. O nível de proteína cai ($P<0,01$) nas gramíneas coletadas em junho de 98 nas espécies *E. muticus*, *A. purpusii*, *M. chaseae* e *A. selloanus*, época de seca na qual as gramíneas encontravam-se em adiantado estágio

vegetativo, com muita fibra, em detrimento do valor protéico. Exceção foi para o *Trachypogon spicatus*, que não apresentou diferença ($P>0,01$) em nenhuma época. Os maiores teores de proteína bruta foram obtidos em novembro de 97, 84 dias após a 1ª queimada, nas quatro gramíneas. O teor médio de proteína bruta após a 2ª queimada foi inferior à primeira, 42 dias após a queimada.

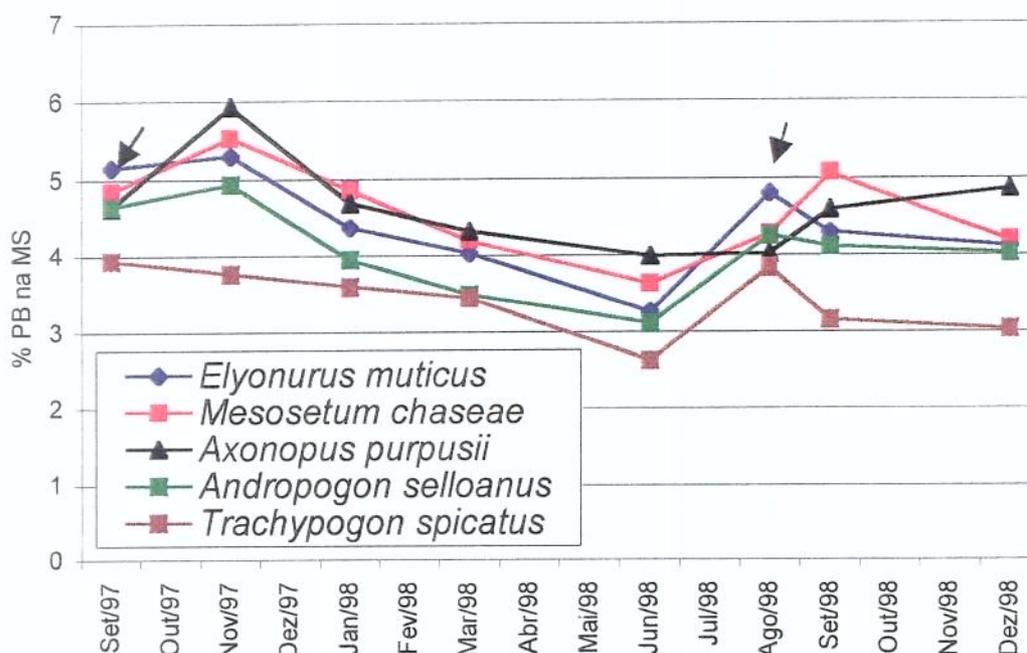


Figura 6. Teor médio de proteína bruta das gramíneas submetidas aos tratamentos (fogo e presença animal) no caronal durante o período experimental (agosto de 97 a março de 99), na fazenda Nhumirim .

Pelo desdobramento da interação queima x época sobre o teor médio de proteína bruta (% PB na MS) de *Axonopus purpusii* e *Andropogon selloanus* (tabela 12), é observado que *A. purpusii* apresentou o maior teor de PB em nov/97 após queima. Em dez/98, sob o tratamento sem queima, a gramínea apresentou o maior teor de PB (4,84%) correspondendo à época inicial de sua natural floração e frutificação (figura 21, capítulo 4). HUERTAS et al. (1978), avaliando a digestibilidade e o teor de PB das gramíneas nativas *Axonopus purpusii* e *Trachypogon vestitus* das savanas dos Lhanos

Orientais da Colômbia após a queima e pastejo animal, observaram que os maiores valores de digestibilidade (79,4 e 78,2%) e teor de PB (13,0 e 15,6%) foram encontrados 15 dias após o tratamento de queima, respectivamente para cada uma das gramíneas. O *A. selloanus* teve o maior teor de PB em set/97 após a 1ª queimada (6,66%). Após a 2ª queimada seu valor de %PB foi mais baixo (5,45%) em relação à 1ª queimada, e na presença animal o teor de PB foi maior em nov/97, antes do início da floração (figura 30, capítulo 4) e mais baixo em junho de 98, com e sem animal (época da seca).

Conforme GARDNER e ALVIM (1985), o estágio de crescimento das plantas forrageiras é importante na produção e qualidade de forragem. Quando a planta passa do estágio vegetativo para o estágio reprodutivo (emissão da ráquis nas gramíneas e alongamento do caule nas outras famílias, com aparecimento de flores e frutos), a taxa de crescimento da planta aumenta a partir do alongamento do caule, mas até um ponto máximo, decaindo posteriormente. A partir dessa máxima taxa de crescimento vegetal além da queda quantitativa da forragem, há queda da qualidade. Pois, segundo os referidos autores citando Alden e Whittaker (1970), com a maturidade da planta, a digestibilidade é reduzida, devido a um aumento dos componentes estruturais do tecido vegetal com lignificação das paredes celulares da planta, tornando-a mais fibrosa e menos digestível (menor consumo animal) e proporcionalmente há diminuição do teor de PB na MS.

Quando da avaliação qualitativa da pastagem nativa, o potencial nutricional das forrageiras é subestimado, pois não se considera a seletividade animal e faz-se análises químicas da planta toda. KALMBACHER (1983), avaliando a distribuição de MS e constituintes químicos das partes das gramíneas nativas da Flórida (inflorescência, lâmina foliar, bainha da folha e colmos com nós mais entrenós), coletadas em fase de antese (floração), *Aristida stricta*, *Schizachyrium stoloniferum*, *Sorghastrum secundum* e *Panicum hemitomon*, verificou que a PB, a digestibilidade da MS e a

concentração de muitos minerais foram superiores na lâmina foliar em todas as gramíneas. O teor de PB nas lâminas foliares variou de 4 a 7,8%, nas bainhas de 2 a 3%, nós mais internós de 3 a 6%, nas inflorescências de 4 a 5% e na planta inteira a média foi de 3,5%.

Tabela 12. Desdobramento da interação queima x época para o teor de proteína bruta (% na MS) de *Axonopus purpusii* e *Andropogon selloanus* e animal x época para *A. selloanus* no campo de capim-carona, na fazenda Nhumirim.

Épocas	<i>Axonopus purpusii</i>		<i>Andropogon selloanus</i>			
	sem queima	com queima	sem queima	com queima	sem animal	com animal
Set/97	3,26	6,02	2,94	6,66	5,39	4,03
Nov/97	3,85	7,43	3,79	6,09	4,45	5,60
Jan/98	3,27	5,50	3,38	4,51	3,69	4,29
Mar/98	3,99	4,66	3,57	3,43	3,39	3,62
Jun/98	3,60	4,34	2,65	3,35	3,00	3,27
Ago/98	3,18	5,00	3,06	5,45	4,54	3,88
Set/98	3,52	5,50	2,81	5,43	4,20	3,97
Dez/98	4,84	4,90	3,58	4,39	3,51	4,83

A tabela 13 apresenta os resultados do desdobramento da interação queima, animal e época sobre o teor de proteína bruta das gramíneas *Elyonurus muticus* e *Mesosetum chaseae*. O teor médio de PB do *E. muticus*, é maior que 7% após a 1ª e 2ª queimadas e sem a presença animal (28 e 14 dias após o fogo, respectivamente). Com animal no campo o teor de PB caiu mais de 1,5% nas duas queimadas. Mas em nov/97, 84 dias após fogo e com gado o teor médio de PB foi o maior de todas as épocas (8,91%), mas geralmente os bovinos só consomem o capim-carona até 14 dias de rebrota após a queimada, pois o capim encontra-se tenro e macio, com baixo teor de óleo essencial e com teor protéico acima de 7%. Os mais baixos teores de PB do *E. muticus* foram em set/97, ago/98 e set/98, no tratamento sem fogo, sem gado. O *M. chaseae*, apresentou os maiores teores de PB no tratamento com animal e com fogo, com maior valor em nov/97 (9,37%) e de maneira geral, mais baixos valores em jun/98, sem gado, com e sem fogo.

Tabela 13. Desdobramento da interação queima x animal x época sobre o teor de proteína (% PB na MS) do *Elyonurus muticus* e *Mesosetum chaseae* no campo de capim-carona, na fazenda Nhumirim.

		Teor médio de proteína bruta (% PB na MS)			
		<i>Elyonurus muticus</i>		<i>Mesosetum chaseae</i>	
Época	Tratamentos	Sem Queima	Com Queima	Sem Queima	Com Queima
Set/97	Sem Gado	2,78	7,96	3,47	5,71
	Com Gado	3,22	6,38	3,74	6,99
Nov/97	Sem Gado	3,01	5,44	4,07	6,42
	Com Gado	3,43	8,91	4,05	9,37
Jan/98	Sem Gado	3,48	4,50	4,75	4,27
	Com Gado	3,16	6,03	3,56	6,93
Mar/98	Sem Gado	3,91	4,08	3,77	3,91
	Com Gado	3,68	4,36	4,05	5,20
Jun/98	Sem Gado	2,96	3,02	3,28	3,03
	Com Gado	3,19	3,88	3,76	4,77
Ago/98	Sem Gado	2,68	7,60	3,28	5,18
	Com Gado	3,11	5,42	3,47	5,01
Set/98	Sem Gado	2,60	5,62	4,25	5,41
	Com Gado	3,01	5,66	3,69	6,68
Dez/98	Sem Gado	3,43	4,02	3,32	4,00
	Com Gado	3,98	4,79	4,42	5,30

A porcentagem de matéria seca de cada um dos componentes em relação à biomassa total aérea é apresentada na tabela 14. O capim-carona representou 60,82% da biomassa aérea total seca e junto com *A. purpusii*, *M. chaseae*, *A. selloanus* e *Trachypogon spicatus* somaram 85,13% da biomassa total seca. Da primeira para a segunda queimada houve um pequeno aumento da porcentagem de matéria seca de *E. muticus*, *Trachypogon spicatus* e "outras espécies" em detrimento de *A. purpusii*, *M. chaseae* e *A. selloanus*.

Tabela 14. Porcentagem de matéria seca de cada uma das gramíneas e "outras espécies" na 1ª e 2ª queimadas na biomassa aérea total durante o período experimental (agosto/97 a março/99) no campo de capim-carona (*Elyonurus muticus*), na fazenda Nhumirim.

% da matéria seca das espécies na biomassa aérea total seca	1ª queimada (26/08/97) até 8ª coleta (07/04/98)	1ª queimada (26/08/97) até 12ª coleta (30/07/98)	2ª queimada (11/08/98) até 8ª coleta (17/03/99)	total do período experimental (26/08/97 a 17/03/99)
<i>Elyonurus muticus</i>	58,54	59,75	62,36	60,82
<i>Axonopus purpusii</i>	3,21	2,70	2,04	2,43
<i>Mesosetum chaseae</i>	18,74	18,11	13,27	16,12
<i>Andropogon selloanus</i>	2,32	1,93	1,72	1,84
<i>Trachypogon spicatus</i>	3,16	3,98	3,84	3,92
Outras espécies	14,03	13,54	16,77	14,87
Total	100,00	100,00	100,00	100,00

Correlacionando as produções aéreas de MS e os fatores ambientais (tabela 15) é observado que houve algumas correlações com as variáveis analisadas e cujos valores significativos encontram-se hachurados na tabela. A biomassa total, do *E. muticus* e das "outras espécies" foram correlacionadas positivamente com a precipitação pluviométrica mensal 56 até 84 dias antes de cada uma das coletas. Não houve correlação entre biomassa e a precipitação ocorrida no mesmo mês da coleta. A correlação entre a profundidade do lençol freático e a produção total, da biomassa do *E. muticus* e das "outras espécies" também foi alta para a profundidade do lençol freático na mesma época da coleta até 56 dias antes da obtenção da produção de MS. A biomassa de material morto foi correlacionada negativamente com as temperaturas média, máxima e mínima do ar. O teor de umidade do solo somente foi correlacionado positivamente com a biomassa das "outras espécies".

Tabela 15. Índices de correlação entre a produção de MS aérea total e das espécies com os elementos climáticos (precipitação, insolação, umidade relativa do ar e temperaturas do ar), profundidade do lençol freático e teor de umidade do solo no campo de capim-carona (*Elyonurus muticus*), na fazenda Nhumirim.

Produção kg MS/ha								
Correlações	<i>Elyonurus muticus</i>	<i>Mesosetum chaseae</i>	<i>Axonopus purpusii</i>	<i>Andropogon selloanus</i>	<i>Trachypogon spicatus</i>	Outras espécies	Produção total	Material morto
Precipitação	0,16	-0,02	0,19	0,12	-0,06	0,29	0,18	-0,16
28 dias após prec.	0,29	0,33	0,37	0,28	0,14	0,46	0,40	-0,39
56 dias após prec.	0,75	0,42	0,18	0,41	0,47	0,70	0,82	-0,20
84 dias após prec.	0,83	0,47	0,03	0,31	0,45	0,68	0,88	-0,05
Teor umidade do solo	0,37	0,02	0,21	0,33	0,24	0,62	0,44	-0,12
Prof. lençol freático	-0,61	-0,20	-0,07	-0,18	-0,47	-0,76	-0,67	-0,14
28 dias após	-0,66	-0,32	0,06	-0,22	-0,53	-0,73	-0,64	-0,17
56 dias após	-0,67	-0,16	0,19	-0,19	-0,45	-0,63	-0,68	-0,38
84 dias após	-0,30	-0,04	0,29	-0,03	-0,28	-0,26	-0,62	-0,50
Insolação	0,05	0,07	-0,22	0,04	0,18	-0,04	0,05	-0,07
Umidade relativa do ar	0,63	0,42	0,07	0,12	0,47	0,61	0,67	0,39
Temperatura média	-0,19	-0,24	0,27	0,46	-0,55	0,21	-0,14	-0,48
28 dias após	0,07	0,00	0,40	0,54	-0,37	0,44	0,15	-0,64
56 dias após	0,27	0,39	0,56	0,70	-0,09	0,47	0,42	-0,77
84 dias após	0,48	0,72	0,40	0,55	0,19	0,43	0,64	-0,63
Temperatura máxima	-0,45	-0,26	-0,03	0,14	-0,48	-0,35	-0,45	-0,42
28 dias após	-0,46	-0,26	0,41	0,17	-0,57	0,00	-0,38	-0,57
56 dias após	-0,30	0,14	0,38	0,40	-0,43	-0,09	-0,21	-0,67
Temperatura mínima	-0,06	-0,18	0,31	0,47	-0,46	0,34	0,00	-0,46
28 dias após	0,23	0,11	0,39	0,60	-0,25	0,54	0,31	-0,61
56 dias após	0,42	0,49	0,54	0,71	0,07	0,54	0,56	-0,70
84 dias após	0,57	0,79	0,33	0,52	0,27	0,48	0,72	-0,54

Células hachuradas apresentam altas correlações

Correlacionando os fatores ambientais com a produtividade primária líquida aérea total obtiveram-se algumas altas correlações (valores hachurados, tabela 16). Houve correlação positiva entre a produtividade primária aérea líquida total, do *Trachypogon spicatus*, do *Andropogon selloanus*, do *Axonopus purpusii* e das "outras espécies" com a precipitação. Os resultados obtidos foram similares aos de MEIRELLES (1981), que encontrou correlações significativas e positivas entre a produtividade primária líquida aérea total de um campo sujo nos cerrados e entre a precipitação e a quantidade de água no solo. Mas o teor de umidade do solo só foi correlacionado positivamente com a produtividade das espécies *Trachypogon spicatus*, *Andropogon selloanus* e *Axonopus purpusii*.

Tabela 16. Índices de correlação entre a produtividade primária líquida aérea total e das espécies com os elementos climáticos, profundidade do lençol freático e teor de umidade do solo no campo de capim-carona (*Elyonurus muticus*), na fazenda Nhumirim.

Produtividade primária líquida aérea							
Correlações	<i>Elyonurus muticus</i>	<i>Mesosetum chaseae</i>	<i>Axonopus purpusii</i>	<i>Andropogon selloanus</i>	<i>Trachypogon spicatus</i>	Outras espécies	Produt. Total
Precipitação	-0,630	-0,633	0,612	0,854	0,637	0,984	0,915
Evapotranspiração real	-0,600	-0,604	0,581	0,834	0,607	0,976	0,933
Umidade relativa do ar	0,543	0,075	-0,048	-0,401	-0,080	-0,703	-0,982
Insolação	0,976	0,977	-0,970	-0,993	-0,978	-0,883	-0,463
Temperatura média	-0,426	-0,429	0,404	0,705	0,433	0,912	0,984
Temperatura máxima	0,081	0,077	-0,104	0,258	-0,072	0,587	0,942
Temperatura mínima	-0,525	-0,528	0,505	0,780	0,532	0,952	0,958
Teor de umidade do solo	-0,981	-0,980	0,985	0,859	0,979	0,619	0,066
Prof. lençol freático	0,528	0,525	-0,548	-0,213	-0,521	0,151	0,684

Células hachuradas apresentam altas correlações

Tanto a produtividade primária líquida aérea de *Elyonurus muticus* como de *Mesosetum chaseae* não foram correlacionadas com nenhum dos fatores ambientais mais importantes, somente com a insolação. Comparando as tabelas 15 e 16, é observado que o nível de lençol freático foi correlacionado negativamente com a biomassa aérea total e com a biomassa das gramíneas *E. muticus* e "outras espécies", mas não foi correlacionado à produtividade primária líquida aérea total de nenhuma espécie.

Mais significativo que a quantidade de precipitação, é a sua distribuição mais uniforme e o balanço hídrico da área de estudo, levando-se em consideração o microclima, com suas deficiências e excessos de água, que no caso do Pantanal são cheias de origem pluvial e fluvial. A profundidade do lençol freático e o teor de umidade do solo associados ao balanço hídrico vão determinar o potencial matricial de água do solo que, aliado à fertilidade superficial dos solos arenosos do Pantanal, condicionam o crescimento da vegetação. Conforme JEEVANANDA REDDY e TIMBERLAKE (1987), a produção total da pastagem depende não somente da quantidade de precipitação e seu padrão de distribuição, mas também do solo (quanto à textura, fertilidade e água disponível) e da demanda evaporativa local.

Conclusões

- 1- Entre os distúrbios fogo e pastejo animal, somente o fogo afeta significativamente a produção de MS aérea total (kg/ha) do capim-carona (*Elyonurus muticus*), de *Andropogon selloanus* e de material morto no caronal.
- 2- A produção total de MS aérea (kg/ha) do campo também é afetada pela localização geográfica do caronal (blocos).

- 3- O fogo determina aumento do teor de proteína bruta pela eliminação da parte aérea velha e promoção da rebrota (com maior valor protéico) das gramíneas *E. muticus*, *A. purpusii*, *M. chaseae* e *A. selloanus*.
- 4- O fogo no caronal afeta a produtividade primária aérea líquida diferentemente para cada espécie.
- 5- No campo de capim-carona (*Elyonurus muticus*) de 56 a 84 após as chuvas, há correlação entre a precipitação e a produção. A produtividade primária líquida aérea total está correlacionada à precipitação e à temperatura do ar.

CAPÍTULO 3

AVALIAÇÃO DA DENSIDADE E MATÉRIA SECA DE RAÍZES DO CAPIM-CARONA (*Elyonurus muticus* (Spreng.) O. Ktze.) E CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO SOLO SOB QUEIMA E PRESENÇA ANIMAL NO CARONAL

Introdução

As raízes das plantas mono e dicotiledôneas exercem as funções de sustentação, absorção de água e nutrientes do solo e servem como órgão de estocagem de carboidratos. Interagem com fatores bióticos e abióticos do ambiente do solo, provocando modificações no seu crescimento e desenvolvimento como resposta ao meio (FELDMAN, 1988). As espécies de gramíneas em savanas possuem sistema radicular intenso que explora as camadas superficiais do solo e cujo ciclo de crescimento está diretamente associado à sazonalidade das chuvas (SARMIENTO e MONASTÉRIO, 1983; MEDINA e SILVA, 1990). Trata-se de um sistema complexo e versátil, mas intimamente relacionado com a parte aérea.

As adaptações morfológicas das gramíneas ao fogo, ao pastejo e à deficiência hídrica do solo são comuns, pois as plantas evoluíram concomitantemente sob estas condições (VOGL, 1974; COUGHENOUR, 1985). Algumas das adaptações das gramíneas descritas por RACHID-EDWARDS (1956) são: gemas nas bases das partes aéreas no nível do solo ou um pouco abaixo, bainhas mais velhas envolvendo bainhas mais novas, formando túnicas ou envoltórios que protegem os pontos de crescimento como o meristema apical e órgãos subterrâneos como caules (rizomas).

O crescimento das raízes geralmente é alterado pelo fogo, pastejo e pela deficiência hídrica no solo (SAN JOSE e MEDINA, 1975; TURNER e BEGG, 1978; SAN JOSE *et al.*, 1982; NIERING e DREYER, 1989; VIEIRA *et al.*, 1994). Em alguns casos o estresse hídrico pode incrementar o crescimento das raízes não somente em

relação à parte aérea (aumenta a biomassa radicular concomitantemente à biomassa aérea), mas absolutamente, ou seja, há aumento das raízes. Esta variabilidade de respostas das raízes deve-se à plasticidade do seu desenvolvimento (FELDMAN, 1984).

MOONEY (1972) sugeriu que os resultados conflitantes com relação à razão raiz/parte aérea podem ser atribuídos a diferenças no estágio de crescimento das plantas e a possíveis variações na disponibilidade de nutrientes interagindo com os estresses (seca e cheia) e distúrbios (fogo e pastejo animal). De modo geral, o referido autor considerou que dos fatores ambientais, a baixa radiação solar diminuirá a razão raiz/parte aérea e a baixa disponibilidade de água e nutrientes, o fogo e o pastejo aumentarão a razão raiz/parte aérea. MONK (1966) encontrou alta correlação entre o peso seco das raízes e parte aérea das plantas com a altura da planta e considerou que áreas secas possuem maior razão raiz/parte aérea que áreas úmidas.

As interações de níveis de N, P e umidade do solo foram avaliadas por DAVIDSON (1969) em *Lolium perenne* e *Trifolium repens* nas quais foi obtida a maior razão de raiz/parte aérea quando todos os fatores eram deficientes, pois, conforme o autor, há um aumento no peso relativo das raízes devido à diminuição da parte aérea. Assim, após as plantas sofrerem fogo ou pastejo ou deficiência hídrica, a recuperação da parte aérea através da rebrota faz-se as expensas do estoque de reservas de carboidratos nas raízes (MOONEY, 1972). RODRIGUES e ZEVALLOS (1991), estudando o efeito da intensidade de pastejo sobre o sistema radicular de pastagem de *Brachiaria humidicola*, verificaram que quanto maior a intensidade de pastejo, menor a produção de raízes nas profundidades de 0-5, 5-10 e 10-20 cm de solo.

GERASKIS et al. (1975) verificaram que a deficiência hídrica geralmente aumenta a razão raiz/parte aérea das plantas, pois a expansão foliar decresce antes que a fotossíntese seja afetada,

enquanto as raízes estando junto à fonte limitada de água tornam-se drenos predominantes dos assimilados. Há maior alocação do limitado carbono disponível para as raízes e não para a parte aérea.

Em qualquer grau de estresse hídrico, o crescimento da parte aérea decai mais rapidamente que o crescimento das raízes, devido provavelmente à mais eficiente manutenção da turgescência e gradiente de potencial de água apresentados pelas raízes em relação às folhas, o que provavelmente permite a continuidade de crescimento da raiz. Avaliando o efeito de três regimes de umidade no solo (-1,0; -3,0 e -15,0 bares) sobre as produções do *Erodium* sp., *Bromus* sp. e *Trifolium* sp., em casa de vegetação, GERASKIS et al. (1975) observaram a maior razão raiz/parte aérea somente para o *Trifolium* sp. quando submetido a baixo potencial hídrico, o *Bromus* sp. apresentou resultado inverso e o *Erodium* sp. não foi afetado. A taxa de crescimento da raiz e da parte aérea de todas as espécies foi diminuída pelo aumento do estresse.

Segundo O'TOOLE e BLAND (1987), a habilidade do sistema radicular para adaptações a curto prazo em resposta a condições edáficas (fertilidade, estrutura do solo, profundidade) tem confundido a interpretação de muitos resultados experimentais. As raízes respondem a estímulos ambientais por meios adaptativos, especialmente em condições estressantes, expressando o seu genótipo (FELDMAN, 1984).

A variação genotípica nas características das raízes tem sido tema de algumas pesquisas. TURNER (1986) considerou a raiz como um sensor cuja atividade fisiológica é determinada pelas relações entre o solo e a água, enquanto os fitohormônios transportam a mensagem percebida pela raiz por longa distância. E sendo a raiz um sensor, fica claro que a disponibilidade de nutrientes e fatores que alteram o conteúdo de água no solo como textura, conteúdo de matéria orgânica, profundidade das camadas

impermeáveis ou pouco permeáveis, densidade e estrutura vão afetar diretamente o sistema radicular.

Das propriedades físicas do solo, a estrutura (sistema poro-solo) é a mais modificada pelo cultivo, preparo do solo e pastejo animal, alterando o número e as dimensões dos espaços por onde a água e a raiz se movem (HAMBLIN, 1985). Assim, considera-se que o comportamento do sistema radicular sob condições de fogo, pastejo e deficiência hídrica é complexo, amplo e dependente de vários fatores que muitas vezes interagem, dando a impressão de total imprevisibilidade do comportamento das raízes, ou seja, alta plasticidade fenotípica.

Os solos do capim-carona (*Elyonurus muticus*) são de baixa fertilidade devido aos baixos teores de matéria orgânica, nitrogênio, fósforo e enxofre (principalmente) além de cálcio, magnésio e potássio (CUNHA, 1981; CUNHA et al., 1981; DYNIA e CUNHA, 1984; CUNHA e DYNIA, 1985). A baixa taxa de lotação do Pantanal, de 3,6 ha/animal é determinada pela baixa disponibilidade de forrageiras nas pastagens da região. Esta baixa oferta de forragem é decorrente da baixa fertilidade dos solos arenosos da Nhecolândia, além de outros fatores como duração do período de alagamento, da falta de umidade na camada superficial do solo, principalmente na época seca e grande porcentagem de área coberta com invasoras (CUNHA, 1981). Do levantamento dos macronutrientes no solo das paisagens caronal, mata, cerrado, campo limpo e lagoa, POTT et al., (1987) encontraram maiores teores de Ca, Mg, P, matéria orgânica e maior pH na mata. As concentrações dos nutrientes variaram conforme a época do ano e o caronal apresentou o maior teor de Al.

CUNHA et al. (1981), avaliando a introdução de forrageiras no caronal, concluíram que há interação de hidromorfismo, espécies e fertilização do solo no crescimento das plantas. CUNHA e DYNIA (1985) verificaram que o caronal (que não responde à adubação

mineral e orgânica) tem baixo nível de colóides minerais no solo (necessários à retenção dos nutrientes), o que condiciona um meio dependente de colóides orgânicos e da própria vegetação, concluindo que há um equilíbrio muito dinâmico entre a vegetação nativa, regime hídrico local e os nutrientes do solo.

As queimadas nas pastagens promovem perdas de nutrientes por combustão da fitomassa, especialmente o N por volatilização, e redistribuição dos minerais por cinzas e fumaça, acelerando a ciclagem dos nutrientes (RAISON, 1979; WRIGHT e BAILEY, 1992; RAISON *et al.*, 1985). Mas há retorno dos nutrientes à pastagem queimada por depósito das cinzas (13 a 20%, RAISON, 1979), sendo mais disponíveis às plantas sob essa forma, em relação à camada de material morto no solo de pastos não queimados. A pós-queima na vegetação aumenta o pH e a concentração de nutrientes como cálcio, magnésio, fósforo e potássio na camada superior do solo, depositados através das cinzas ou através da precipitação após fogo, sendo reabsorvidos pela vegetação, afetando a reciclagem de nutrientes (VOGL, 1974 e 1979; COUTINHO, 1979 e 1990).

PIVELLO e COUTINHO (1992), comparando as quantidades dos nutrientes da vegetação de um campo cerrado e nas suas cinzas após a queima, verificaram que 95% do N, 51% do P, 44% do K, 52% do Ca, 42% do Mg e 59% do S foram transferidos para a atmosfera durante as queimadas. E a quantidade dos nutrientes (N, P, C e S) liberados pela queima da fitomassa para a atmosfera é variável conforme a fitofisionomia, no caso dos cerrados aumentou de campo limpo a cerradão (KAUFFMAN *et al.*, 1994; CASTRO, 1995). O retorno do N ao sistema dá-se através das chuvas e atividade microbiana (SINGH *et al.*, 1991b) e geralmente em curto espaço de tempo.

Uma das fontes de nutrientes às pastagens nativas do Pantanal, além da precipitação atmosférica e da fixação de N pelas leguminosas, são as excreções dos herbívoros (fezes e urina), com retorno dos nutrientes N, P, S, Mg e Ca nas fezes e K na urina.

SINGH et al., (1991a) registraram um aumento de 48% do N-total em savanas tropicais pastejadas em comparação a savanas não pastejadas.

Os objetivos do trabalho foram quantificar o comprimento, a densidade e o peso da matéria seca das raízes do capim-carona (figura 2 do apêndice) e obter a razão parte aérea/sistema radicular do *Elyonurus muticus* sob efeito da queima e da presença animal em duas épocas diferentes (duas estações de chuvas e uma época seca). Avaliou-se também as concentrações dos nutrientes N-total, P, K, S, Mg, Ca e Na do solo do caronal, antes e pós-queima e sob efeito animal, para averiguação se há alteração dos teores médios dos minerais.

Material e Métodos

1- Razão parte aérea/raiz, comprimento, densidade e matéria seca das raízes do capim-carona

Utilizando-se das áreas experimentais do campo de capim-carona, cuja descrição e delineamento estatístico estão nos capítulos 1 e 2, fez-se a avaliação do sistema radicular. Para obtenção da razão parte aérea/raiz escolheram-se aleatoriamente três touceiras do capim-carona por parcela, cuja parte aérea foi cortada e acondicionada em sacos de papel devidamente identificados, para secagem em estufa de circulação forçada de ar, a 70°C, até peso da matéria seca (MS) ser constante. Sob a touceira cortada, colocou-se uma caixa sem fundo de folha de zinco, de volume conhecido (8000 cm³) com 20 cm de altura (profundidade das raízes de gramíneas no solo arenoso do Pantanal) e retirou-se o monólito de solo e raízes com auxílio de uma pá de ponta. O material foi armazenado em sacos plásticos grandes, para transporte e posterior lavagem em água corrente sobre uma série de peneiras de malha decrescente, para separação do solo e raiz. O

material obtido também foi para estufa de ar forçado a cerca de 80°C, até peso da MS ser constante, para posterior pesagem.

A avaliação do comprimento, densidade e matéria seca das raízes do capim-carona (*Elyonurus muticus*) foi feita utilizando-se um trado adaptado (NOORDWIJK, 1993) de 10 cm de profundidade, fabricado no setor de Mecânica da EMBRAPA/Pantanal. Este trado aberto e dentado na base, com volume de 441,79 cm³, serviu de ferramenta para coleta de raízes em duas profundidades (0-10 cm e 10-20 cm) sobre cada uma das 5 touceiras cortadas de capim-carona por parcela, totalizando 150 amostras por época de coleta. O material obtido foi colocado em saco plástico para posterior lavagem sob peneiras e separação do solo. As raízes foram postas em vidros etiquetados contendo solução de álcool a 20%, sob baixa temperatura para conservação até posterior separação de raízes vivas e mortas, pesagem do material fresco, medição do comprimento das raízes e peso da MS.

A medição do comprimento (cm) das raízes a cada 10 cm de profundidade de solo foi obtida através do método de TENNANT (1975). Tentou-se inicialmente avaliar o comprimento e densidade, através do programa SIARCS (Sistema Integrado de Análise de Raízes e Cobertura do Solo), mas este não funcionou. A densidade de raiz (cm/cm³) a cada profundidade foi determinada pela divisão do comprimento das raízes pelo volume do trado.

Tanto a obtenção da razão parte aérea/raiz, como o peso e densidade das raízes foram obtidos em três épocas do período experimental, duas na estação das chuvas (fevereiro de 98 e final de janeiro de 99) e uma na época da seca (agosto de 98, antes da 2ª queimada).

2- Avaliação dos nutrientes do solo

A avaliação das características químicas do solo foi feita através da análise de rotina (pH, H+Al, Al, K, Ca, Mg, P, Na) e quantificação do N-mineral total realizadas no laboratório de Solos e Nutrição da EMBRAPA/Pantanal, através de métodos descritos em EMBRAPA (1997). A coleta de solos foi feita em todas as parcelas dos quatro blocos.

O solo das parcelas experimentais é classificado como Podzol Hidromórfico, de textura arenosa (CUNHA, 1981) e caracteriza-se por uma camada de cor bruna, horizonte A1 de 25 cm seguido do horizonte A2 de até 100 cm, após essa camada vem o horizonte Bir de cor amarelada (CUNHA e DYNIA, 1985).

A amostra para a realização das análises foi composta por 10 sub-amostras de solo em cada parcela, à profundidade de 0 a 10 cm, realizada antes e imediatamente após a queima, nas duas queimadas (26 de agosto de 97 e 11 de agosto de 98).

Antes de se iniciar o experimento, fez-se a avaliação do solo quanto a textura e teor de matéria orgânica (importante para as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo). Os resultados estão apresentados na tabela 1. Todas as parcelas apresentaram mais de 93% de areia no solo e baixa porcentagem de matéria orgânica.

Tabela 1. Resultados da análise da textura (areia total, %) e matéria orgânica (M.O%) no solo de cada parcela do experimento no caronal, fazenda Nhumirim.

blocos	1		2		3		4		Média total	
	Areia	M.O %	Areia	M.O %						
Sem fogo sem gado	93,07	0,34	95,47	0,38	93,73	0,38	95,57	0,66	94,46	0,44
Sem fogo com gado	93,37	0,48	93,44	0,48			94,49	0,67	93,76	0,55
Com fogo sem gado	92,94	0,41	93,99	0,59	93,37	0,55	95,33	0,52	93,91	0,52
Com fogo com gado	93,40	0,38	93,47	0,52	93,41	0,67	95,29	0,41	93,89	0,50
Média por bloco	93,19	0,41	94,09	0,49	93,50	0,53	95,17	0,56	93,99	0,50

Sem fogo com gado, bloco 3: parcela perdida

Fez-se análise estatística pelo SAS com uso do GLM (análise de variância e Teste de Tukey) para os seguintes parâmetros: razão parte aérea/raiz, comprimento, densidade e peso da MS das raízes e resultados da análise química do solo antes e pós-queima nas duas queimadas.

Resultados e Discussão

1- Razão parte aérea e sistema radicular do capim-carona (*Elyonurus muticus*)

Os resultados do Teste F para razão parte aérea e sistema radicular estão apresentados na tabela 2. Houve efeito significativo ($P < 0,01$) da queima e da época da amostragem. Na tabela 3 encontram-se os valores da razão, cujo peso seco da parte aérea sem queima foi 3,5 vezes maior que o peso seco das raízes, contra 2,15 com queima, seis meses após a queimada. Os resultados estão de acordo com o descrito por MOONEY (1972), no qual o fogo proporciona maior razão raiz/parte aérea. A queima proporcionou combustão da parte aérea do capim-carona e de 6 meses (época da coleta) até mais de 12 meses após a primeira queimada, não houve recuperação da parte aérea em termos de matéria seca (capítulo 2, figura 5).

Tabela 2. Resultados do Teste F para efeito da queima e da presença animal sobre a razão parte aérea e sistema radicular (A/R) do capim-carona (*Elyonurus muticus*), na fazenda Nhumirim.

	Queima(Q)	Animal(A)	Q*A	Bloco	Época(E)	Q*E	A*E	C.V.%
Razão A/R	0,0006**	0,254	0,914	0,974	0,0176*	0,972	0,307	28,45

* =0,01 < P < 0,05; ** =0,001 < P < 0,01; sem símbolo = não significativo

A presença animal não alterou significativamente ($P > 0,01$) a relação parte aérea/raiz para o capim-carona, posto que o animal somente consumiu a gramínea até 14 dias após a queima e a coleta

das raízes foi feita seis meses após o fogo (início do experimento), havendo tempo para recuperação das raízes das plantas submetidas ao pastejo inicial. JACKSON et al. (1996), em revisão sobre os estudos do sistema radicular de várias espécies nos biomas terrestres, citaram para as pastagens tropicais uma média de razão raiz/parte aérea de 0,7, com biomassa total de raízes de 1,2 kg/m².

Tabela 3. Valores médios da razão parte aérea/raiz do capim-carona (*Elyonurus muticus*) sob os tratamentos fogo e presença animal, no experimento no caronal, na fazenda Nhumirim.

	Razão parte aérea / sistema radicular		
Sem queima	3,50A	Sem animal	2,68A
Com queima	2,15B	Com animal	2,89A

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem significativamente entre si

Épocas diferentes de coletas afetaram significativamente ($P < 0,01$) a razão parte aérea e raiz (tabela 4). Houve maior razão parte aérea/raiz para a coleta de janeiro de 99, que não diferiu da coleta de agosto de 98. Esse resultado ocorreu em função da maior e melhor distribuição das chuvas durante o ano de 98, fugindo um pouco dos padrões normais de frequência de chuvas no Pantanal (capítulo 1, tabela 1). Houve maior crescimento da parte aérea do capim-carona em relação ao sistema radicular. Da primeira queima (agosto/97) até a primeira coleta de raiz (fevereiro/98) ocorreu um acúmulo de 431 mm de precipitação pluviométrica e 429,7 mm de evapotranspiração real, com média de 141,54 g MS/m² de biomassa de capim-carona. O acúmulo de chuva e evapotranspiração real entre a primeira e a segunda coleta de raiz (agosto/98 antes da 2ª queimada) foi de 674,2 e 451,8 mm, respectivamente com média de 229,07 g MS/m² de biomassa para o mesmo período. E da segunda até a terceira coleta de final janeiro de 99, houve 677,5 mm de precipitação e 523,20 mm de evapotranspiração real, com média de 188,22 g MS/m² de biomassa para o capim-carona. A correlação entre a razão parte aérea/raiz nas três épocas e os níveis do lençol

freático no mesmo tempo foi de -0,97 e com o teor de umidade do solo foi de 0,84. Esses valores são considerados altos, indicando efeito desses fatores sobre a razão parte aérea/raiz.

Tabela 4. Efeito da época de amostragem sobre a razão parte aérea e sistema radicular do capim-carona (*Elyonurus muticus*) sob os tratamentos fogo e presença animal, na fazenda Nhumirim.

Época	Razão parte aérea / sistema radicular
06/02/98	2,33B
10/08/98	2,80AB
28/01/99	3,21A

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem significativamente entre si

2- Comprimento, densidade e matéria seca (g) das raízes do capim-carona.

Os resultados da análise estatística do efeito do fogo e da presença animal sobre o comprimento, densidade e matéria seca das raízes do capim-carona em duas profundidades de solo estão apresentados na tabela 5. Houve diferença significativa ($P < 0,01$) dos parâmetros analisados em função da profundidade das raízes (0-10 e 10-20 cm do solo) e da época de coleta das raízes. Ocorreu interação época e profundidade da raiz para os três parâmetros.

Tabela 5. Teste F para avaliação do efeito da queima e presença animal sobre o comprimento, densidade e peso da matéria seca (MS) da raiz do capim-carona (*Elyonurus muticus*), na fazenda Nhumirim.

	Queima (Q)	Animal (A)	Profundidade (P)	Q*A	Q*P	A*P
Comprimento da raiz	0,992	0,635	0,0001**	0,613	0,840	0,584
Densidade da raiz	0,992	0,635	0,0001**	0,613	0,840	0,584
Peso MS da raiz	0,487	0,272	0,0001**	0,925	0,940	0,490
	Bloco	Época (E)	Q*E	A*E	E*P	C.V.%
Comprimento da raiz	0,0019**	0,0001**	0,851	0,487	0,0001**	22,51
Densidade da raiz	0,0019**	0,0001**	0,851	0,486	0,0001**	22,51
Peso MS da raiz	0,0009**	0,0001**	0,510	0,745	0,0001**	27,57

** = 0,001 < P < 0,01; sem símbolo = não significativo

Na tabela 6 e figuras 1 e 2 têm-se os valores médios do comprimento, densidade e matéria seca das raízes do capim-carona sob o efeito do fogo e da presença animal e que não apresentaram diferenças entre si ($P>0,01$). Os resultados obtidos foram similares ao encontrados por DAMÉ et al. (1997), no qual o fogo e o pastejo animal sobre pastagens nativas, na profundidade de solo de 0 a 10cm, não determinaram diferenças significativas ($P>0,01$) sobre a densidade do sistema radicular.

Tabela 6. Valores médios do comprimento total, densidade e matéria seca da raiz do carona (*Elyonurus muticus*) sob os tratamentos fogo e presença animal, na fazenda Nhumirim.

Tratamentos	Comprimento (cm)	Densidade (cm/cm ³)	Matéria seca (g)
Sem queima sem animal	1149,80	2,60	1,60
Sem queima com animal	1107,25	2,51	1,37
Com queima sem animal	1184,69	2,68	1,53
Com queima com animal	1118,13	2,53	1,39
Média	1139,97	2,58	1,47

Como cerca de 80% das raízes das gramíneas no Pantanal arenoso encontram-se até 10-15 cm de profundidade no solo, houve efeito da profundidade de coleta (tabela 7) sobre o comprimento, densidade e matéria seca das raízes. Na camada de 0-10 cm acha-se o maior comprimento e conseqüentemente a maior densidade de raiz, além de maior peso de MS. Nos primeiros 10 cm de solo, as raízes apresentaram 2,55 vezes maior densidade que na camada de 10-20 cm. Este valor, comparado ao peso da MS das raízes (4,78 vezes maior nessa mesma camada), denota que proporcionalmente a camada de solo de 10-20 cm possui raízes mais finas (determinando menor peso seco) e consideradas mais eficientes na absorção de água e nutrientes do solo.

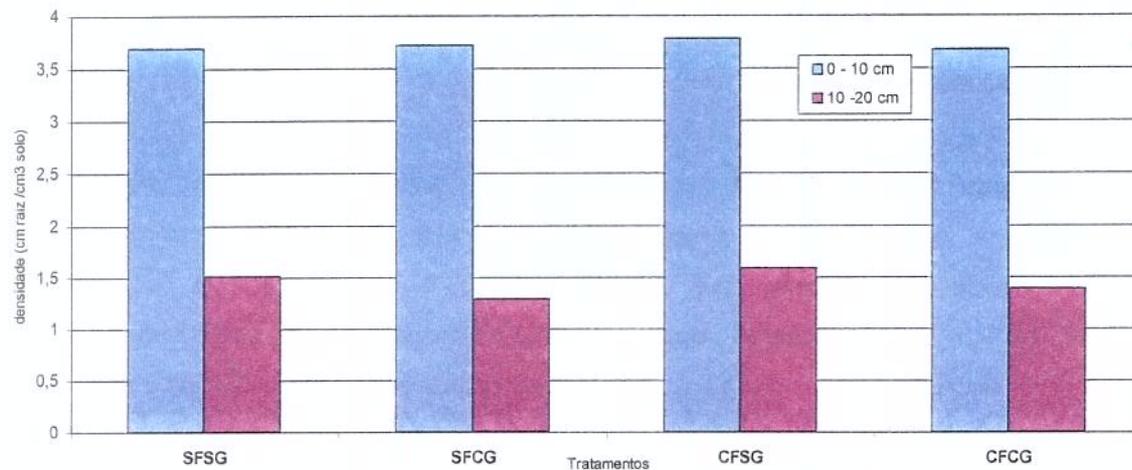


Figura 1. Densidade da raiz do capim-carona (*Elyonurus muticus*) nos tratamentos sem fogo sem gado (SFSG) sem fogo com gado (SFCG) com fogo sem gado (CFSG) e com fogo com gado (CFCG) em duas profundidades de solo (0-10 e 10-20 cm).

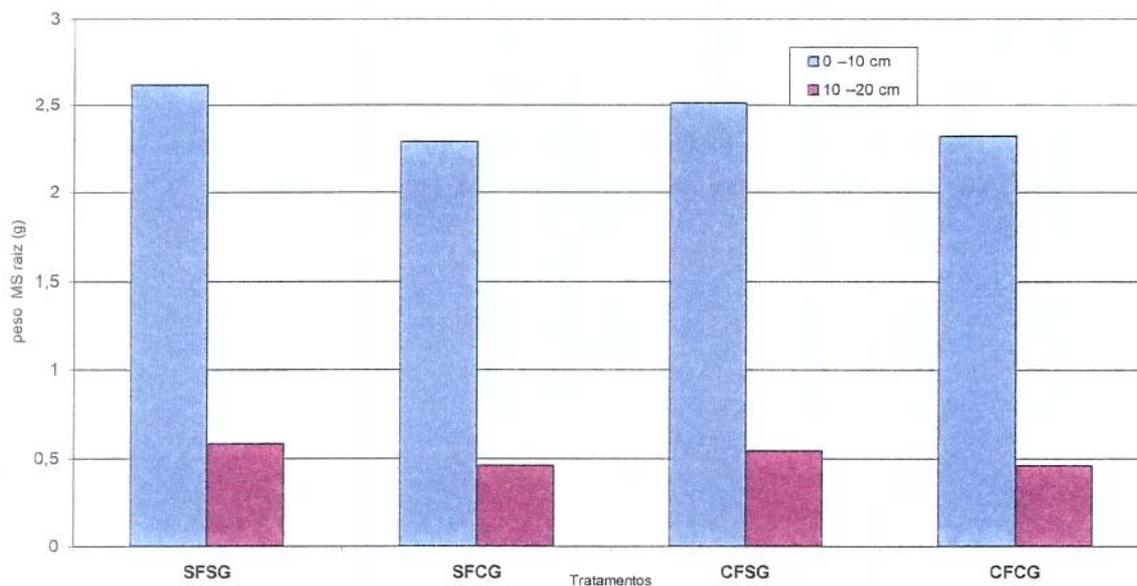


Figura 2. Peso da MS da raiz do capim-carona (*Elyonurus muticus*) nos tratamentos sem fogo sem gado (SFSG) sem fogo com gado (SFCG) com fogo sem gado (CFSG) e com fogo e com gado (CFCG) em duas profundidades do solo (0-10 e 10-20 cm).

Tabela 7. Efeito da profundidade do solo sobre o comprimento, densidade e peso seco de raiz de capim-carona (*Elyonurus muticus*), na fazenda Nhumirim.

Profundidade	Comprimento (cm)	Densidade (cm/cm ³)	Peso seco (g)
0 - 10 cm	1641,64 A	3,72 A	2,44 A
10 - 20 cm	642,65 B	1,46 B	0,51 B

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem significativamente entre si

Houve efeito de época (tabela 8 e figuras 3 e 4) sobre o comprimento, a densidade e peso seco de raiz do capim-carona, com maior densidade na época das chuvas ($P < 0,01$). Na época da seca (época de menor crescimento das raízes) houve menor comprimento e densidade, devido o total de precipitação pluviométrica e evapotranspiração real de 60 dias antes de cada coleta serem respectivamente 211,4 e 205,6 mm para amostragem de fevereiro de 98; 53,5 e 60,3 mm para amostragem de agosto de 98 (seca) e 323,8 e 237,7 mm para janeiro de 99. Assim, as alterações no comprimento e densidade radicular da gramínea em cada uma das épocas ocorreram em função da quantidade total de precipitação e evapotranspiração real, posto que a correlação entre a densidade de raiz e a precipitação total de um mês antes da coleta foi alta (tabela 9), além da correlação com a profundidade do lençol freático (-0,70) e com o teor de umidade do solo (0,96).

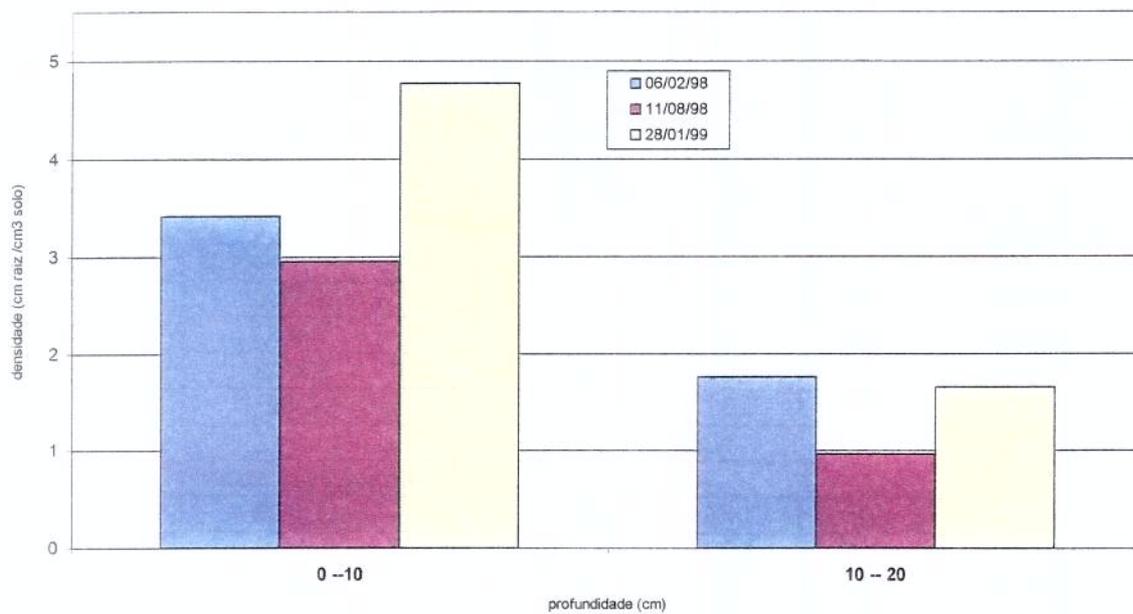


Figura 3. Densidade da raiz de capim-carona (*Elyonurus muticus*) em três épocas do período experimental em duas profundidades do solo (0-10 e 10-20 cm).

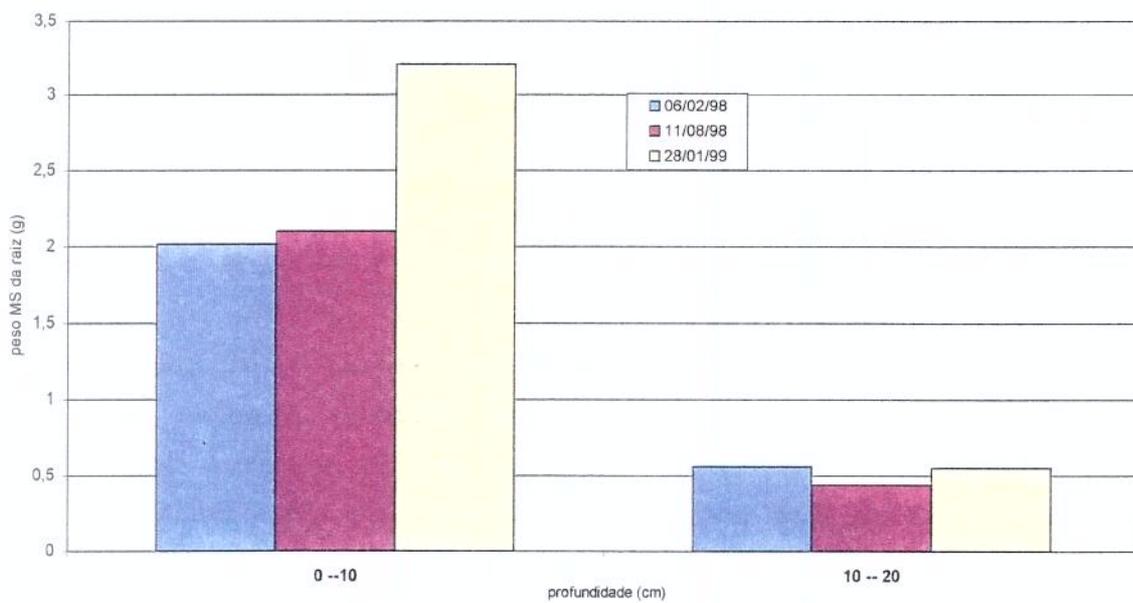


Figura 4. Peso da MS da raiz do capim-carona (*Elyonurus muticus*) em três épocas do período experimental em duas profundidades do solo (0 - 10 e 10 - 20 cm).

Tabela 8. Efeito das épocas de amostragem e dos blocos sobre o comprimento, densidade e matéria seca das raízes de capim-carona (*Elyonurus muticus*), na fazenda Nhumirim.

Comprimento (cm)		blocos				
Época	1	2	3	4	média por época	
chuvas (06/02/98)	986,31	1211,47	1136,16	1236,21	1142,96 B	
seca (10/08/98)	696,46	801,06	1156,78	878,74	865,02 C	
chuvas (28/01/99)	1217,03	1448,93	1564,29	1480,05	1418,46 A	
média por bloco	966,6	1153,82	1285,74	1198,33	1142,15	
Densidade (cm/cm ³)		blocos				
Época	1	2	3	4	média por época	
chuvas (06/02/98)	2,23	2,74	2,57	2,8	2,59 B	
seca (10/08/98)	1,58	1,81	2,62	1,99	1,96 C	
chuvas (28/01/99)	2,75	3,28	3,54	3,35	3,21 A	
média por bloco	2,19	2,61	2,91	2,71	2,59	
Matéria seca (g)		bloco				
Época	1	2	3	4	média por época	
chuvas (06/02/98)	1,05	1,26	1,40	1,47	1,29 B	
seca (10/08/98)	1,10	1,20	1,51	1,32	1,27 B	
chuvas (28/01/99)	1,68	1,65	2,57	1,78	1,88 A	
média por bloco	1,28	1,37	1,83	1,53	1,48	

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem significativamente entre si

Como no estudo da razão parte aérea e sistema radicular, o valor do peso da matéria seca (MS) das raízes mostrou que só a terceira época de coleta (28/01/99) foi significativamente ($P < 0,01$) superior às outras épocas (tabela 8 e figura 4). A matéria seca das raízes da coleta de agosto de 98 não diminuiu em relação à coleta de fevereiro de 98, mas a densidade sim, isto denotou que, apesar da similaridade de peso da MS, o sistema radicular do carona na época das águas apresenta maior quantidade de raízes finas e novas (crescimento das raízes). O maior peso da MS total na terceira amostragem (janeiro de 99) e maior densidade das raízes significa que houve aumento absoluto da quantidade de raízes nesta coleta, devido à maior quantidade total das chuvas 30 dias antes da amostragem. Pode-se considerar que o comprimento, a densidade e o peso MS das raízes são mais sensíveis a alterações climáticas (chuva e evapotranspiração real) a curto prazo, porque as raízes funcionando como um sensor (TURNER, 1986), respondem

prontamente às alterações do ambiente do solo. Esta característica do capim-carona denota plasticidade fenotípica da raiz ao ambiente, pois em curto tempo e em condições favoráveis promove crescimento de novas raízes.

Também houve efeito significativo ($P < 0,01$) de bloco nos resultados dos parâmetros analisados (tabela 8) e, como ocorreu com a produção total de matéria seca (capítulo 2) da parte aérea das pastagens (Kg/ha), o bloco 3 foi o que apresentou maior comprimento, densidade e peso da MS das raízes, seguido dos blocos 4 e 2. O bloco 1 foi o que teve os valores mais baixos, devido ao fato de possuir menor teor de umidade no solo e maior profundidade do lençol freático (capítulo 1, tabela 5). Mas em todos os blocos houve alta correlação negativa da densidade e do peso da MS da raiz com a profundidade do lençol freático, e alta correlação positiva da densidade e do peso da MS das raízes com o teor de umidade do solo e a precipitação (tabela 9).

Comparando as correlações de biomassa aérea (tabela 15, capítulo 2) e a biomassa radicular (tabela 9) do capim-carona, observa-se que há correlação entre a biomassa aérea e a precipitação, 56 dias após a chuva e há correlação entre a biomassa radicular e a precipitação, 30 dias após a chuva. Assim, as raízes responderam mais prontamente às alterações de chuvas que a parte aérea e houve correlações significativas tanto para a profundidade do lençol freático (15 dias após leitura) como para o teor de umidade do solo (média do mês), em todos os blocos.

Tabela 9. Índices de correlação entre a densidade e peso da MS da raiz do capim-carona (*Elyonurus muticus*) e fatores ambientais em cada um dos blocos do experimento e a correlação da média total.

Densidade da raiz	Blocos				Média total
	1	2	3	4	
Precipitação	0,95	0,91	0,95	0,93	0,96
Profundidade lençol freático	-0,65	-0,73	-1,00	-0,76	-0,70
Teor de umidade do solo	0,98	0,85	0,91	0,89	0,96
Peso da MS da raiz	1	2	3	4	Média total
Precipitação	0,91	0,99	0,94	1,00	0,97
Profundidade lençol freático	-0,98	-0,98	-1,00	-0,92	-0,96
Teor de umidade do solo	0,64	1,00	0,89	0,99	0,97

O desdobramento da interação época de coleta e profundidade de raízes é apresentado na tabela 10. Destaca-se que tanto o comprimento e densidade como o peso seco das raízes da 2ª época das chuvas (jan/99) foi maior em relação a coleta de fevereiro/98 (2ª época das chuvas), somente na camada de 0-10 cm do solo. Assim, pode-se considerar que a densidade e o peso da MS da raiz diferiram somente na primeira camada de 10 cm de solo, onde houve maior crescimento das raízes e onde ocorre a maior quantidade de absorção de água e nutrientes pelas raízes das gramíneas.

Tabela 10. Desdobramento da interação época de amostragem x profundidade de raízes de capim-carona (*Elyonurus muticus*), na fazenda Nhumirim.

Época	Profundidade	Comprimento (cm)	Densidade (cm/cm3)	Peso seco (g)
06/02/98	0 - 10 cm	1510,12	3,42	2,02
	10 - 20 cm	775,80	1,76	0,56
10/08/98	0 - 10 cm	1305,72	2,96	2,10
	10 - 20 cm	424,33	0,96	0,43
28/01/99	0 - 10 cm	2109,09	4,77	3,21
	10 - 20 cm	727,82	1,65	0,55

O peso da MS, o comprimento e a densidade das raízes do capim-carona talvez tenham sido alterados depois da queima, posto que alguns autores consideram que o fogo altera a biomassa radicular (SAN JOSE *et al.*, 1982; NIERING e DREYER, 1989). Mas como o capim-carona não apresentou diferenças significativas sob

os tratamentos (fogo e pastejo), seis meses após a queima, sugere-se que houve rápida recuperação de suas raízes aos distúrbios. Assim, considera-se que a gramínea apresenta tolerância ao fogo. MEDINA e SILVA (1990) consideraram que mudanças sazonais da biomassa radicular são difíceis de se interpretar, pois são o resultado da mortalidade e decomposição de raízes velhas, da translocação de nutrientes e compostos orgânicos e do desenvolvimento de novas raízes.

3- Características químicas do solo sob efeito dos tratamentos

Os resultados do Teste F das análises químicas do solo sob efeito da queima a curto prazo (pós), que seria a coleta logo após a passagem do fogo e a longo prazo (queima) com coleta um ano após a queima, e sob efeito da presença animal são apresentados na tabela 11.

Tabela 11. Resultados do Teste F sobre as características químicas do solo do caronal (*Elyonurus muticus*) sob efeito da queima e do animal, na fazenda Nhumirim.

	Pós (P)	Queima(Q)	Animal (A)	Data (D)	Bloco	
Sódio	0,0023**	0,540	0,182	0,0400*	0,074	
Potássio	0,0434*	0,378	0,077	0,0021**	0,0007**	
Fósforo	0,087	0,956	0,0384*	0,0063**	0,0001**	
pH	0,0208*	0,306	0,0349*	0,0158*	0,0108*	
Alumínio	0,531	0,376	0,229	0,138	0,0001**	
H+Al	0,363	0,335	0,972	0,497	0,136	
Cálcio	0,0176*	0,456	0,360	0,0047**	0,0001**	
Magnésio	0,496	0,864	0,354	0,328	0,0001**	
Nitrogênio total	0,257	0,550	0,230	0,0127*	0,0002**	
	Q*A	A*P	P*D	A*D	Q*D	C.V.%
Sódio	0,698	0,349	0,0398*	0,324	0,845	26,30
Potássio	0,212	0,654	0,0002**	0,859	0,682	20,62
Fósforo	0,279	0,887	0,105	0,0200*	0,524	16,40
pH	0,482	0,161	0,370	0,679	0,474	04,18
Alumínio	0,416	0,360	0,882	0,312	0,602	15,01
H+Al	0,657	0,363	0,686	0,157	0,922	11,12
Cálcio	0,970	0,971	0,235	0,099	0,659	25,47
Magnésio	0,277	0,343	0,488	0,284	0,648	29,62
Nitrogênio total	0,265	0,962	0,356	0,415	0,797	10,18

* =0,01<P<0,05; ** =0,001<P<0,01; sem símbolo =não significativo

Analisando-se a tabela 11, vê-se que houve efeito significativo ($P < 0,01$) imediatamente pós-queima para Na, K, Ca e pH, cujos teores médios no solo foram aumentados para K e Ca, o que conseqüentemente determinou aumento do pH (tabela 12). COUTINHO (1990) também verificou aumento na concentração desses elementos no solo pós-queima, além de Mg e P, o que não ocorreu no experimento. O Na teve sua concentração diminuída. Este efeito deu-se somente imediatamente pós-queima, pois seu efeito a longo prazo não foi significativo ($P > 0,01$). BILBAO (1995), avaliando o impacto das queimadas sobre savanas tropicais na Venezuela, verificou aumentos na concentração dos nutrientes do solo pós-queima mas temporários, pois com o início das chuvas os valores foram similares a áreas sem queima. Também foi observado aumento do pH no solo pós-queima, na camada 0-10 cm, em savanas gramíneo-lenhosas e savanas florestadas (AFOLAYAN, 1978).

Tabela 12. Valores da concentração dos minerais (mg/dm^3) e pH do solo arenoso do caronal (*Elyonurus muticus*) antes e imediatamente pós-queima, na fazenda Nhumirim.

	Sódio	Potássio	pH	Cálcio
Antes da queima	9,81A	40,26B	5,45B	40,04B
Pós-queima	7,63B	55,09A	5,66A	58,22A

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem significativamente entre si

Como não houve efeito significativo ($P > 0,01$) para a interação queima e data da queimada ($Q \cdot D$), entende-se que não houve alteração dos teores de nutrientes do solo do caronal (Na, K, P, Al, Ca, Mg e N-total) além do pH, em função do fogo um ano após a primeira queimada, ou seja, o efeito do fogo a longo prazo não se fez sentir sobre as concentrações dos nutrientes no solo do caronal. HAYES e SEASTEDT (1989), estudando a dinâmica do N na água do solo por cinco anos em pastagens nativas dos EUA, verificaram que as concentrações de N-total, até 20 cm de solo, não foram afetadas pelas queimadas anuais. E RAISON (1979)

considerou que a disponibilidade do N no solo é melhorada pós-queima, mas apenas temporariamente, desaparecendo o efeito em até uma semana (KELLMAN *et al.*, 1985).

A presença animal alterou os teores médios do fósforo no solo e o pH. Estes sob a presença animal apresentaram médias significativamente ($P < 0,01$) maiores (tabela 13). A presença animal geralmente promove esses resultados sobre o solo das pastagens, devido à estrumação. SINGH *et al.* (1991b), avaliando os efeitos da queima e do pastejo animal sobre a biomassa microbiana dos solos de savanas tropicais, obtiveram como resultados o aumento do fósforo inorgânico de 27 a 32% em áreas pastejadas e 35% em áreas que sofreram queima, o N-total também aumentou de 15 a 49% em áreas pastejadas e 54% em áreas queimadas. Os referidos autores consideraram que o pastejo reduz a cobertura vegetal e o material morto sobre o solo, determinando aumento na evaporação da água do solo, principalmente durante a época da seca, com redução da absorção do N pelas plantas e aumento de sua concentração no solo.

Tabela 13. Efeito da presença animal sobre o teor de P (mg/dm^3) e pH do solo do caronal (*Elyonurus muticus*), na fazenda Nhumirim.

	Fósforo	pH
Sem animal	11,21B	5,46B
Com animal	14,32A	5,58A

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem significativamente entre si

Utilizando-se do desdobramento da interação animal e data (ano) de coleta de solo na 1ª e 2ª queimadas (tabela 14), verifica-se que a interação foi significativa ($P < 0,05$) somente para o fósforo, sendo que na segunda coleta sob presença animal o teor de P foi maior que na primeira coleta ($16,43 \text{ mg}/\text{dm}^3$). Provavelmente isto foi devido ao acúmulo de fezes dos animais no local, de um ano para o outro. No desdobramento da pós-queima e data da queimada, o teor do Na foi maior somente antes da 1ª queimada

(11,68 mg/dm³). O teor do K foi maior logo após a 2^a queimada (69,58 mg/dm³).

Tabela 14. Desdobramento da interação animal (A) x data (ano) das queimadas (D) e da interação pós-queima (P) x data (D) para o teor de minerais (P, Na e K em mg/dm³) no experimento no caronal sob efeito do fogo e da presença animal, na fazenda Nhumirim.

Data das queimadas	26/08/97		10/08/98	
Interação A*D	Fósforo		Fósforo	
Sem animal	11,12		11,31	
Com animal	12,39		16,43	
Interação P*D	Sódio	Potássio	Sódio	Potássio
Antes da queima	11,68	41,65	7,82	38,78
Pós-queima	7,58	40,60	7,68	69,58

O ano da queimada no caronal também promoveu efeitos significativos ($P < 0,01$ e $P < 0,05$) nos minerais Na, K, Ca, P, N e no pH (tabela 15). Na coleta de agosto de 98 houve aumentos na concentração dos minerais K, P, Ca e N total. O Na teve menor teor no solo nesta coleta e o pH menor valor, significando que a acidez do solo era maior. Avaliando o desdobramento da interação pós-queima e data da coleta (tabela 14), entende-se que o maior teor na primeira coleta só ocorreu antes da queima. Com o K foi o contrário, houve aumento do seu teor na segunda coleta somente na pós-queima.

Tabela 15. Efeito do ano das queimadas sobre a concentração dos minerais (mg/dm³) e pH no solo do caronal (*Elyonurus muticus*), na fazenda Nhumirim.

Queimadas	Sódio	Potássio	Fósforo	pH	Cálcio	Nitrogênio
26/08/97	10,31A	41,30B	11,75B	5,63A	41,05B	420,55B
11/08/98	7,77B	49,49A	13,76A	5,40B	51,64A	460,60A

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem significativamente entre si

Este efeito do ano (data de coleta) reflete condições climáticas diferentes ocorridas em cada ano. O ano de 97 apresentou dados climáticos dentro da 'normal climática' da

região. Já o ano de 98 foi um ano mais chuvoso, elevando o nível do lençol freático, posto que a correlação média nos blocos foi -0,66, 56 dias após precipitação (tabela 8, capítulo 1). Com o aumento do nível do lençol freático há carreamento dos minerais freáticos à superfície do solo. CUNHA (1981) estabeleceu que tanto a água freática como o alagamento fornecem elementos minerais para o solo, sendo que a água freática contribui se estiver a baixa profundidade, pois a ascensão capilar nos solos arenosos é limitada, e em concentrações variadas em função da mobilidade do fluxo freático.

Quanto aos blocos, estes determinaram diferenças significativas ($P < 0,01$) nos minerais K, P, Al, N-total, Ca e Mg, além do pH (tabela 16). O bloco 3 apresentou maior teor de K e N, além de pH mais alto. Já o bloco 1 teve maiores concentrações de Ca, Mg e P. Os blocos 2 e 4 tiveram valores intermediários. Essa variação de alguns nutrientes minerais entre os blocos, provavelmente, está mais relacionada a características próprias de cada caronal, como proximidade do caronal a cerradões ou áreas mais abertas, menor ou maior concentração de animais (estrumeação), não em função da área mas da proporção de fitofisionomias no piquete, ou seja, área de campo limpo, sujo ou mata. Ou ainda, profundidade do lençol freático (minerais na água freática) e possibilidade de alagamentos.

Tabela 16. Valores médios do teor dos elementos K, P, Al, N-total, Ca e Mg e pH em cada bloco, no solo do caronal (*Elyonurus muticus*), na fazenda Nhumirim.

Médias dos blocos	1	2	3	4	Média total
K mg/dm ³	55,21	35,15	57,43	34,44	45,56
P mg/dm ³	35,18	5,48	5,23	4,41	12,58
pH em água	5,57	5,34	5,74	5,45	5,53
Al Cmolc/dm ³	0,20	0,29	0,15	0,30	0,24
Nitrogênio total mg/dm ³	398,15	438,68	504,35	424,79	441,49
Ca mg/l	70,17	31,70	56,31	27,58	46,44
Mg mg/l	21,41	11,58	14,16	10,95	14,53

Conclusões

- 1- O fogo e a presença animal não afetam o comprimento, a densidade e o peso da MS das raízes do capim-carona. Estes somente são alterados pela profundidade das raízes, a época do ano e a posição geográfica do caronal (o que tem maior teor de umidade no solo e baixa profundidade do lençol freático apresenta os maiores valores).
- 2- A pós-queima altera os teores de alguns minerais no caronal. O teor do Na é diminuído e do Ca, K e pH é aumentado, temporariamente.
- 3- A presença animal determina aumento do teor de P e do pH no caronal, atribuído à estrumação.
- 4- Diferentes anos apresentam diferentes concentrações de elementos minerais no solo do campo do capim-carona (*Elyonurus muticus*).

CAPÍTULO 4

FENOLOGIA DE DEZ ESPÉCIES DO CARONAL E TAMANHO DA POPULAÇÃO DO CAPIM-CARONA (*Elyonurus muticus* (Spreng.) O. Ktze.) SOB EFEITO DO FOGO E DA PRESENÇA ANIMAL

Introdução

Para o estudo da vegetação das pastagens nativas é necessário o conhecimento das espécies dominantes e secundárias, através de características vegetativas nos diferentes estádios de crescimento e desenvolvimento das plantas. Esta avaliação é feita pelo acompanhamento da fenologia das espécies, ou seja, o estudo dos fenômenos periódicos naturais da vida das plantas, como brotação, floração e frutificação, relacionados às características locais do clima (temperatura do ar, fotoperíodo, radiação solar, precipitação pluviométrica) e solo (temperatura do solo e água disponível). No Pantanal esse conhecimento é importante mediante as condições às quais as plantas estão sujeitas como seca, cheia, pastejo, pisoteio, deposição de estrume e técnicas de manejo, como roçada e queimada, muito freqüente.

Sob tais condições comuns nas savanas neotropicais com estresses e distúrbios periódicos e alternados, SARMIENTO e MONASTÉRIO (1983) consideraram que as plantas apresentam uma variação nos seus ciclos e formas de vida, permitindo que estas tenham sucesso na sobrevivência e performance através de estratégias específicas (fixas no genótipo através dos genes, mas com expressão fenotípica variada) para vencer os obstáculos bióticos e abióticos. Essas estratégias ou respostas das plantas vêm através da sua arquitetura morfológica e padrões de desenvolvimento.

A forma de vida das plantas, que é determinada pela posição das gemas vegetativas, adaptada à estação desfavorável, é um dos

atributos das espécies no estudo da dinâmica de uma população, além de outros como mecanismo de dispersão, tamanho e duração da viabilidade das sementes, taxa de crescimento, tamanho e longevidade da planta e tolerância aos estresses e distúrbios ambientais às diferentes fases do ciclo de vida (BOLDRINI, 1993). Basicamente, as classes de formas de vida, citadas na literatura e baseadas em Raunkiaer (1934), com adaptações de alguns autores para as condições tropicais são: fanerófitas, caméfitas, hemicriptófitas, geófitas e terófitas (POTT, 1974; SARMIENTO e MONASTÉRIO, 1983; MENAUT e CESAR, 1979; BOLDRINI, 1993). Com a determinação das formas de vida faz-se o espectro biológico, que é obtido pela porcentagem de cada forma de vida numa dada comunidade de vegetação e serve para comparações entre diferentes fitofisionomias ou savanas.

Nas savanas africanas sob queimadas, MENAUT e CESAR (1979) consideraram que as formas de vida e os ciclos fenológicos das plantas refletem os distúrbios ambientais (fogo e pastejo) e a biomassa e a produtividade primária são dependentes diretas do clima e do solo. As geófitas possuem proteção ideal contra o fogo, as hemicriptófitas foram as principais produtoras primárias com rápida rebrota após-queima. Tanto as caméfitas como as fanerófitas foram perturbadas pelo fogo quando encontravam-se nos estágios iniciais do seu desenvolvimento. No geral, as hemicriptófitas (muitas gramíneas como *Elyonurus muticus*) e as geófitas constituem a maioria das plantas das savanas (SARMIENTO e MONASTÉRIO, 1983), apesar de que muitas espécies tornam-se fanerófitas ou hemicriptófitas ou outras formas de vida durante sua fase de desenvolvimento, conforme as condições ambientais de seca ou queimadas.

O conhecimento da fenologia das espécies, com conhecimento dos seus ciclos de vida, torna possível manejar mais apropriadamente áreas de pastagens nativas ou reservas ecológicas. SARMIENTO e MONASTÉRIO (1983) e SARMIENTO (1983b e 1984)

reconheceram quatro grupos fenológicos baseados no seu período de floração e crescimento máximo. Espécies precoces, que começam a florescer na transição entre estação seca e das águas, ou seja, no início das chuvas sob baixos potenciais matriciais da água do solo, ou antes das chuvas após o fogo, florescendo até dois meses depois. Espécies extemporâneas, que crescem com potenciais de água no solo mais elevados e florescem nos dois primeiros meses após o início das chuvas. Espécies intermediárias, crescem e florescem totalmente dentro do período chuvoso (no meio da estação), sob boas condições hídricas no solo. E espécies tardias, que florescem nos dois últimos meses da estação ou no final das águas e princípio da estação seca.

KLINK (1992), objetivando comparar características ecofisiológicas e demográficas de gramíneas das savanas neotropicais com seus comportamentos fenológicos, observou que as espécies precoces e tardias geralmente possuem via fotossintética C4, mas são diferentes entre si, quanto à eficiência fotossintética e quanto à dinâmica da população (produção, dispersão e germinação das sementes).

Populações de plantas que em sua história evolutiva sofreram pressão seletiva, através de perturbações como fogo e pastejo animal e condições de estresses como seca ou cheias, apresentam conforme COOK (1983) e HAUKIOJA (1991) a forma de crescimento caracterizada por crescimento clonal e propagação vegetativa para proporcionar melhor ocupação do espaço horizontal e habilidade na recuperação após algum dano; para obter melhor tolerância à perda de folhagens por herbivoria; para a sobrevivência à perda total da parte aérea por fogo e ainda para garantir um grau de plasticidade fenotípica. Assim, as plantas, no caso as gramíneas, são organismos que constituem-se de módulos ou fitômeros (unidades multicelulares repetidas como as folhas) que juntos formam o perfilho ou ramete (unidade funcional da gramínea) e vários perfilhos formam uma planta (indivíduo ou gênete) (LANGER, 1979;

OLSON e RICHARDS, 1988). A modularidade permite uma flexibilidade cuja integração com a planta (através de hormônios) caracteriza a forma de crescimento e morfologia do vegetal, que determinará as respostas das plantas ao fogo e ao pastejo animal e à dinâmica da população (OLSON e RICHARDS, 1988; HAUKIOJA, 1991).

O número de indivíduos da população vegetal e as partes ou módulos do indivíduo apresentam dinâmicas diferentes na população com crescimento e propriedades demográficas próprios. As gramíneas cespitosas, estoloníferas e rizomatosas apresentam formas de crescimento e morfologia distintas, determinando números diferentes de perfilhos. O perfilhamento das gramíneas tropicais sem interferência de distúrbios e estresses varia durante o ano conforme a espécie e fatores ambientais como luz, temperatura do ar e do solo e umidade do solo. Geralmente o maior perfilhamento precede a fase de alongamento dos perfilhos (floração) e de acúmulo de matéria seca (LANGER, 1979). PEDREIRA (1975), avaliando o efeito da estacionalidade sobre o perfilhamento do *Panicum maximum*, verificou baixa intensidade de perfilhamento em meados do verão, atribuída pelo autor a intenso crescimento vegetativo e no final do outono, à frutificação.

Muitos trabalhos avaliaram o perfilhamento de gramíneas sob efeito de corte, pastejo e fogo (GAMMON e ROBERTS, 1978a,b,c,d; JONES *et al.*, 1982; CARMAN e BRISKE, 1985; CANALES e SILVA, 1987; BUTLER e BRISKE, 1988; OLSON e RICHARDS, 1988; YEATON *et al.*, 1988; SILVA e CASTRO, 1989; SILVA *et al.*, 1990; SILVA *et al.*, 1991; LANGE e BOUCHER, 1993; KLINK, 1994; PELÁEZ *et al.*, 1995), todos com alteração do número, ou altura, ou densidade de perfilhos, devido aos distúrbios. Normalmente, o fogo exerce pressão seletiva sobre gramíneas rizomatosas e cespitosas, e o pastejo sobre gramíneas prostradas e anuais.

A partir do conhecimento do comportamento fenológico e populacional de cada espécie nativa que compõe a comunidade

vegetal é que se terá base para melhoramento e manejo de pastagens. Assim, os objetivos do trabalho foram avaliar a fenologia de dez espécies de plantas com maior frequência, que compõem o caronal e o tamanho da população do capim-carona (*E. muticus*) como parte do conhecimento da dinâmica desta gramínea, sob efeito do fogo e da presença animal. Como o capim-carona é uma espécie abundante no Pantanal da Nhecolândia e indesejável pelos pecuaristas por não ser consumido pelos bovinos, torna-se interessante saber se o fogo ou ação animal alteram sua população.

Material e Métodos

1) Fenologia das espécies

Fez-se a anotação das fenofases de dez espécies nativas do campo de carona mediante método adotado por G. SARMIENTO e M. PEREIRA (comunicação pessoal), que constou da delimitação de uma área de 60 m² dentro de cada uma das parcelas do experimento (delineamento nos capítulos 1 e 2) com 4 blocos casualizados e 4 tratamentos (sem fogo sem gado; sem fogo com gado; com fogo sem gado e com fogo com gado).

A área destinada à avaliação fenológica (6 x 10 m) foi estaqueada nos dois lados da área, de maneira que, a cada leitura fenológica (realizada a cada 14 dias) fosse possível esticar uma trena de ponta a ponta (10 m de distância de cada ponta) e fazer a anotação do estado fenológico das espécies que apareciam sob a trena a intervalo de 1 m. O procedimento foi o mesmo a cada leitura, sendo basicamente as mesmas plantas anotadas. Tomaram-se 4 linhas de 10 m, com média de 40 a 45 plantas acompanhadas por parcela, numa média de 660 plantas por leitura. A área delimitada não sofreu cortes e o período experimental foi de setembro de 97 a março de 99.

As espécies acompanhadas fenologicamente mais freqüentes e de importância forrageira foram: *Elyonurus muticus*, *Mesosetum chaseae*, *Axonopus purpusii*, *Andropogon selloanus*, *Trachypogon spicatus*, *Richardia grandiflora*, *Desmodium barbatum*, *Sporobolus jacquemontii*, *Setaria geniculata* e *Eragrostis bahiensis*.

Os parâmetros avaliados nas espécies foram os aspectos das plantas no seu estágio vegetativo, considerando-se a proporção de folhas novas a senescentes. Essas observações de campo, por serem subjetivas, apresentaram um largo espectro de interpretação, assim considerou-se V as plantas com mais de 85% de sua parte aérea verde; MV as plantas entre 25% a 85% da parte aérea médio verde; QS para plantas com mais de 75% da parte aérea seca e S plantas com 90% da parte aérea seca. Quanto às plantas em estágio reprodutivo, anotaram-se as fenofases floração (Fl), floração e frutificação (Fl/Fr) e frutificação (Fr).

2) Tamanho da população do capim-carona (*Elyonurus muticus*)

Dentro da área marcada para fenologia, fez-se a contagem do número de touceiras de capim-carona por 60 m² com e sem inflorescências. Essa contagem foi feita a intervalos de 4 a 6 meses, conforme a realização da queimada.

Tomaram-se 5 touceiras de *Elyonurus muticus* aleatoriamente, dentro de cada parcela, as quais foram marcadas e numeradas individualmente. Estas tiveram seus diâmetros e alturas anotados, além da contagem do número de perfilho com e sem inflorescências. Esta avaliação teve início antes da primeira queimada e prolongou-se até o final do experimento, com medições e contagens a cada dois meses.

Fez-se análise estatística pelo SAS utilizando-se o GLM, para avaliação do tamanho da população do capim-carona (*Elyonurus muticus*).

Resultados e Discussão

1) Fenologia das espécies

Os resultados da avaliação fenológica das espécies estão representados nas figuras que se seguem. Houve apenas representação gráfica e não houve análise estatística, pois tratavam-se de dados qualitativos.

Nas figuras 1, 2, 3 e 4 têm-se os resultados da fenologia do estágio vegetativo do capim-carona (*Elyonurus muticus*) quando submetido aos tratamentos (queima e presença animal). Pelas figuras 3 e 4 observa-se que o fogo afetou a gramínea de forma a proporcionar quase 100% das plantas no estado verde em pelo menos dois meses após cada uma das queimadas nos tratamentos com e sem animal, mas sem animal a tendência foi diminuir essa porcentagem de V em 10% na contagem final do período experimental. Nos tratamentos sem queima, pode-se considerar que na média mais de 97% das touceiras encontravam-se em MV e somente em 25/03/98 após chuvas em fevereiro de 98 (283,1 mm) houve um pequeno aumento de V (figuras 1 e 2) e em 21/10/98 na presença animal com início das chuvas (capítulo 1, tabela 1).

Quanto ao estágio reprodutivo (figuras 5, 6, 7 e 8), observa-se que sob condições naturais (sem fogo e sem pastejo, apenas sob efeito da seca e/ou alagamento, figura 5), o capim-carona teve baixa porcentagem de floração e frutificação no primeiro e segundo ano (menos que 15%), mas a floração/frutificação foi maior no primeiro ano (novembro/97 a março de 98) em relação ao segundo ano (janeiro a março de 99) (figura 5). Sob ação do pastejo animal (figura 6), há um ligeiro aumento da porcentagem de floração e frutificação estendendo-se até nos meses mais secos (maio e junho de 98) e em 21/10/98 com o crescimento das plantas e aumento da

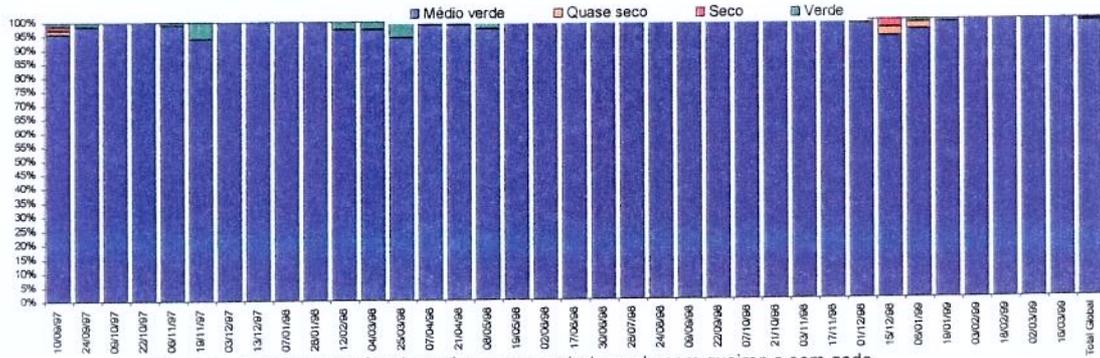


Figura 1 - Estádio vegetativo do capim carona no tratamento sem queima e sem gado.

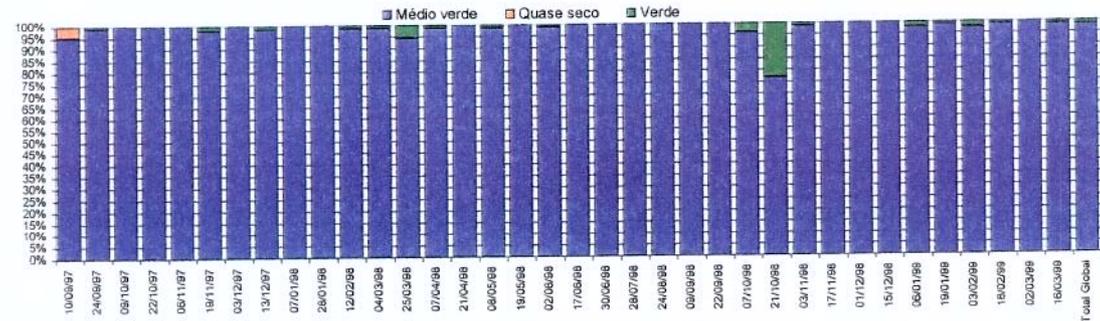


Figura 2 - Estádio vegetativo do capim carona no tratamento sem queima e com gado.

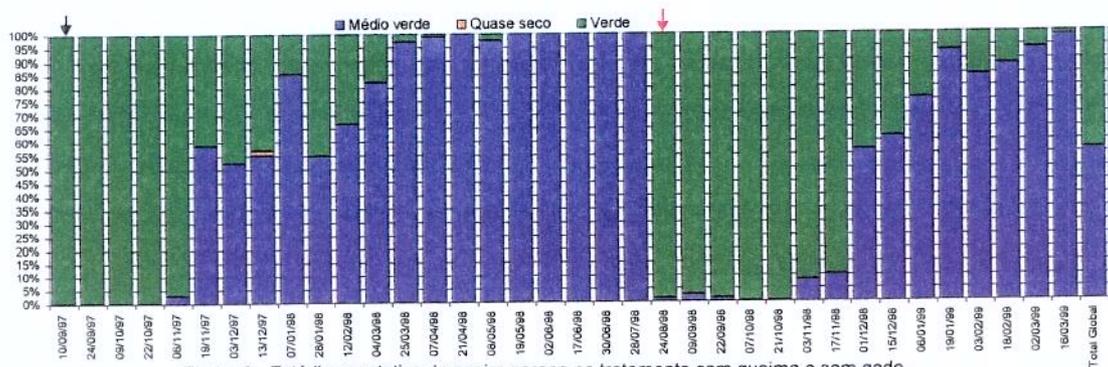


Figura 3 - Estádio vegetativo do capim carona no tratamento com queima e sem gado.

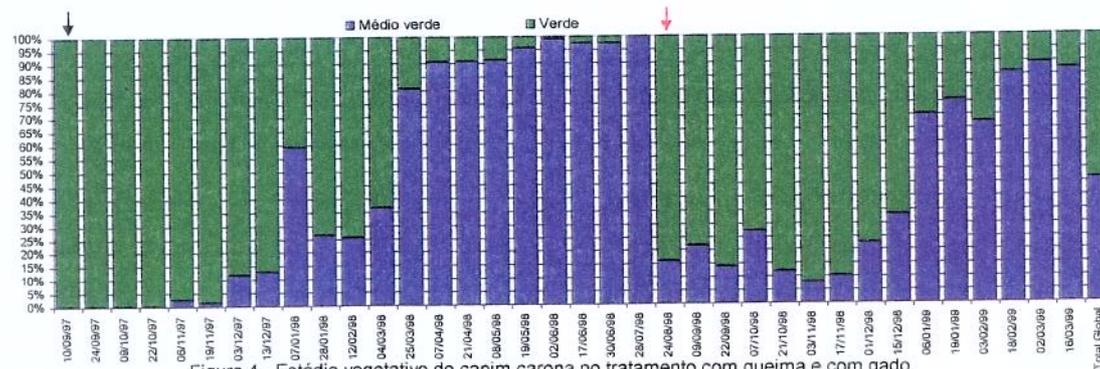


Figura 4 - Estádio vegetativo do capim carona no tratamento com queima e com gado.

Obs.: 14 dias após a primeira queimada realizada em 26/08/97.
 14 dias após a segunda queimada realizada em 11/08/98.

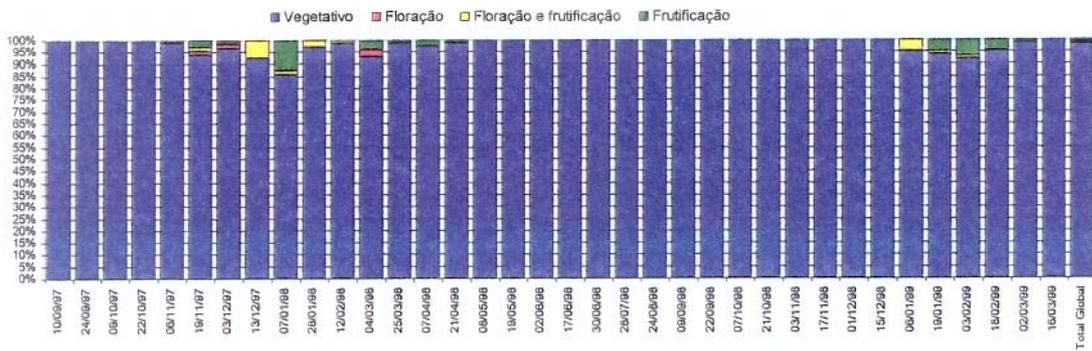


Figura 5 - Estádio reprodutivo do capim carona no tratamento sem queima e sem gado.

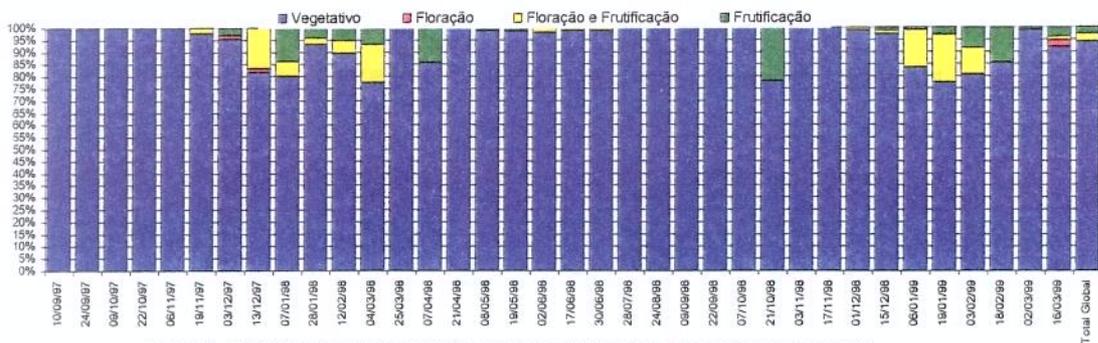


Figura 6 - Estádio reprodutivo do capim carona no tratamento sem queima e com gado.

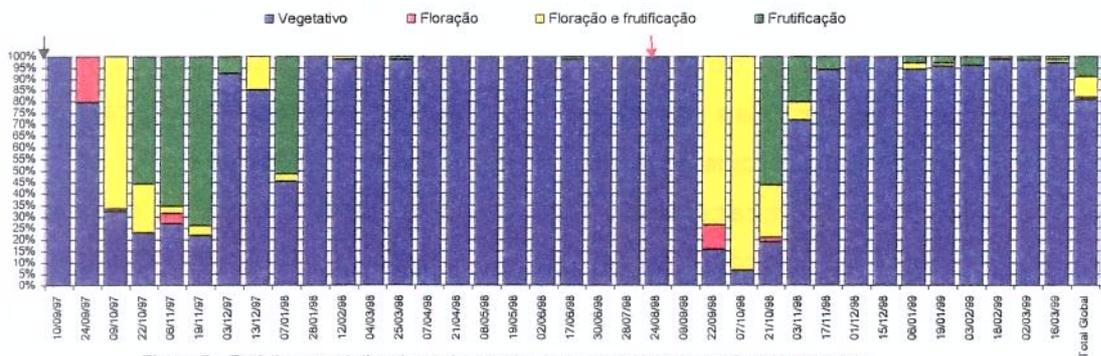


Figura 7 - Estádio reprodutivo do capim carona no tratamento com queima e sem gado.

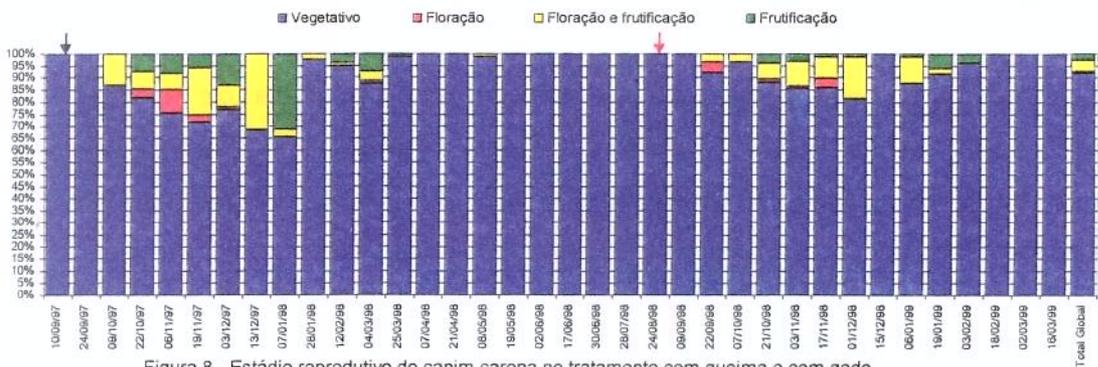


Figura 8 - Estádio reprodutivo do capim carona no tratamento com queima e com gado.

Obs.: 14 dias após a primeira queimada realizada em 26/08/97.
 14 dias após a segunda queimada realizada em 11/08/98.

porcentagem de plantas em estado verde (figura 2), houve perto de 20% de plantas com floração/frutificação.

O capim-carona floresceu e frutificou em mais de 80% das suas plantas, 28 dias após a primeira queimada (26/08/97) e 29 dias após a segunda queimada (11/08/98) no tratamento com fogo sem animal (figura 7). Com fogo e com animal (figura 8) a proporção de plantas com floração e frutificação foi menor, com máximo de 35% das plantas na primeira queimada e 20% na segunda. Os animais, por consumirem a gramínea nos primeiros dias pós-queima e por efeito do pisoteio, talvez tenham estimulado o desvio das reservas de carboidratos não estruturais das plantas, que seriam gastos na emissão das inflorescências, para recuperação da perda da parte aérea através da rebrota, ou ainda, podem ter consumido as primeiras ráquis das touceiras, diminuindo o seu número.

A avaliação fenológica do capim *Mesosetum chaseae* do estágio vegetativo está nas figuras 9, 10, 11 e 12. Verificou-se que sob a ação do pastejo animal e do fogo a gramínea permaneceu maior tempo e com proporção maior das plantas no estado verde (figura 12), comparado ao tratamento com queima e sem animal (figura 11) e aos outros tratamentos. No tratamento sem fogo e sem animal a gramínea apresentou a maior proporção relativa de plantas QS e S (figura 9) e no sem queima e com animal (figura 10), houve maior quantidade de plantas em estágio V e por mais tempo durante o ano em relação ao sem queima e sem animal. Quanto ao estágio reprodutivo (figuras 13, 14, 15 e 16), nos quatro tratamentos o início da floração e frutificação foi em janeiro de 98 e 99, com maior número de plantas neste estágio no tratamento sem animal. Esta gramínea não sofreu efeito do fogo na indução de sua floração, como ocorre com o capim-carona.

O *Axonopus purpusii* (figuras 17, 18, 19 e 20), apresentou alta porcentagem de plantas em estado quase seco e seco no tratamento sem fogo e sem gado (figura 17), devido ao fato do

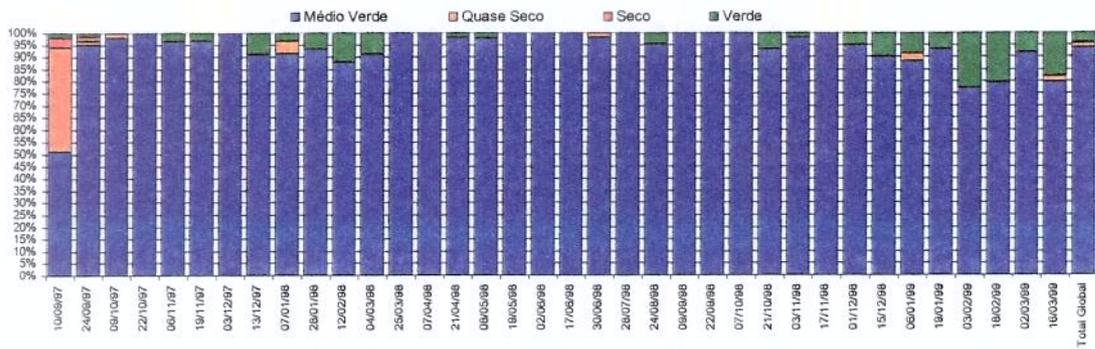


Figura 9 - Estádio vegetativo do *Mesosetum chaseae* no tratamento sem queima e sem gado.

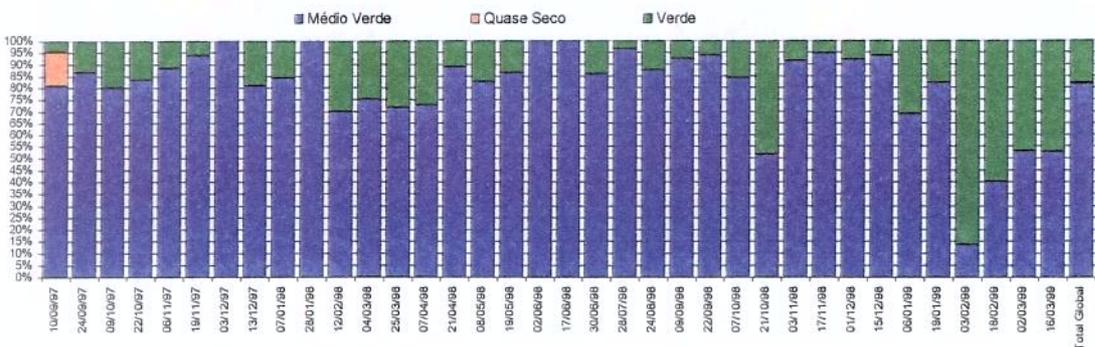
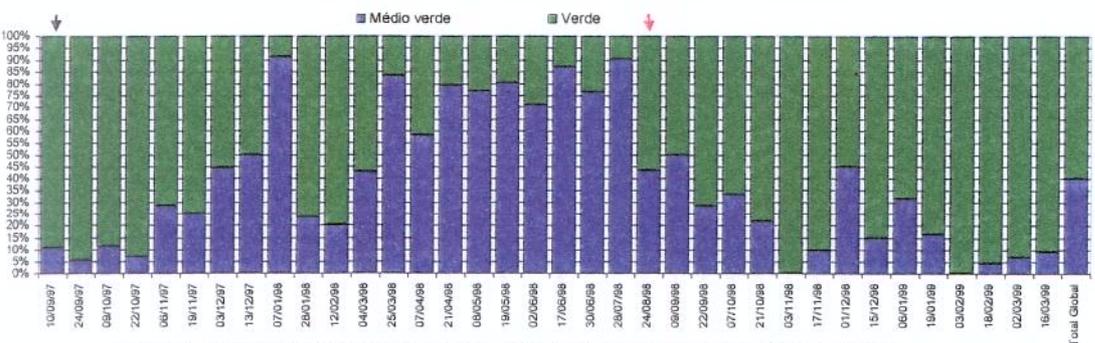


Figura 10 - Estádio vegetativo do *Mesosetum chaseae* no tratamento sem queima e com gado.



Figura 11 - Estádio vegetativo do *Mesosetum chaseae* no tratamento com queima e sem gado.



Obs.: 14 dias após a primeira queimada realizada em 26/08/97.
 14 dias após a segunda queimada realizada em 11/08/98.

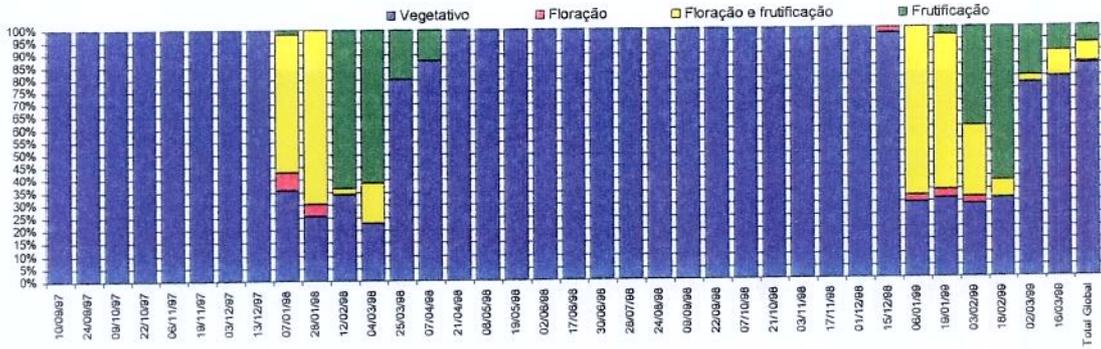


Figura 13 - Estádio reprodutivo do *Mesosetum chaseae* no tratamento sem queima e sem gado.

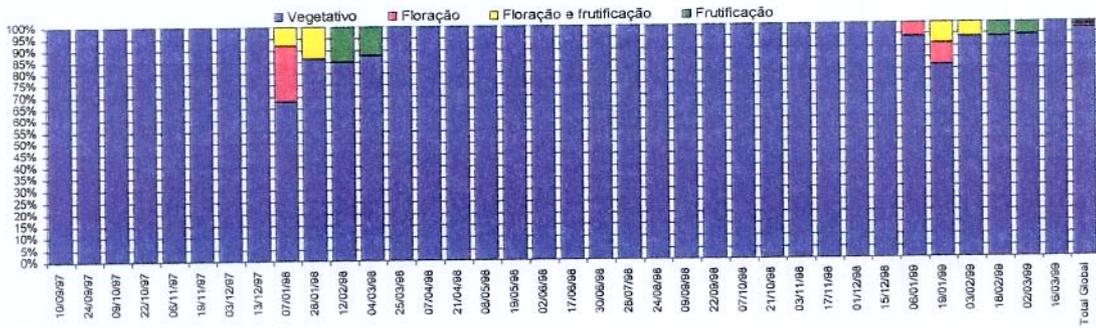


Figura 14 - Estádio reprodutivo do *Mesosetum chaseae* no tratamento sem queima e com gado.

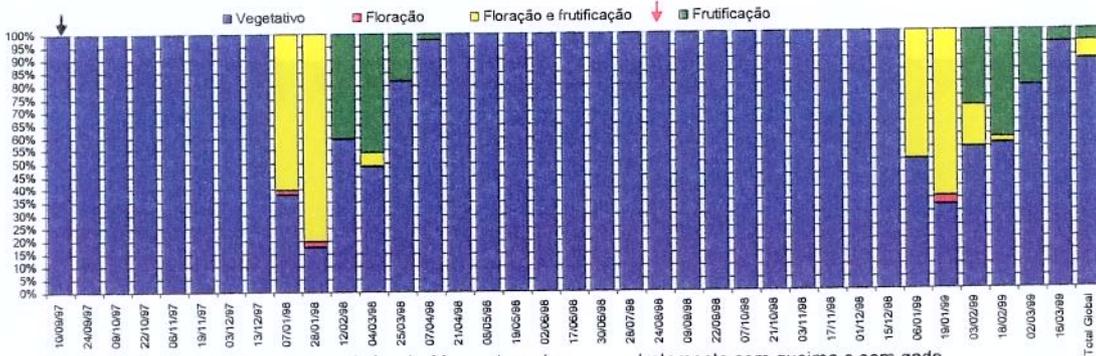


Figura 15 - Estádio reprodutivo do *Mesosetum chaseae* no tratamento com queima e sem gado.

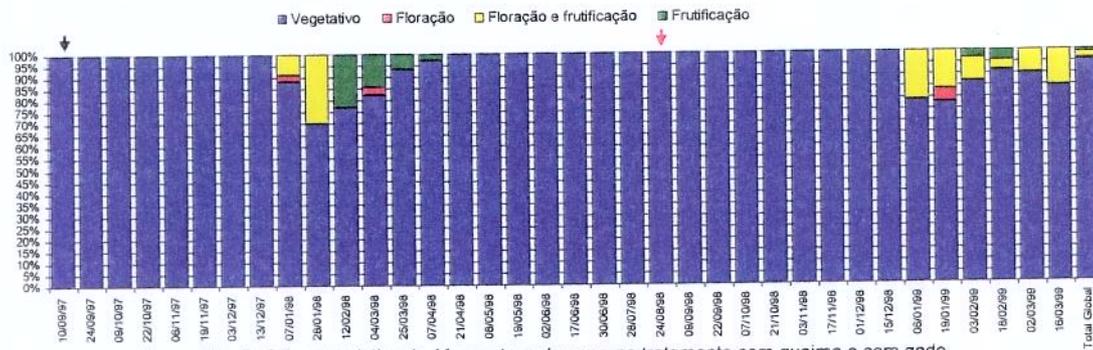


Figura 16 - Estádio reprodutivo do *Mesosetum chaseae* no tratamento com queima e com gado.

Obs.: 14 dias após a primeira queimada realizada em 26/08/97.
 14 dias após a segunda queimada realizada em 11/08/98.

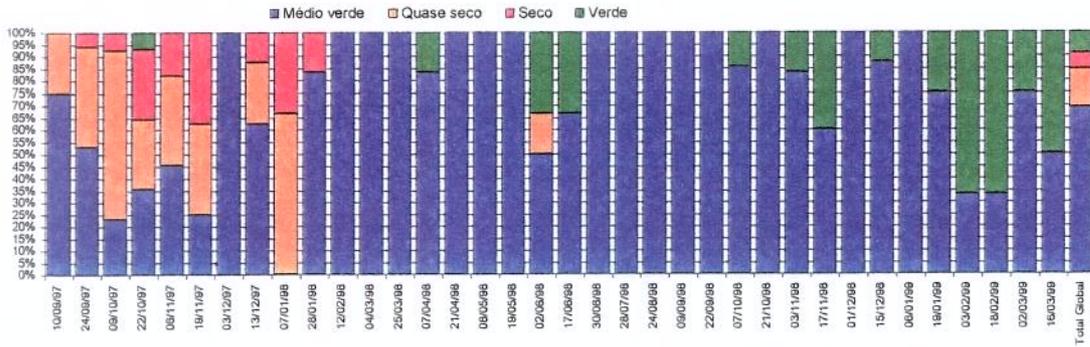


Figura 17 - Estádio vegetativo do *Axonopus purpusii* no tratamento sem queima e sem gado.

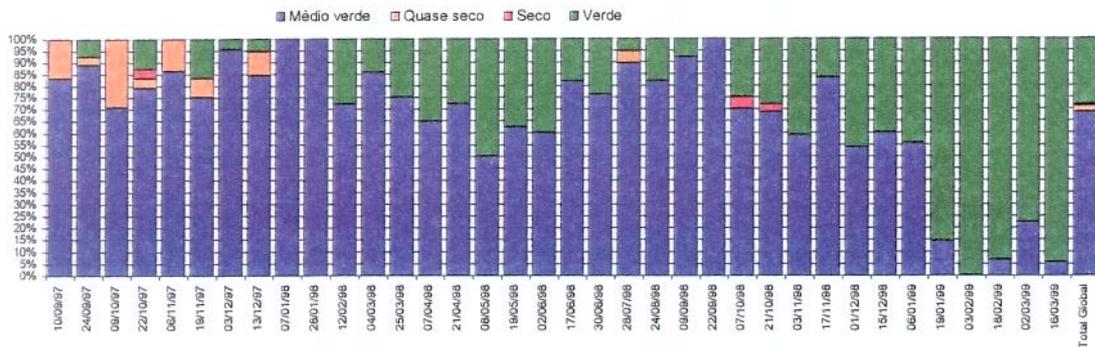


Figura 18 - Estádio vegetativo do *Axonopus purpusii* no tratamento sem queima e com gado.

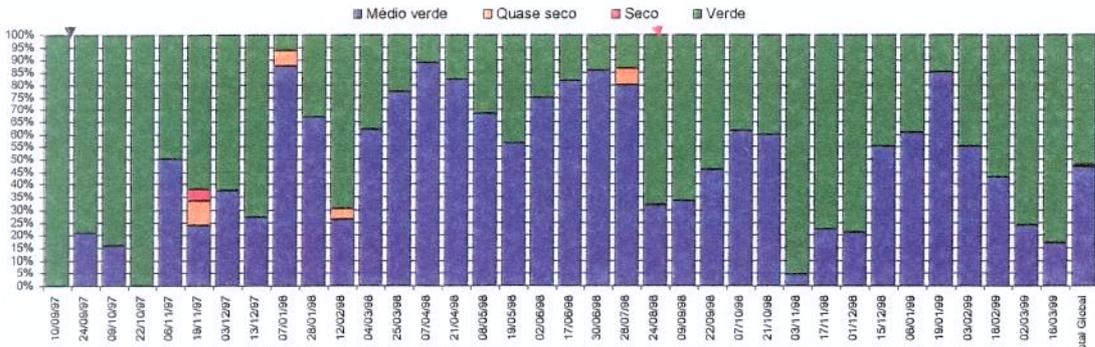


Figura 19 - Estádio vegetativo do *Axonopus purpusii* no tratamento com queima e sem gado.

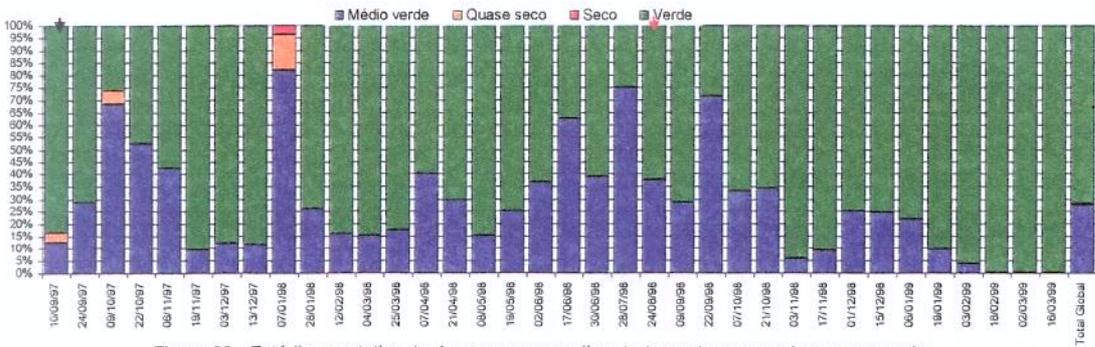


Figura 20 - Estádio vegetativo do *Axonopus purpusii* no tratamento com queima e com gado.

Obs.: → 14 dias após a primeira queimada realizada em 26/08/97.
 → 14 dias após a segunda queimada realizada em 11/08/98.

capim-carona aumentar sua fitomassa e acumular material morto, abafando o mimoso (*A. purpusii*), além da maior seca nos meses do ano de 97. Com fogo e com animal (figura 20) houve maior proporção desta espécie em estado verde por diminuição da competição por luz, água e nutrientes com as outras espécies, principalmente o carona. A presença animal (figuras 18 e 20) determinou consumo da espécie e conseqüente rebrota com maior proporção de plantas V em relação aos tratamentos sem animal (figuras 17 e 19). O estágio reprodutivo teve início na espécie em dezembro de cada ano (97 e 98) nos tratamentos sem fogo com e sem animal (figuras 21 e 22). Com fogo a floração/frutificação foi antecipada quase um mês, com início em novembro de cada ano e com maior número de plantas no estágio reprodutivo neste tratamento (figuras 23 e 24). A gramínea mostrou um comportamento de espécie precoce com certa floração e frutificação ($\pm 17\%$) nos meses secos principalmente no tratamento sem fogo e sem gado, ou seja, em condições naturais sem distúrbios.

O estágio vegetativo do *Andropogon selloanus* sob os tratamentos está representado nas figuras 25, 26, 27 e 28, onde é observado que, em condições sem fogo e sem animal (figura 25), a espécie apresentou perto de 35% das plantas em estado verde em curto espaço de tempo de cada ano do período experimental. Com a presença animal há uma certa distribuição do estado verde das plantas no tempo, devido à promoção da rebrota (figura 26). Com fogo há maior proporção de plantas verdes (figuras 27 e 28). O início da floração da maioria das plantas desta espécie (mais que 50%) é praticamente em dezembro de cada ano nos tratamentos sem fogo, com e sem animal (figuras 29 e 30). Com fogo, com e sem animal, a floração inicia-se em outubro de cada ano, estendendo-se até abril a maio, com quase 100% das plantas em estágio reprodutivo (figuras 31 e 32). Houve maior proporção de plantas em floração e frutificação no tratamento com fogo com gado (figura 32).

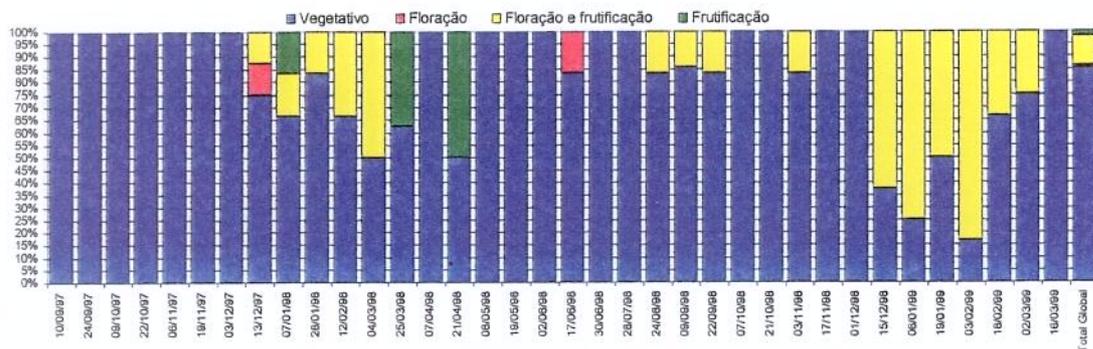


Figura 21 - Estádio reprodutivo do *Axonopus purpusii* no tratamento sem queima e sem gado.

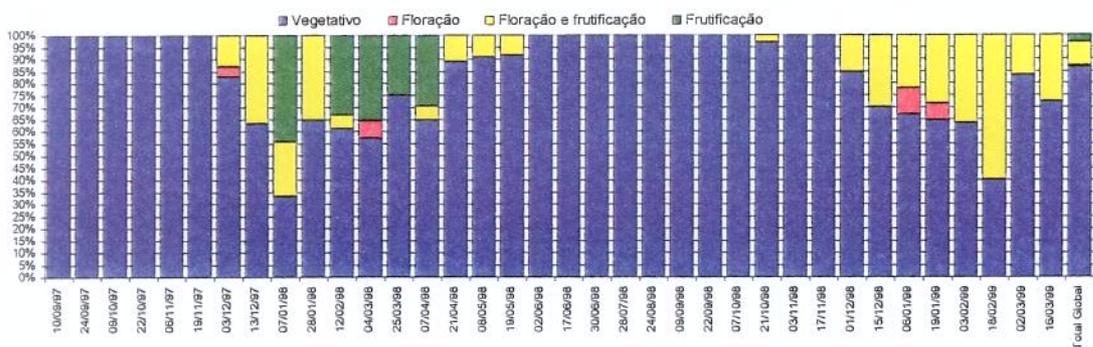


Figura 22 - Estádio reprodutivo do *Axonopus purpusii* no tratamento sem queima e com gado.

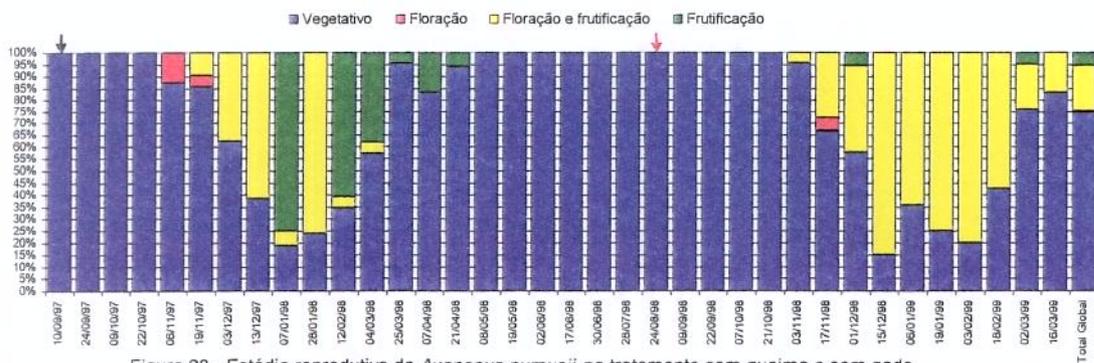


Figura 23 - Estádio reprodutivo do *Axonopus purpusii* no tratamento com queima e sem gado.

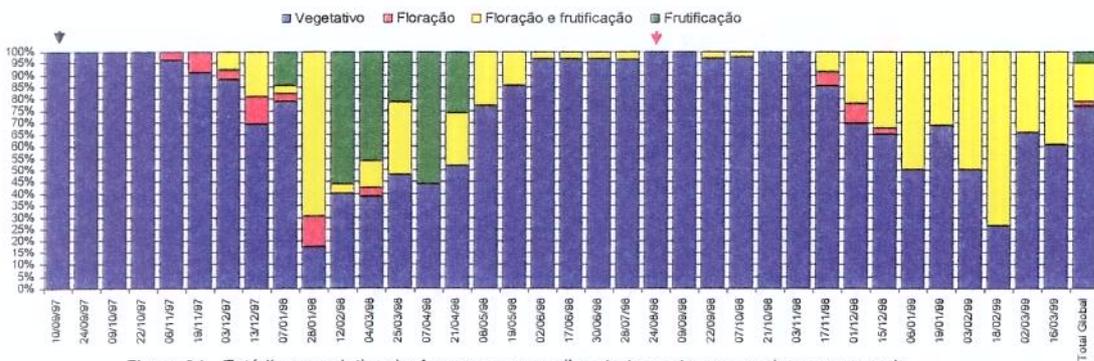


Figura 24 - Estádio reprodutivo do *Axonopus purpusii* no tratamento com queima e com gado.

Obs.:
 → 14 dias após a primeira queimada realizada em 26/08/97.
 → 14 dias após a segunda queimada realizada em 11/08/98.

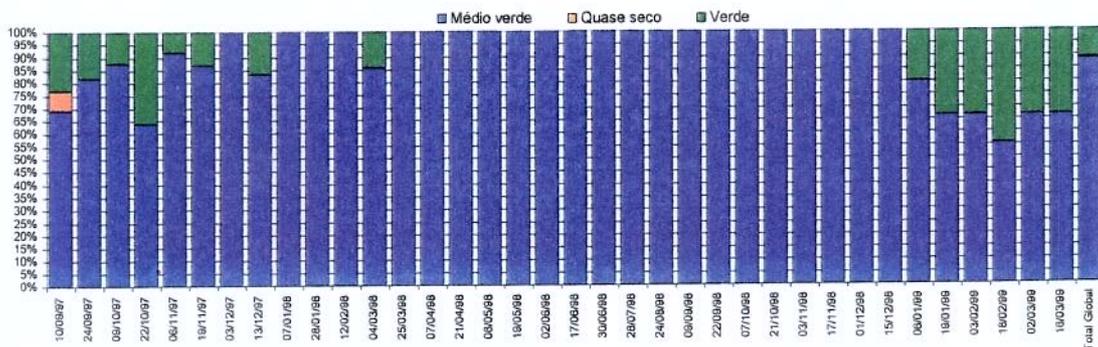


Figura 25 - Estádio vegetativo do *Andropogon selloanus* no tratamento sem queima e sem gado.

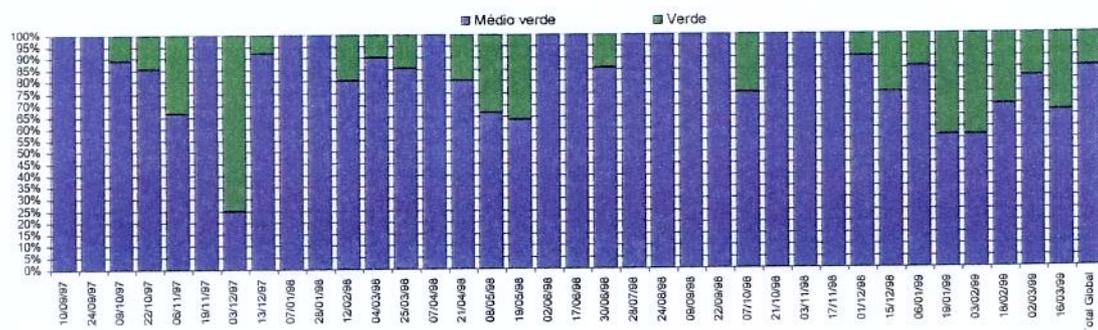


Figura 26 - Estádio vegetativo do *Andropogon selloanus* no tratamento sem queima e com gado.

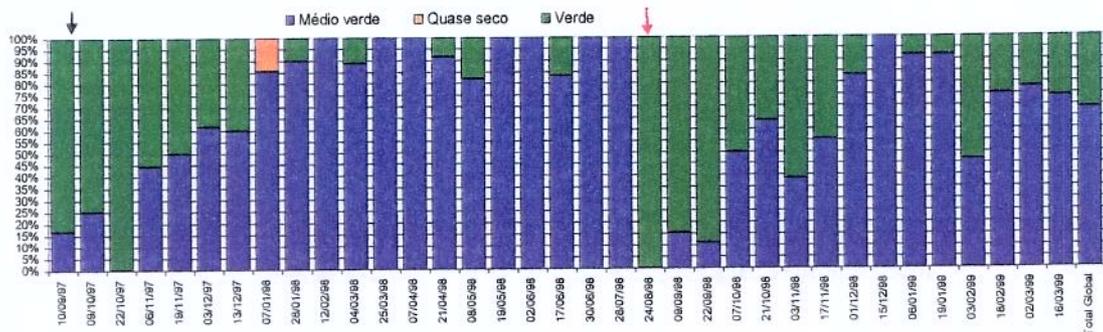


Figura 27 - Estádio vegetativo do *Andropogon selloanus* no tratamento com queima e sem gado.

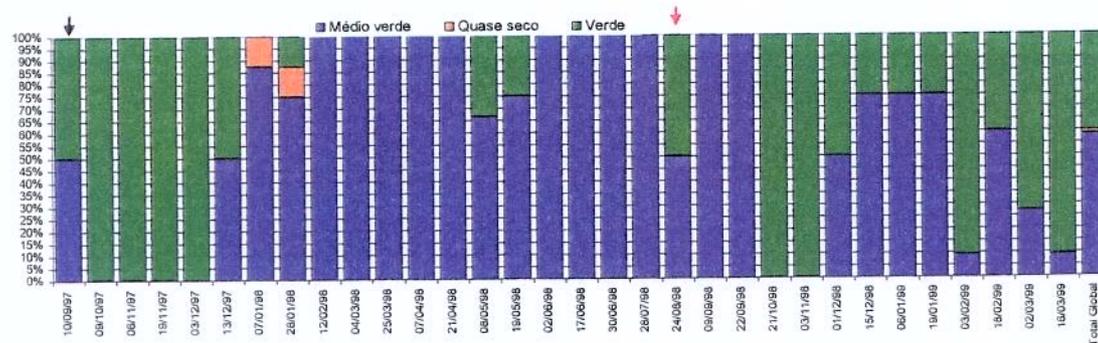
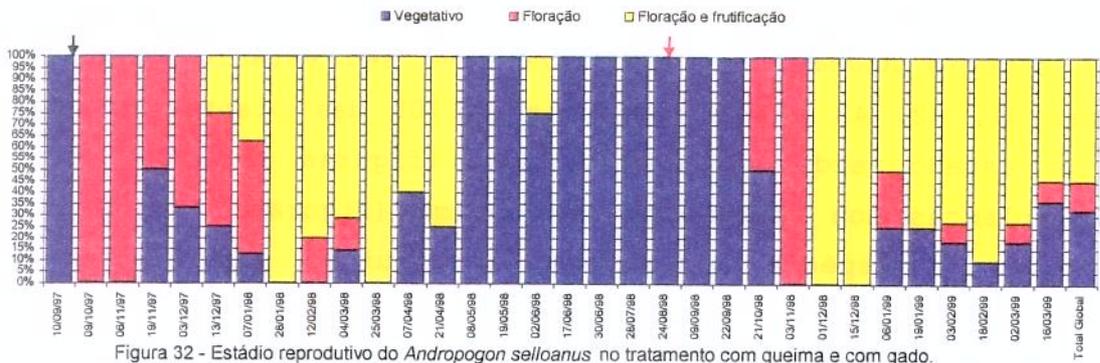
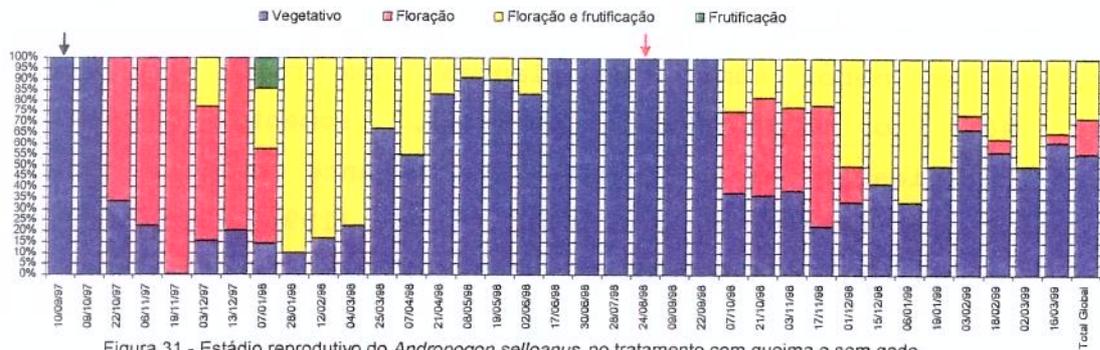
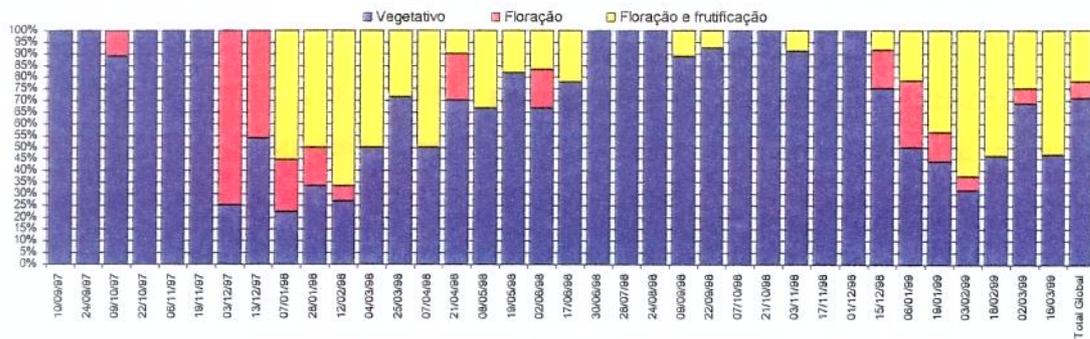
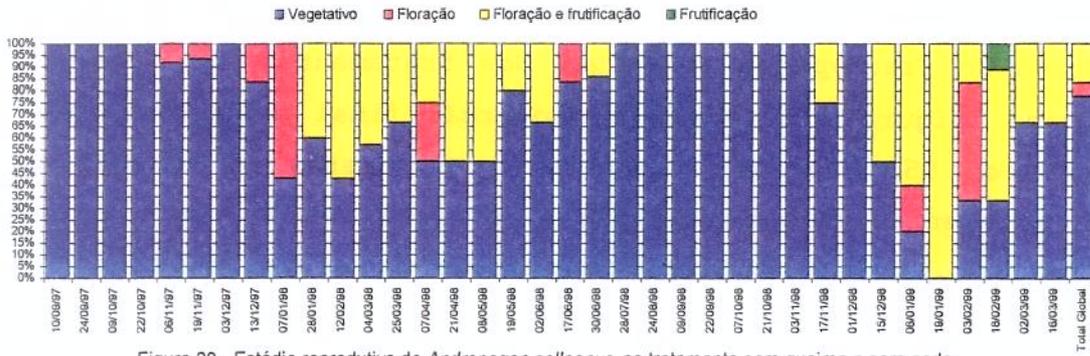


Figura 28 - Estádio vegetativo do *Andropogon selloanus* no tratamento com queima e com gado.

Obs.: 14 dias após a primeira queimada realizada em 26/09/97.
 14 dias após a segunda queimada realizada em 11/08/98.



Obs.: 14 dias após a primeira queimada realizada em 26/08/97.
 14 dias após a segunda queimada realizada em 11/08/98.

Nas figuras 33, 34, 35 e 36 é apresentado o estágio vegetativo do *Trachypogon spicatus*. Nos tratamentos sem fogo, com e sem gado (figuras 33 e 34), a proporção final de plantas médio verde foi de 95%. Sem fogo, sem gado, nos meses da estação das chuvas, apresentou mais de 15% das plantas em estado verde (figura 33). Com fogo, o número final de plantas no estado verde foi de 30% no tratamento sem animal (figura 35) e mais de 50% com animal (figura 36), mas com distribuição de plantas neste estado no tempo do período experimental.

O estágio reprodutivo (figuras 37, 38, 39 e 40) de *Trachypogon spicatus* no tratamento sem fogo, sem gado (figura 37), iniciou-se em dezembro e janeiro de 98 e janeiro de 99, sendo que as cariopses permaneceram na planta por mais de nove meses. Com a presença animal (figura 38) a permanência das cariopses na planta foi curta e a floração/frutificação em menor número de plantas. Sob ação do fogo, sem animal (figura 39), a espécie também iniciou sua floração na mesma época que no tratamento sem fogo, sem animal, mas em menor número de plantas. Com fogo, com animal (figura 40), o *Trachypogon spicatus*, somente apresentou floração/frutificação em uma única vez durante todo o período experimental, em dezembro de 98. MAURO et al. (1998), consideraram que sob ação do fogo o *Trachypogon spicatus* não floresce, mas não foi o ocorrido, sendo que a espécie sofreu mais o efeito da interação gado e fogo do que a ação isolada do fogo ou do gado.

A espécie *Richardia grandiflora* teve seu estágio vegetativo (figuras 41, 42, 43 e 44), com mais de 70% das plantas na média final em estado verde sob ação do fogo (figuras 43 e 44) contra 40% das plantas sob tratamento sem queima (figuras 41 e 42). De modo geral, a espécie apresentou distribuição das plantas em estado verde durante os anos em todos tratamentos. Somente houve redução da proporção das plantas neste estado, nos meses da seca, como observado no tratamento sem fogo, sem gado (figura 41). A espécie tem o início do estágio reprodutivo praticamente em

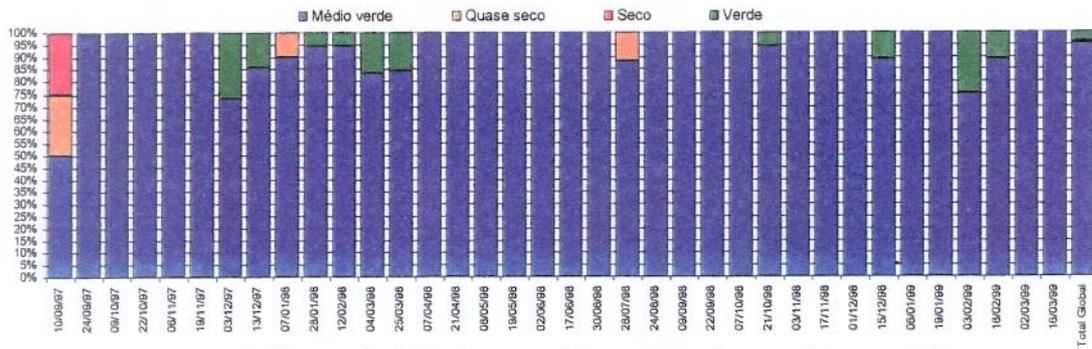


Figura 33 - Estádio vegetativo do *Trachypogon spicatus* no tratamento sem queima e sem gado.

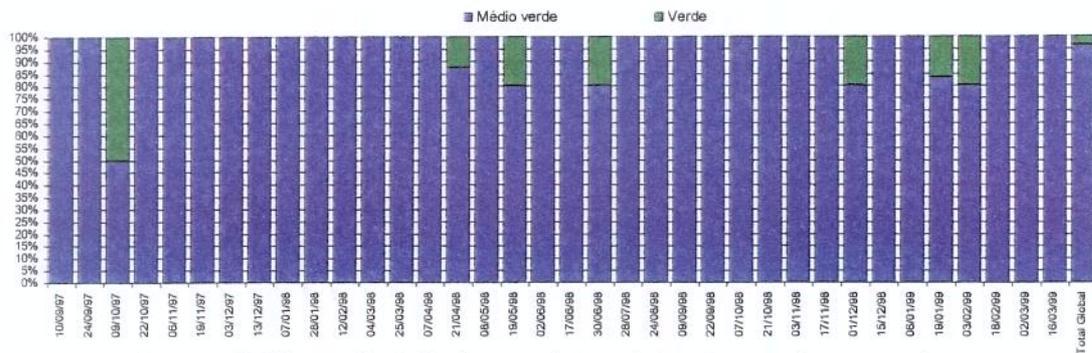


Figura 34 - Estádio vegetativo do *Trachypogon spicatus* no tratamento sem queima e com gado.

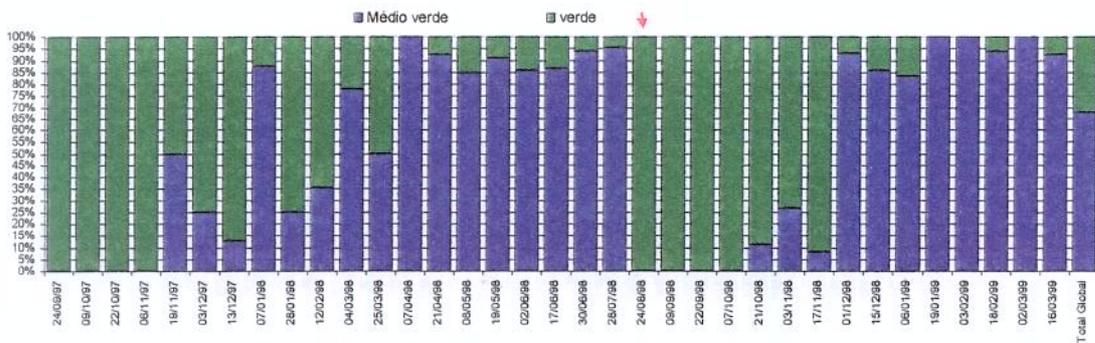
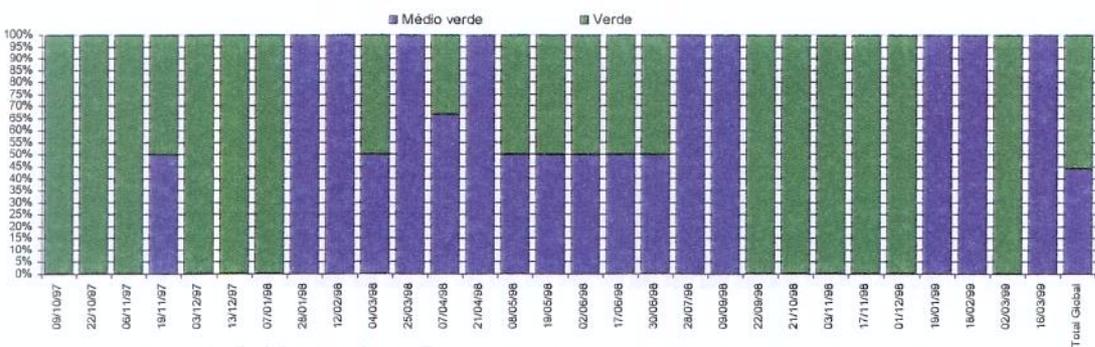


Figura 35 - Estádio vegetativo do *Trachypogon spicatus* no tratamento com queima e sem gado.



Obs.: → 14 dias após a segunda queimada realizada em 11/08/88.

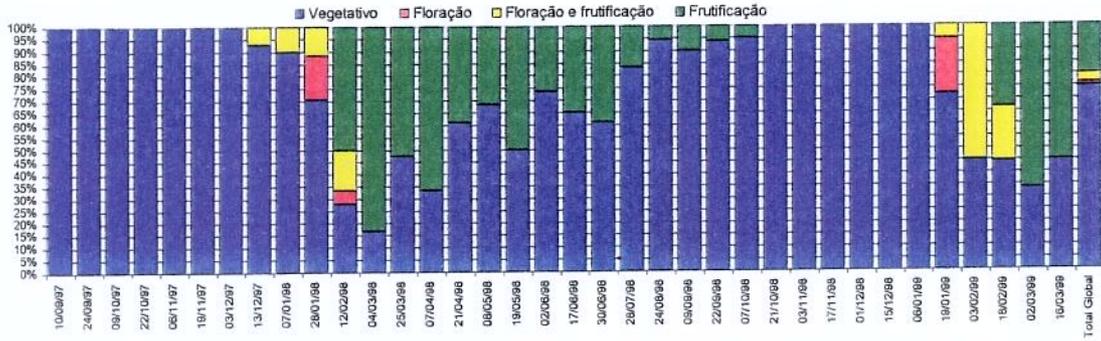


Figura 37 - Estádio reprodutivo do *Trachypogon spicatus* no tratamento sem queima e sem gado.

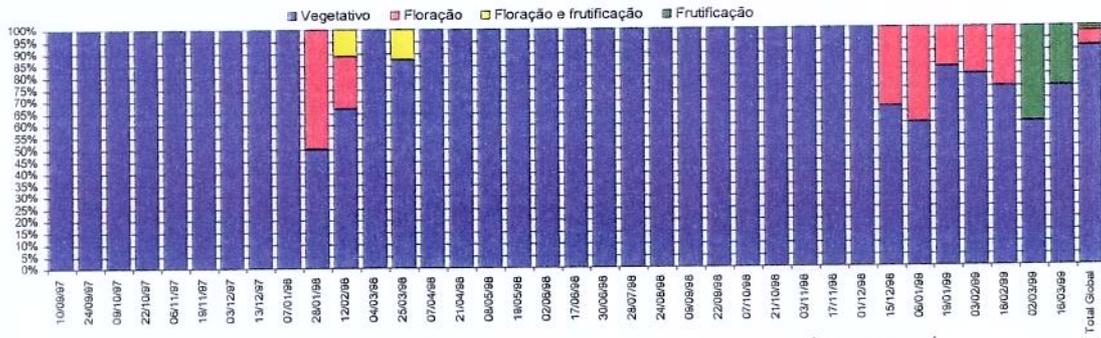


Figura 38 - Estádio reprodutivo do *Trachypogon spicatus* no tratamento sem queima e com gado.

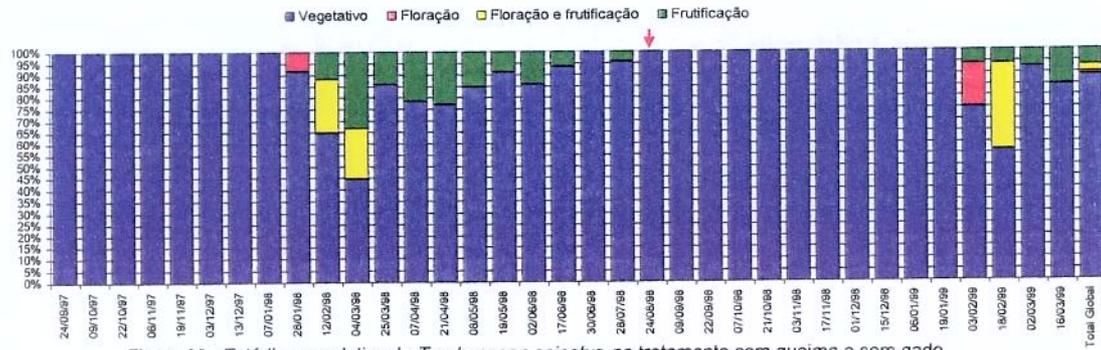


Figura 39 - Estádio reprodutivo do *Trachypogon spicatus* no tratamento com queima e sem gado.

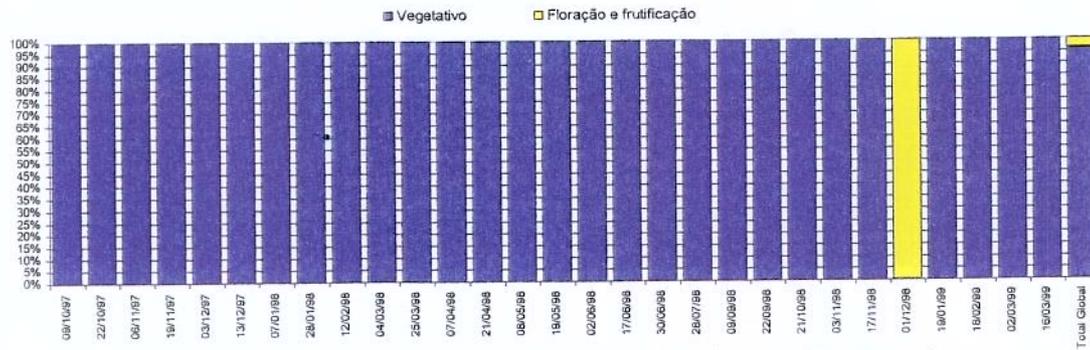


Figura 40 - Estádio reprodutivo do *Trachypogon spicatus* no tratamento com queima e com gado.

Obs.: → 14 dias após a segunda queimada realizada em 11/08/88.

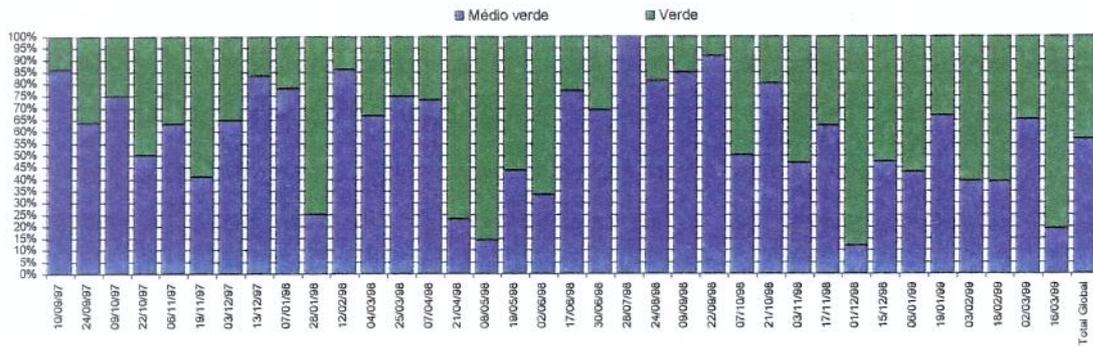


Figura 41 - Estádio vegetativo do *Richardia grandiflora* no tratamento sem queima e sem gado.

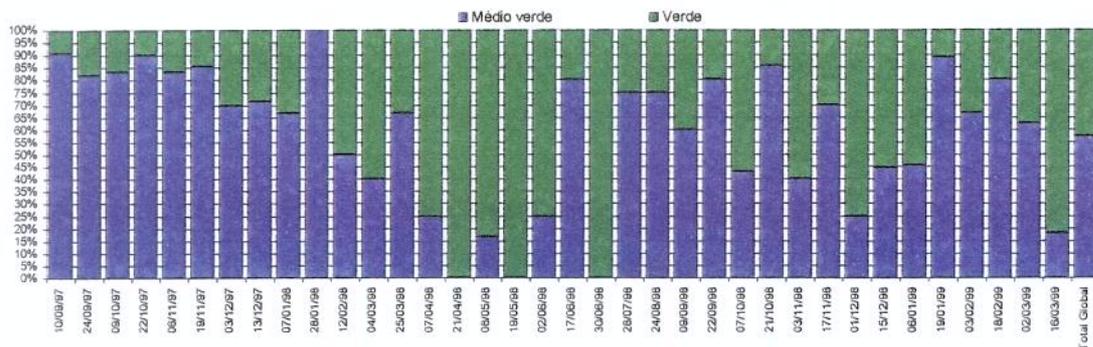


Figura 42 - Estádio vegetativo do *Richardia grandiflora* no tratamento sem queima e com gado.

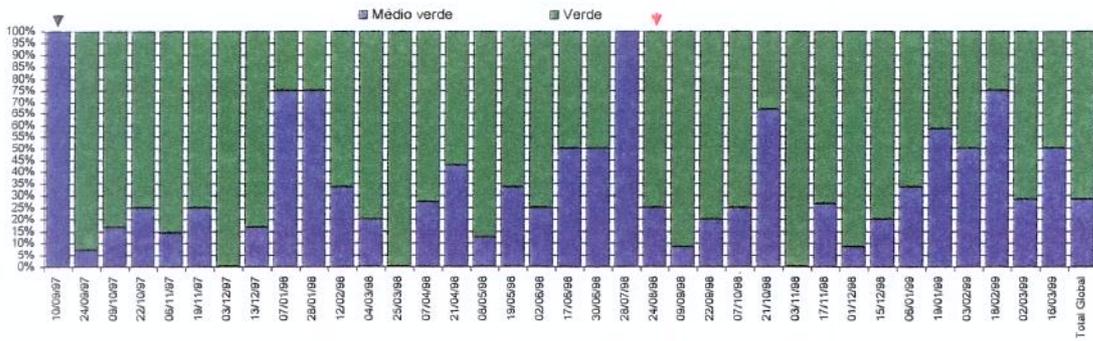


Figura 43 - Estádio vegetativo do *Richardia grandiflora* no tratamento com queima e sem gado.

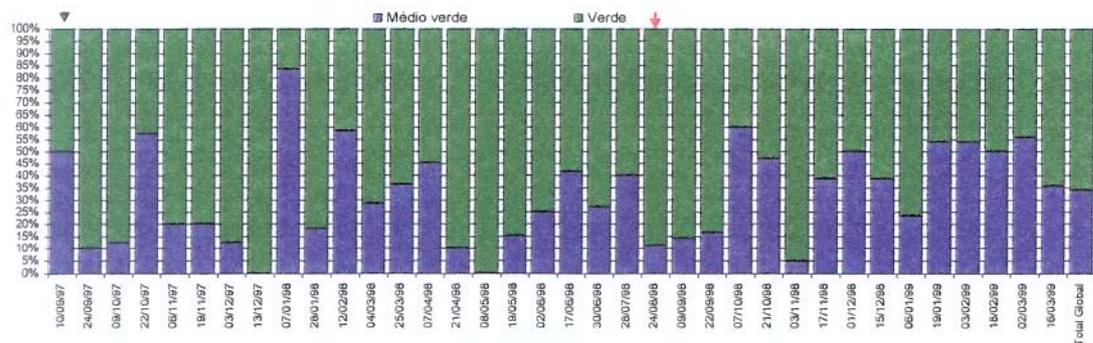


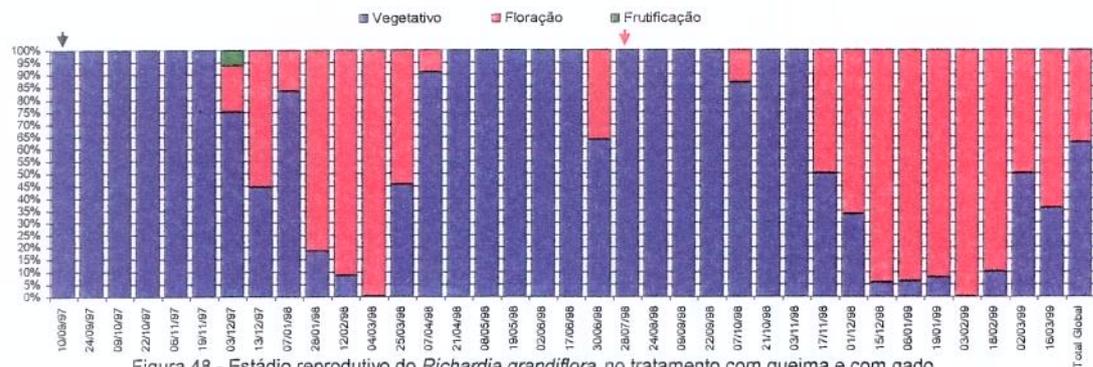
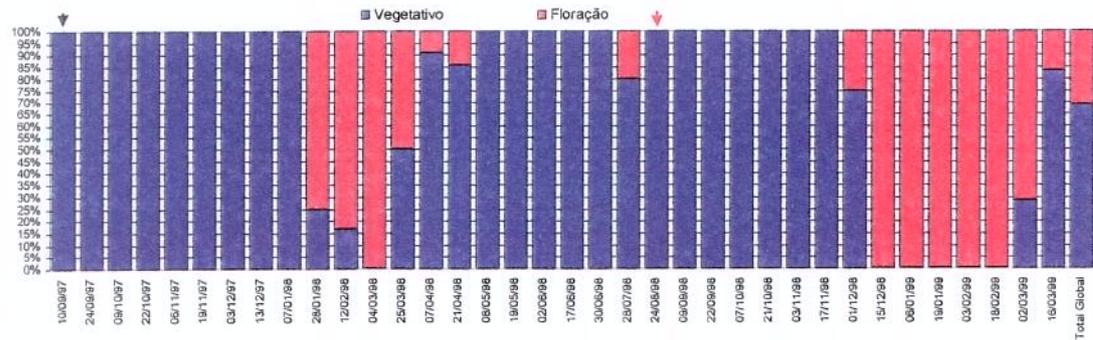
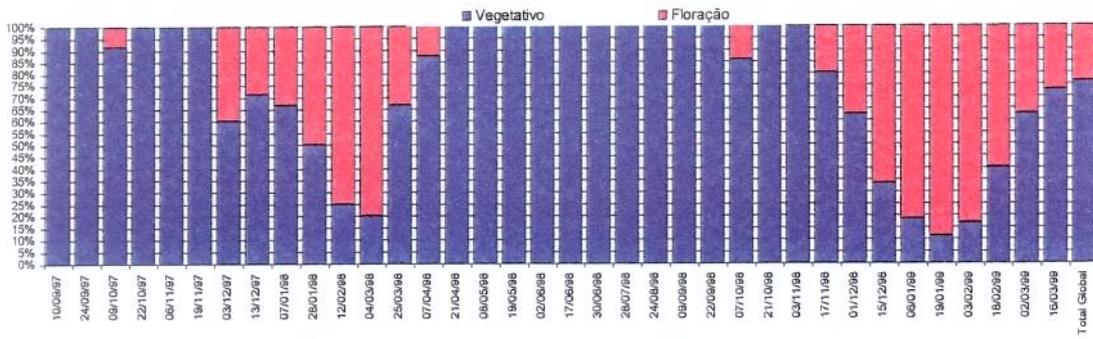
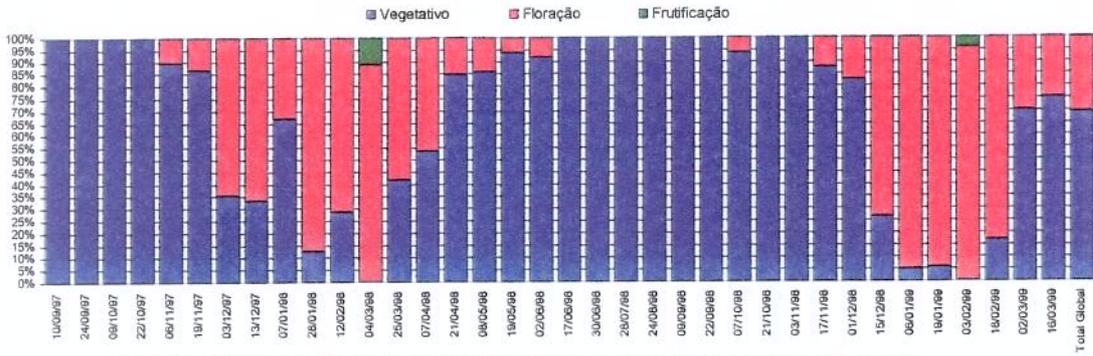
Figura 44 - Estádio vegetativo do *Richardia grandiflora* no tratamento com queima e com gado.

Obs.: → 14 dias após a primeira queimada realizada em 26/08/97.
 → 14 dias após a segunda queimada realizada em 11/08/98.

novembro de cada ano, estendendo-se até meados do ano, sem queima, com e sem animal (figuras 45 e 46). Sob ação do fogo e presença animal (figura 48) houve uma maior proporção final de plantas com flores ($\pm 10\%$ a mais). No tratamento com fogo, sem animal (figura 47), as plantas atrasaram a floração perto de um mês em relação aos outros tratamentos. POTT e POTT (1994a) consideraram que a população da espécie nos seus vários ambientes, tem floração abundante o ano todo. No experimento, as plantas encontravam-se em estágio vegetativo um mês antes do início da seca. Somente no tratamento sem fogo, sem gado, a floração das plantas estendeu-se por mais 30 dias em menos de 15% das plantas.

A leguminosa *Desmodium barbatum* teve a maioria de suas plantas em estado verde no estágio vegetativo (figuras 49, 50, 51 e 52). No tratamento sem fogo, com animal (figura 50), observou-se uma maior distribuição de plantas no estado médio verde ao longo do tempo em relação à testemunha (figura 49) e outros tratamentos. Em fevereiro de 98 no tratamento com fogo, sem gado (figura 51), houve 100% das plantas avaliadas no estado médio verde, devido às plantas sob este tratamento estarem em floração nesta mesma época (figura 55). O estágio reprodutivo iniciou-se em dezembro de cada ano no tratamento sem fogo, com e sem gado (figuras 53 e 54), com maior proporção final de plantas (30%) no tratamento sem fogo, sem gado (figura 53). Com fogo, sem gado, a floração iniciou-se em janeiro de cada ano (figura 55). No tratamento com fogo, com gado, não houve floração em 97, pois não havia plantas desta espécie nas parcelas deste tratamento na época da floração da espécie (figura 56).

A gramínea *Sporobolus jacquemontii* apresentou reduzido número de plantas sob avaliação nos tratamentos sem fogo, com e sem gado (figuras 57 e 58), devido ao fato desta espécie praticamente só ocorrer no bloco 3 com frequência de ocorrência de 40,5% (tabela 11, capítulo 5), dificultando a interpretação dos resultados quanto



Obs.: 14 dias após a primeira queimada realizada em 26/08/97.
 14 dias após a segunda queimada realizada em 11/08/98.

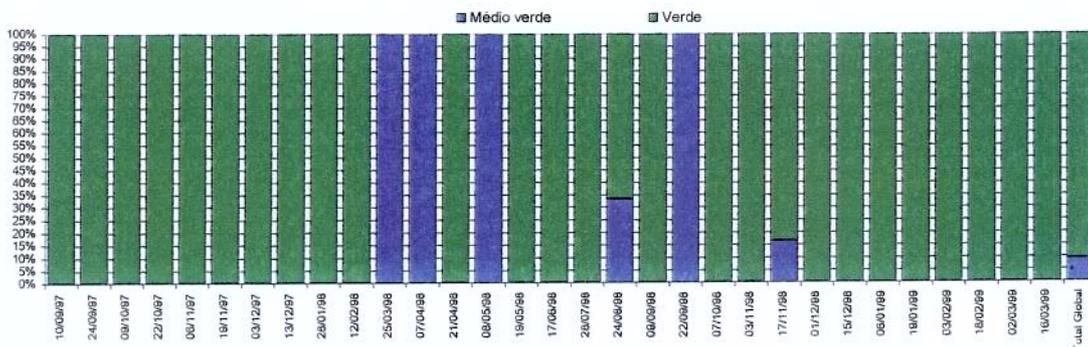


Figura 49 - Estádio vegetativo do *Desmodium barbatum* no tratamento sem queima e sem gado.

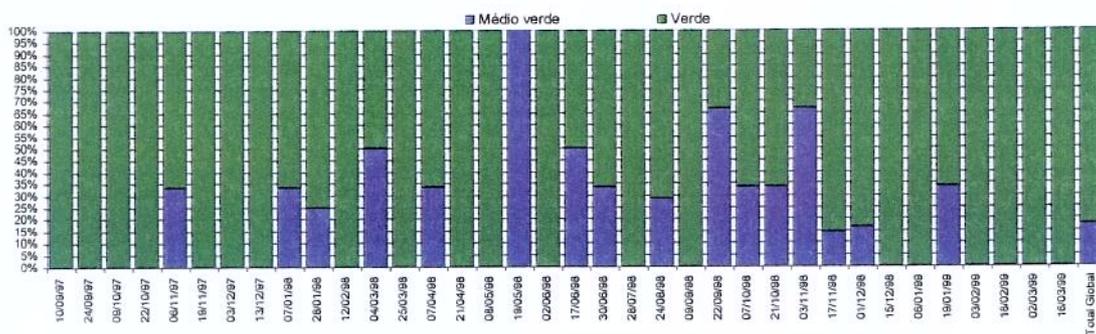


Figura 50 - Estádio vegetativo do *Desmodium barbatum* no tratamento sem queima e com gado.

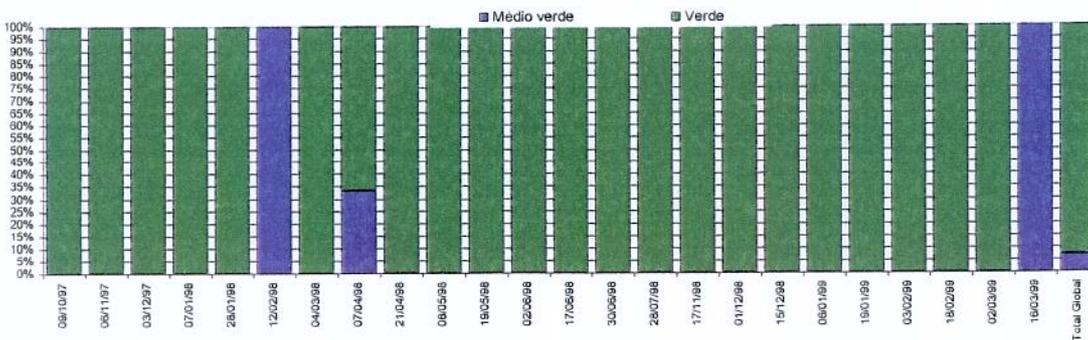


Figura 51 - Estádio vegetativo do *Desmodium barbatum* no tratamento com queima e sem gado.

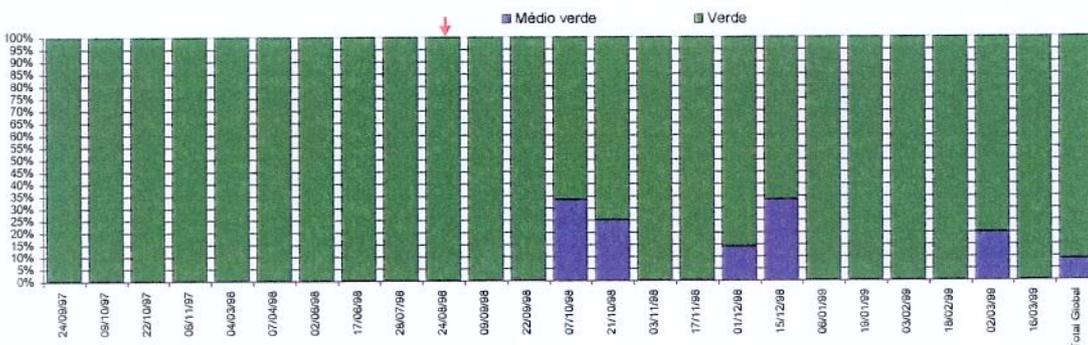


Figura 52 - Estádio vegetativo do *Desmodium barbatum* no tratamento com queima e com gado.

Obs.: → 14 dias após a segunda queimada realizada em 11/08/98.

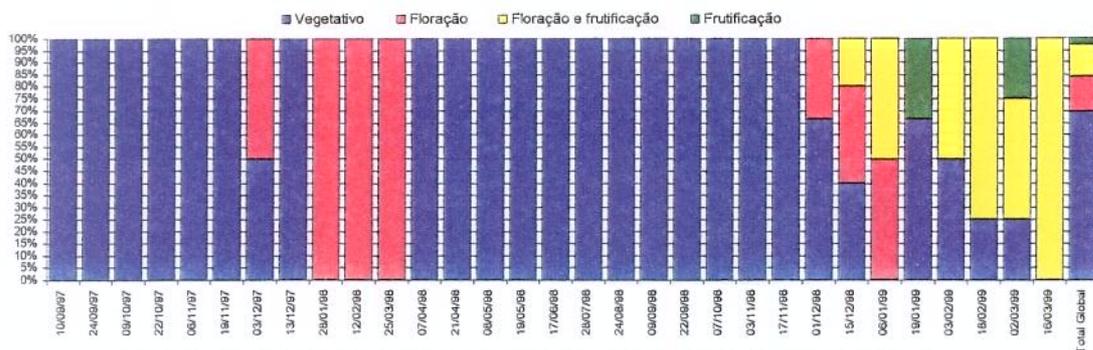


Figura 53 - Estádio reprodutivo do *Desmodium barbatum* no tratamento sem queima e sem gado.

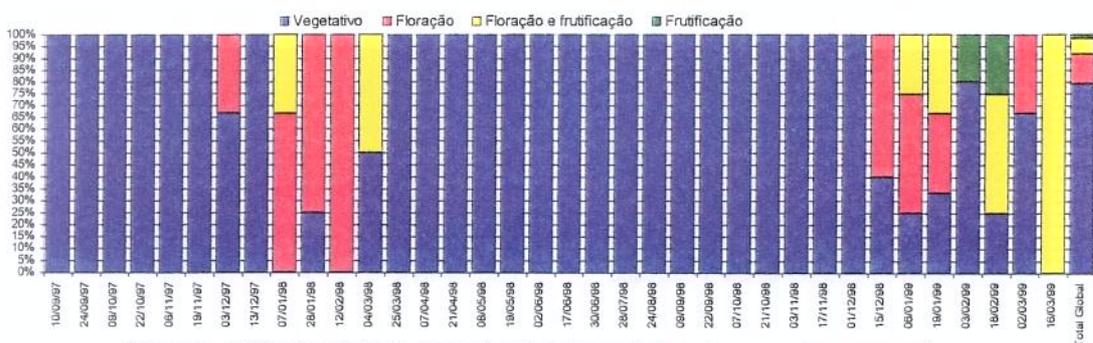


Figura 54 - Estádio reprodutivo do *Desmodium barbatum* no tratamento sem queima e com gado.

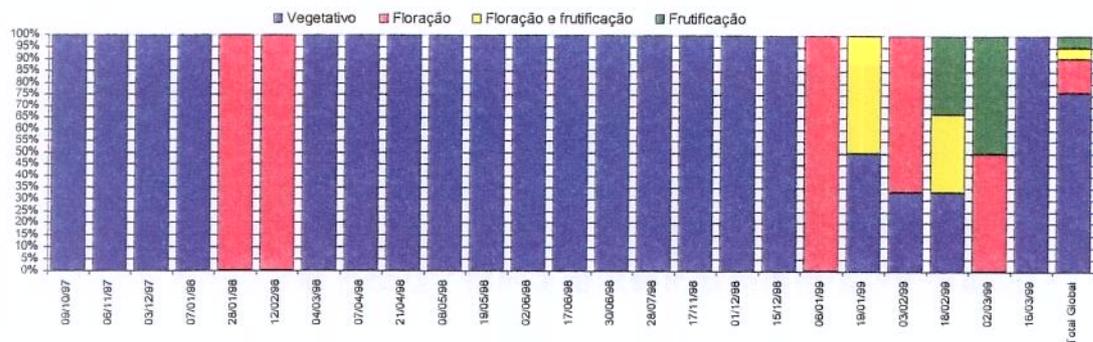
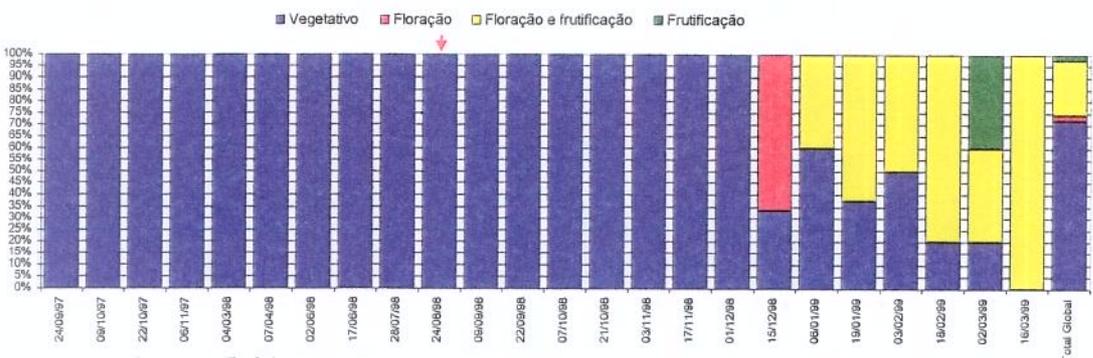


Figura 55 - Estádio reprodutivo do *Desmodium barbatum* no tratamento com queima e sem gado.



Obs.: → 14 dias após a segunda queimada realizada em 11/08/98.

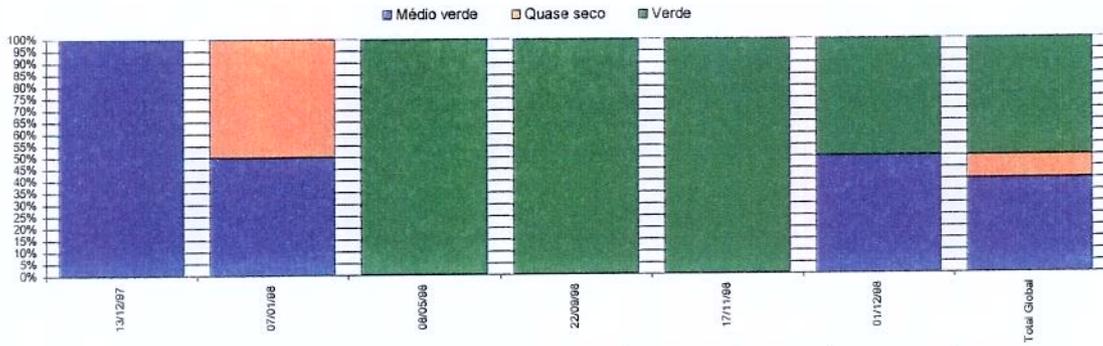


Figura 57 - Estádio vegetativo do *Sporobolus jacquemontii* no tratamento sem queima e sem gado.

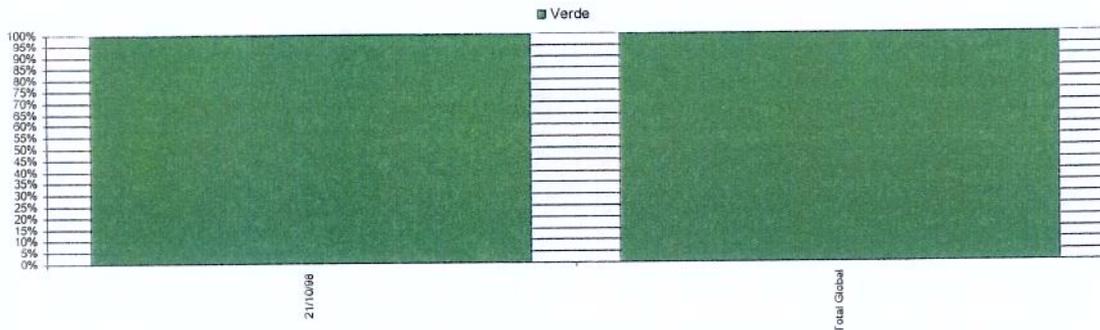


Figura 58 - Estádio vegetativo do *Sporobolus jacquemontii* no tratamento sem queima e com gado.

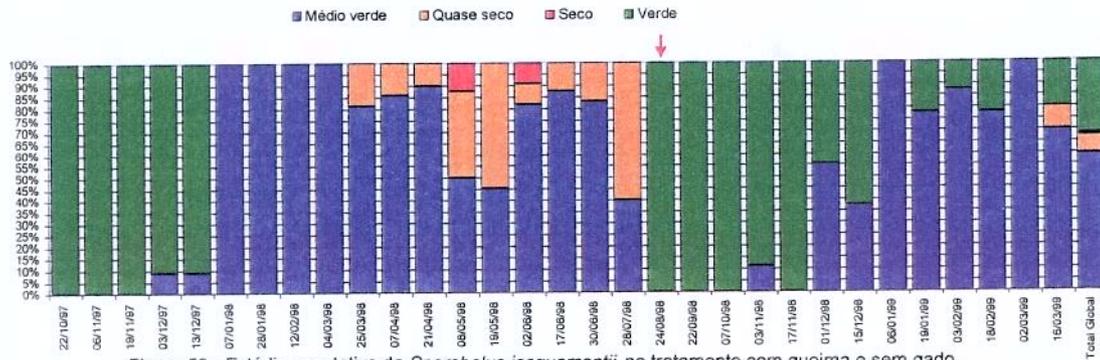


Figura 59 - Estádio vegetativo do *Sporobolus jacquemontii* no tratamento com queima e sem gado.

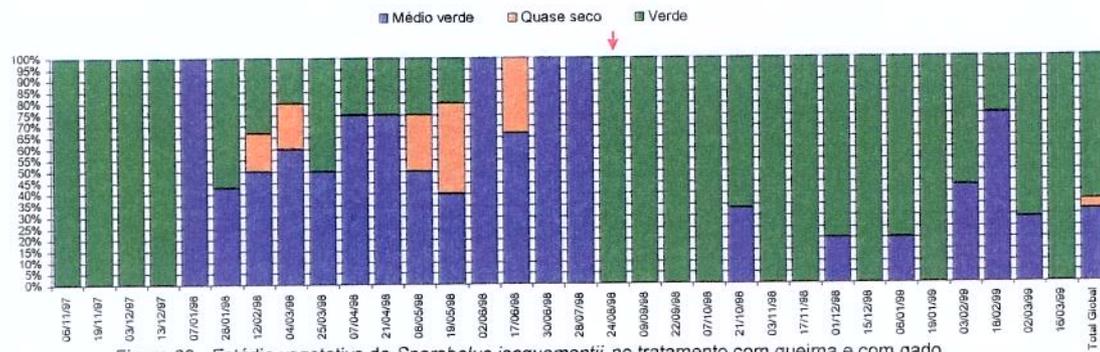


Figura 60 - Estádio vegetativo do *Sporobolus jacquemontii* no tratamento com queima e com gado.

Obs.: → 14 dias após a segunda queimada realizada em 11/08/98.

aos efeitos do fogo e do gado. Mas, pela figura 57, observa-se que a espécie apresenta grande proporção das plantas em estado verde. No tratamento com fogo, sem gado (figura 59), há 100% das plantas no estado médio verde a quase seco a partir de janeiro de 98 e tornando-se mais secas conforme adentram nos meses de seca, até antes da queima. A partir da segunda queimada, por ter havido maior precipitação com relação ao mesmo período da primeira queimada (320,7 mm de chuva a mais), o estado verde permaneceu por mais tempo, principalmente sob a presença animal (figura 60). O estágio reprodutivo (figuras 61, 62, 63 e 64) foi intenso com e sem fogo. A proporção final de plantas com floração/frutificação foi alta (um pouco mais de 70%) com e sem animal (figuras 63 e 64), mas nos meses de seca, até início das águas, as plantas encontravam-se somente em estágio vegetativo.

De modo geral, considerou-se que *Setaria geniculata* apresentou grande proporção de plantas no estado verde (figuras 65, 66, 67 e 68) na época das chuvas independentemente dos tratamentos, pois como ocorrido com algumas espécies, a baixa frequência de ocorrência determinou um número insuficiente de plantas para a análise. Nas figuras 69, 70, 71 e 72 têm-se o estágio reprodutivo da gramínea. Houve boa proporção final de plantas (50%) em floração/frutificação no tratamento com fogo, com gado (figura 72). A floração iniciou-se em dezembro de cada ano, estendendo-se até junho de 98 no primeiro ano e no segundo ano, com floração até a última avaliação (março de 99).

A representação do estágio vegetativo da espécie *Eragrostis bahiensis* sob os tratamentos está nas figuras 73, 74, 75 e 76. A proporção final de plantas no estado verde nos tratamentos sem fogo, com e sem animal (figuras 73 e 74), foi de 25% sem animal e 45% com animal. No tratamento sem fogo, sem animal, a gramínea mostrou-se médio verde justamente nos meses de boa precipitação e elevada temperatura média do ar (capítulo 1, tabela 1), e apresentou perto de 60% de suas plantas em estado verde nos meses

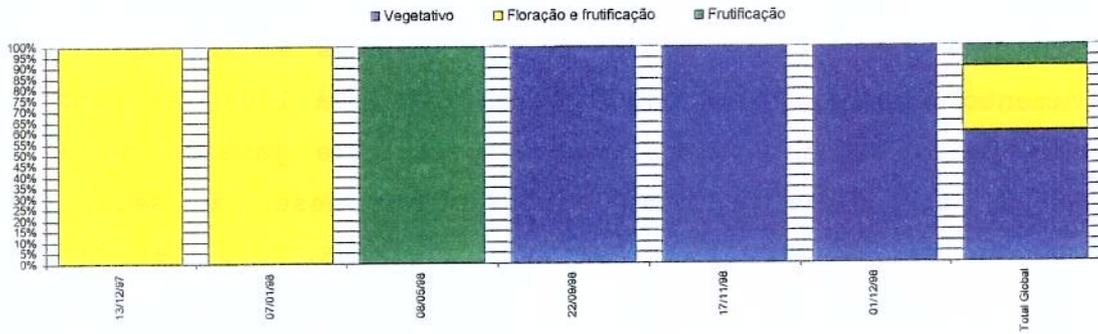


Figura 61 - Estádio reprodutivo do *Sporobolus jacquemontii* no tratamento sem queima e sem gado.

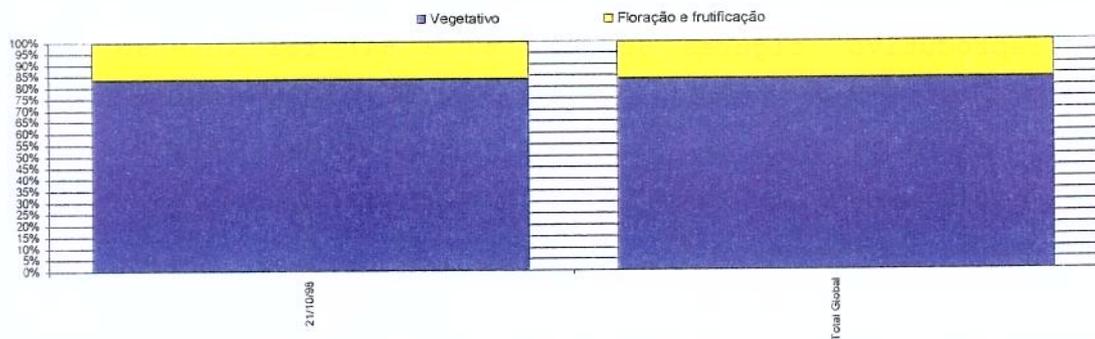


Figura 62 - Estádio reprodutivo do *Sporobolus jacquemontii* no tratamento sem queima e com gado.

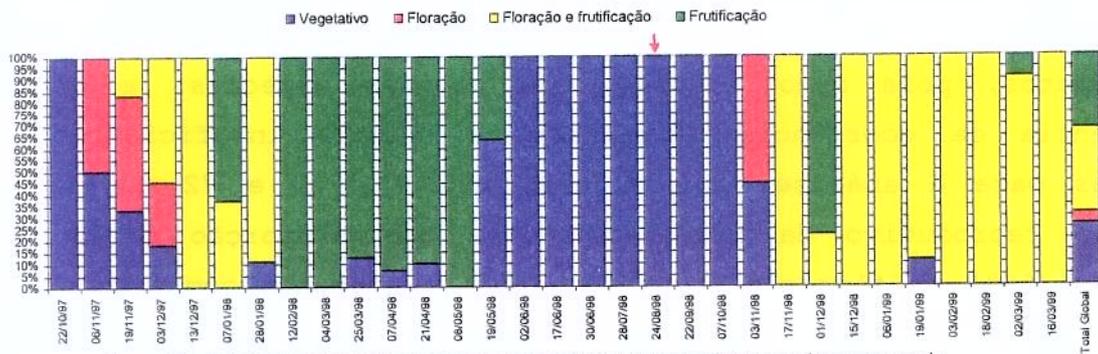


Figura 63 - Estádio reprodutivo do *Sporobolus jacquemontii* no tratamento com queima e sem gado.

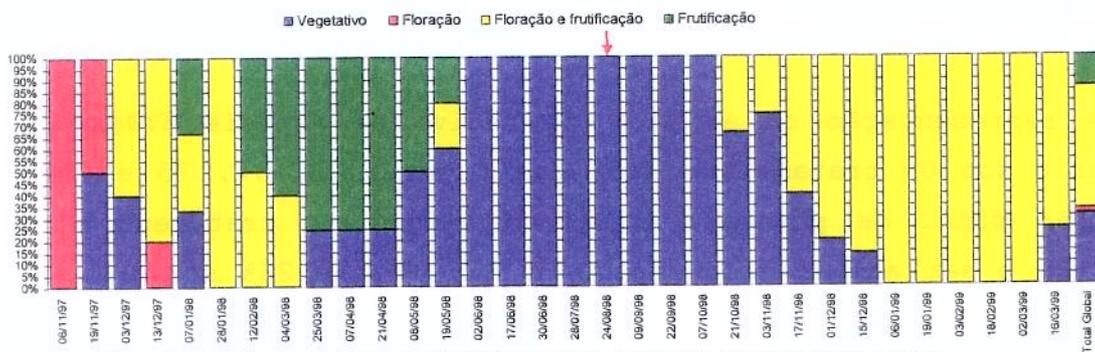


Figura 64 - Estádio reprodutivo do *Sporobolus jacquemontii* no tratamento com queima e com gado.

Obs.: → 14 dias após a segunda queimada realizada em 11/08/88.

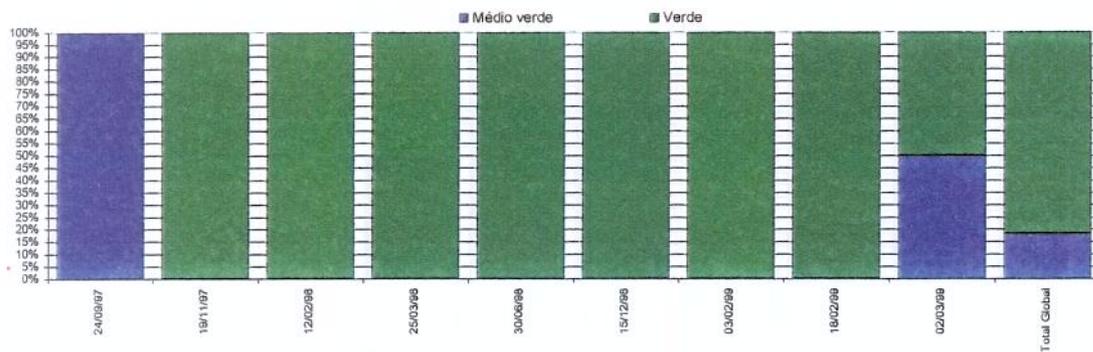


Figura 65 - Estádio vegetativo do *Setaria geniculata* no tratamento sem queima e sem gado.

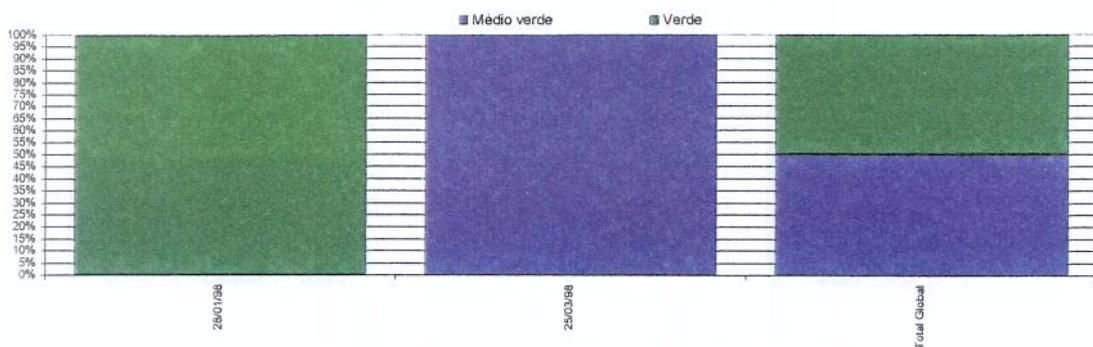


Figura 66 - Estádio vegetativo do *Setaria geniculata* no tratamento sem queima e com gado.

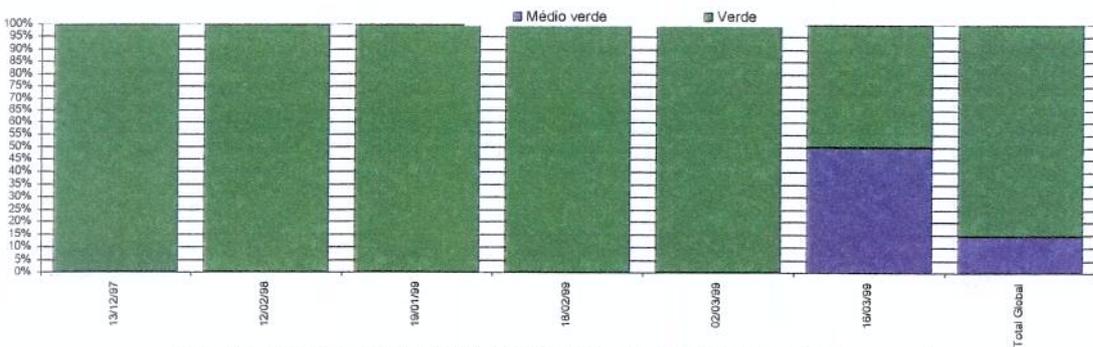


Figura 67 - Estádio vegetativo do *Setaria geniculata* no tratamento com queima e sem gado.

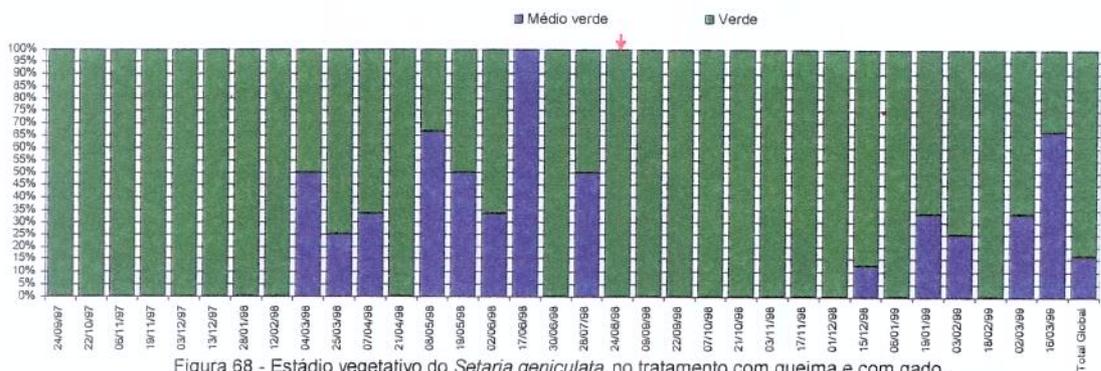


Figura 68 - Estádio vegetativo do *Setaria geniculata* no tratamento com queima e com gado.

Obs.: → 14 dias após a segunda queimada realizada em 11/08/98.

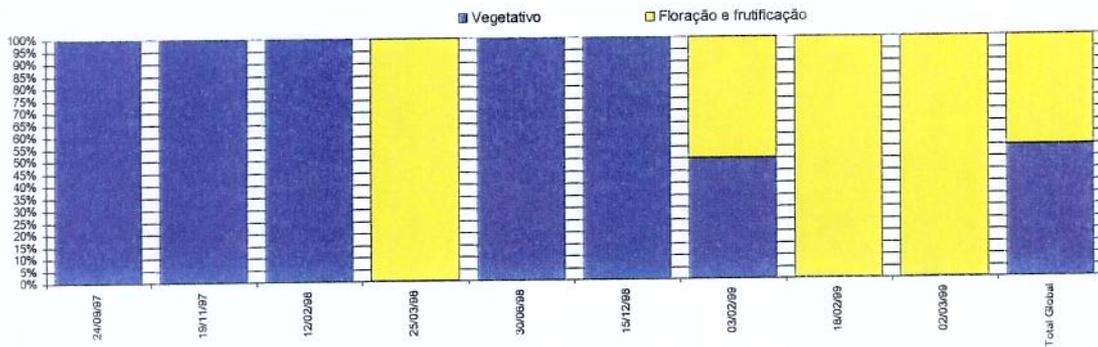


Figura 69 - Estádio reprodutivo do *Setaria geniculata* no tratamento sem queima e sem gado.

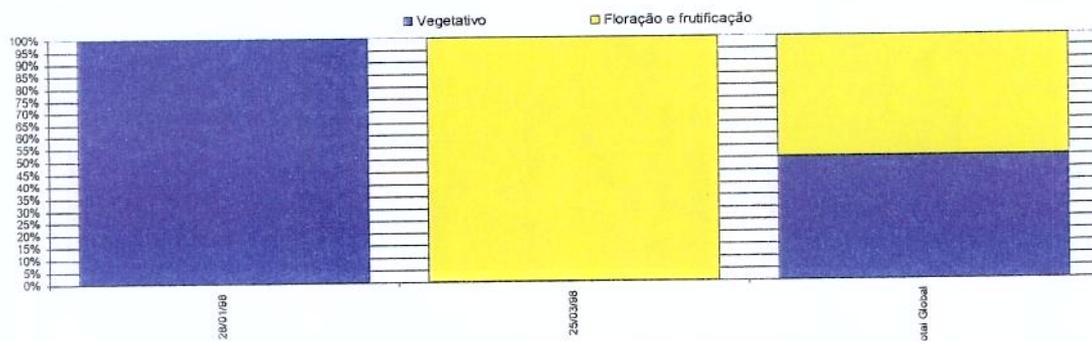


Figura 70 - Estádio reprodutivo do *Setaria geniculata* no tratamento sem queima e com gado.

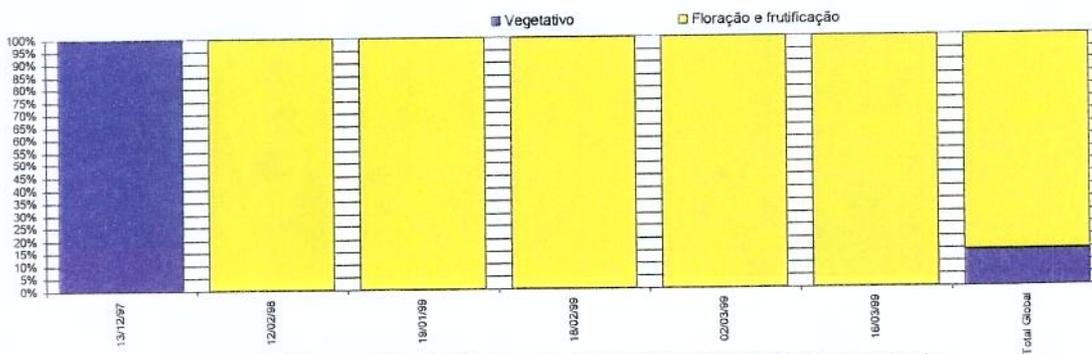


Figura 71 - Estádio reprodutivo do *Setaria geniculata* no tratamento com queima e sem gado.

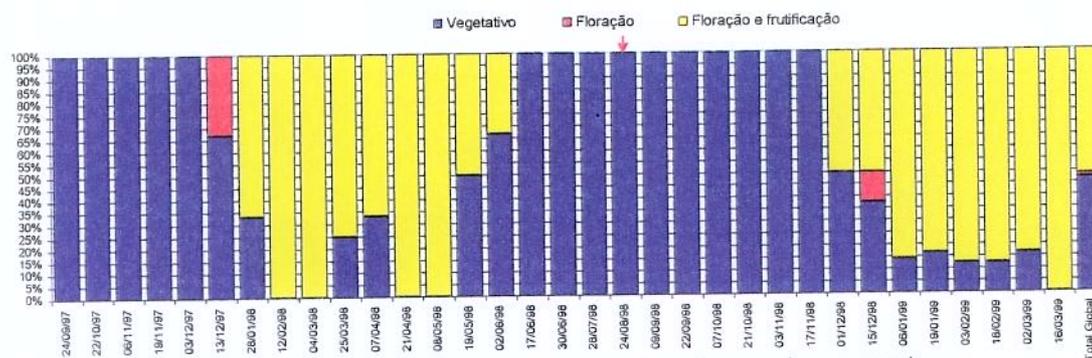


Figura 72 - Estádio reprodutivo do *Setaria geniculata* no tratamento com queima e com gado.

Obs.: → 14 dias após a segunda queimada realizada em 11/08/98.

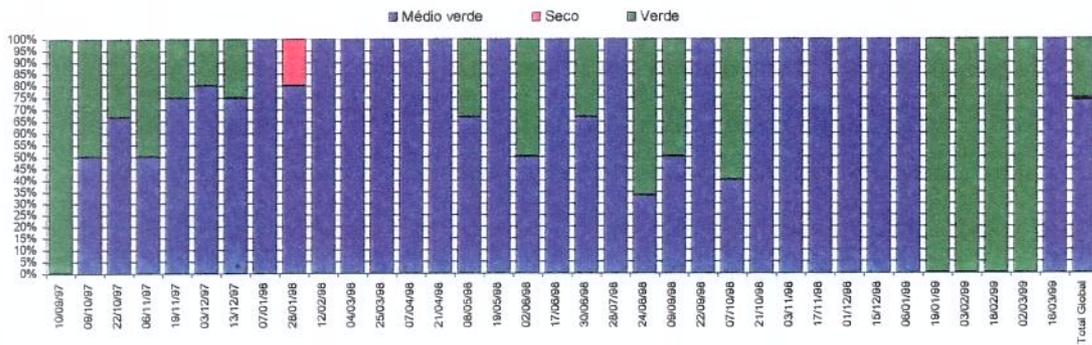


Figura 73 - Estádio vegetativo do *Eragrostis bahiensis* no tratamento sem queima e sem gado.

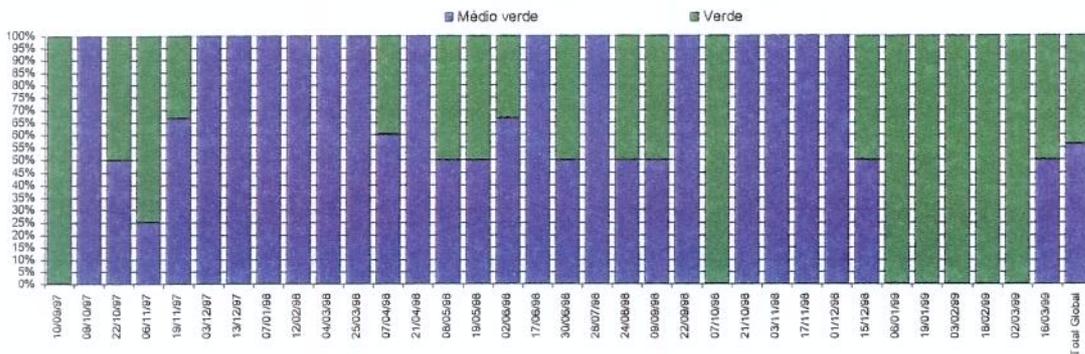


Figura 74 - Estádio vegetativo do *Eragrostis bahiensis* no tratamento sem queima e com gado.

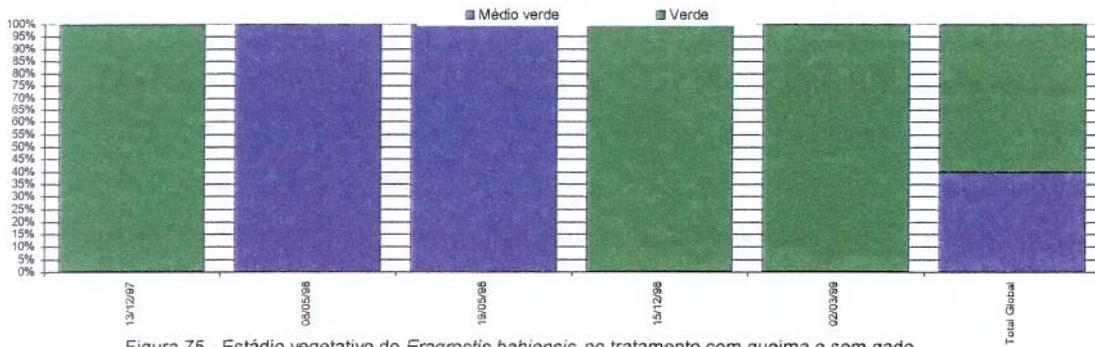


Figura 75 - Estádio vegetativo do *Eragrostis bahiensis* no tratamento com queima e sem gado.

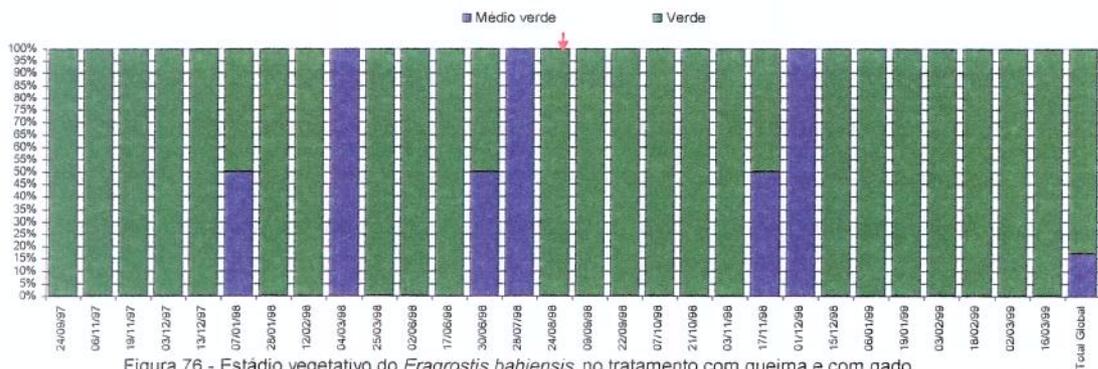


Figura 76 - Estádio vegetativo do *Eragrostis bahiensis* no tratamento com queima e com gado.

Obs.: → 14 dias após a segunda queimada realizada em 11/08/98.

mais secos. Com fogo, com gado, a gramínea apresentou-se verde durante quase todo o período experimental, com média final de mais de 80% das suas plantas neste estado (figura 76). Quanto ao estágio reprodutivo do *E. bahiensis* (figuras 77, 78, 79 e 80), foi observado que no tratamento sem fogo, sem gado (figura 77), a gramínea passou praticamente todo o período experimental em estágio reprodutivo. Sob efeito da presença animal (figura 78), houve diminuição do número de plantas com floração/frutificação, além haver épocas do período experimental, quando as plantas não estavam no estágio reprodutivo, comparado à testemunha (figura 77). No tratamento com fogo, sem gado (figura 79) não houve floração da espécie, pois não havia plantas em todas as datas. Conforme figura 80, com fogo, com gado a espécie, apresentou floração durante quase todo o período experimental, com exceção nos meses secos de junho a outubro de 98.

Pelos resultados obtidos e sob condições naturais, ou seja, sem perturbações como fogo e pastejo animal, pode-se considerar que as espécies *E. muticus*, *R. grandiflora*, *S. jacquemontii* e *E. bahiensis* são espécies precoces; *M. chaseae*, *A. purpusii*, *A. selloanus*, *Trachypogon spicatus* e *D. barbatum* são espécies extemporâneas e *S. geniculata* é espécie tardia. A classificação de SARMIENTO (1983b) para algumas espécies de gramíneas perenes das savanas sazonais da Venezuela foi semelhante para as espécies extemporâneas *M. chaseae* e *A. purpusii*, e diferente para *A. selloanus*, que foi considerada espécie precoce, *S. geniculata* espécie extemporânea e gênero *Trachypogon* considerado intermediário. O referido autor considerou ainda que espécies precoces, extemporâneas e tardias apresentam maior frequência relativa em savanas úmidas e as intermediárias em savanas secas.

Quanto à senescência das espécies estudadas, sem se considerar o efeito do fogo e do gado, foi mais relacionada ao teor de umidade do solo que ao processo de floração/frutificação para o capim-carona, *M. chaseae*, *A. purpusii*, *A. selloanus*,

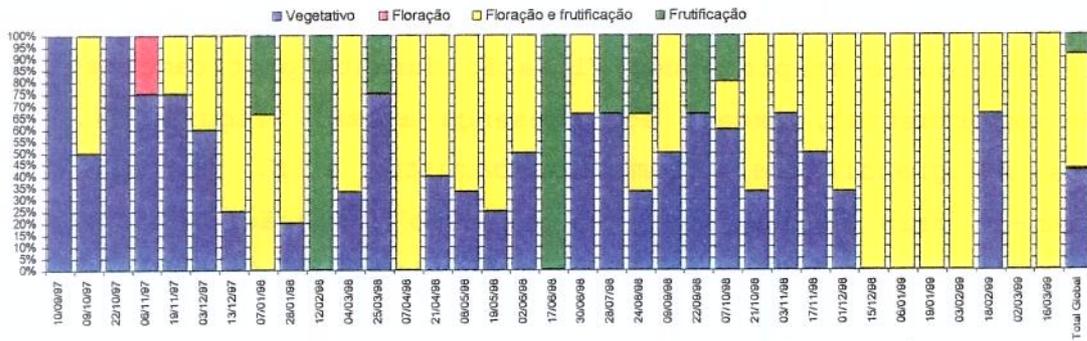


Figura 77 - Estádio reprodutivo do *Eragrostis bahiensis* no tratamento sem queima e sem gado.

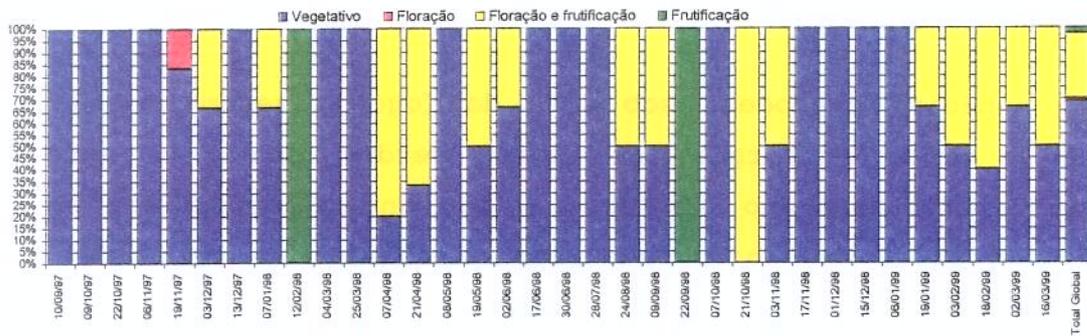


Figura 78 - Estádio reprodutivo do *Eragrostis bahiensis* no tratamento sem queima e com gado.

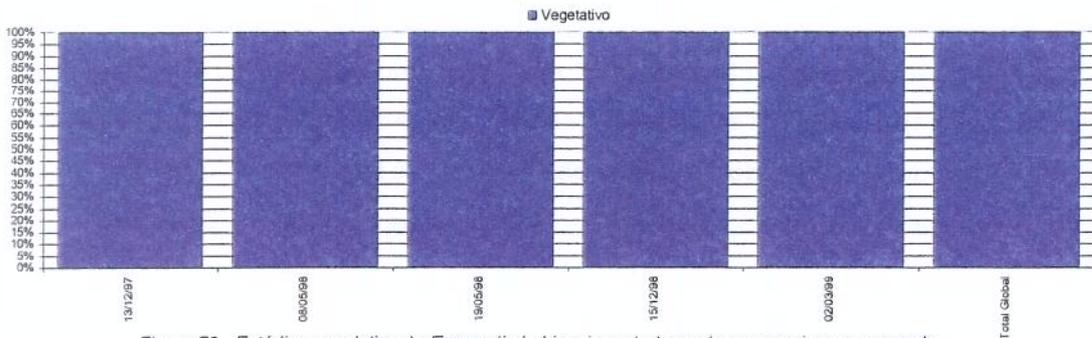
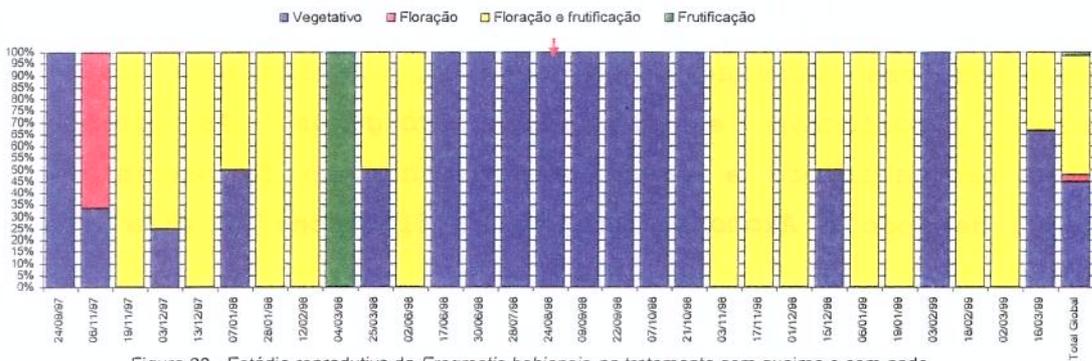


Figura 79 - Estádio reprodutivo do *Eragrostis bahiensis* no tratamento com queima e sem gado.



Obs.: → 14 dias após a segunda queimada realizada em 11/08/88.

Trachypogon spicatus e *E. bahiensis*, apesar de que esta última espécie mostrou-se atípica, com floração durante praticamente todo período experimental, exceto sob presença animal (figura 77). As espécies *R. grandiflora*, *Desmodium barbatum* e *S. jacquemontii*, mostraram-se mais relacionadas ao processo floração/frutificação. RAMIA (1977), observando a ecologia e fenologia de 45 espécies dos Lhanos da Venezuela (savana hiperestacional), verificou que 29 espécies apresentaram parte aérea mais seca devido ao processo de floração/frutificação, independentemente da umidade do solo.

As espécies precoces, sob ação do fogo, tiveram indução da floração e maior proporção de plantas verdes quando no estágio vegetativo. O tratamento com fogo e com animal determinou menor número de plantas com inflorescências em relação ao com fogo, sem animal. CESAR (1980) e COUTINHO (1976; 1990), em estudos sobre o efeito do fogo sobre a fenologia em plantas do cerrado, concluíram que o fogo estimula o perfilhamento e induz a floração, devido à remoção de substâncias inibidoras do crescimento na parte aérea. Para as espécies extemporâneas o fogo não induziu a floração, mas, como para as espécies precoces, também determinou maior proporção de plantas verdes, devido à rebrota pós-queima. Com queima e sob presença animal houve redução do número de plantas com inflorescências nas espécies em relação ao tratamento com fogo, sem animal, exceto para as espécies *A. purpusii* e *A. selloanus*. ALMEIDA e SILVA (1989), avaliando a fenologia de gramíneas nos cerrados, verificaram que o fogo não afetou a floração das gramíneas nativas *Schizachyrium tenerum*, *Echinolaena inflexa*, *Tristachya leiostachya* e *Axonopus barbigerus*. As gramíneas *Digitaria sacchariflora* e *Paspalum erianthum* só florescem com a ocorrência de fogo e *Axonopus marginatus* floresceu 40 dias após a queima.

Na prática, pode-se considerar que as forrageiras desejáveis do campo de capim-carona, *M. chaseae* e *A. purpusii*, não precisam do fogo para sua floração e frutificação, tendo como épocas

adequadas para colheita de suas cariopses os meses de fevereiro e março de cada ano. E de maneira geral, dos fatores climáticos avaliados, a precipitação pluviométrica seguida de ligeira baixa da temperatura média do ar que é acompanhada pela variação sazonal do fotoperíodo, foram os determinantes na sincronização da floração/frutificação das espécies. Esta sincronização da floração nas plantas, principalmente após a queima, garante a reprodução sexual nas espécies, com produção das cariopses em abundância (GILLON, 1983). Assim, as fenofases foram relacionadas à alternância das estações de chuva e seca, conforme verifica-se pelo balanço hídrico (capítulo 1, figura 6), como obtido por MEDINA e SILVA (1990) nos Llanos (savanas do Orinoco), no norte da América do Sul.

2) Tamanho da população do capim-carona (*Elyonurus muticus*)

A tabela 1 contém os resultados da análise estatística para verificação do efeito do fogo e do gado sobre o número de touceiras do capim-carona por 60 m² no caronal e número de touceiras do capim-carona com inflorescências.

Tabela 1. Teste F para número de touceiras e número de touceiras com inflorescências do capim-carona (*Elyonurus muticus*) sob efeito do fogo e do gado, na fazenda Nhumirim.

	Queima(Q)	Animal(A)	Q*A	Bloco	Época(E)	Q*E	A*E	C.V.%
número de touceiras	0,845	0,142	0,029*	0,0001**	0,0009**	0,042*	0,336	9,7
núm. de touc.com inflorescências	0,0001**	0,0029**	0,0011**	0,492	0,0001**	0,0001**	0,0001**	90,65

* =0,01<P<0,05; ** =0,001<P<0,01; sem símbolo =não significativo

Avaliando-se a tabela 1, tanto a queima como o animal não determinaram efeito significativo ($P>0,01$) para o número de touceiras de capim-carona por área. Para o número de touceiras com inflorescências, houve efeito significativo ($P<0,01$) do fogo, com

média bem inferior para o tratamento sem queima e efeito animal (tabelas 2 e 3). O fogo como observado no estudo da fenologia, induziu a floração do capim-carona (*E. muticus*).

Tabela 2. Número médio de touceiras do capim-carona (*Elyonurus muticus*) por 60 m² e número de touceiras do capim-carona com inflorescências sob efeito da queima, na fazenda Nhumirim.

Tratamento	número médio de touceiras por 60 m ²	número médio de touceiras com inflorescências
Sem queima	95,65A	1,49B
Com queima	97,42A	18,17A

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem significativamente entre si

O fogo, destruindo a parte aérea do capim-carona, promoveu a rebrota deste, que posteriormente, após 28 a 42 dias, emitiu ráquis com inflorescências de forma intensa, talvez para manter a dominância. COUTINHO (1976) notificou que a ação do fogo na indução da floração (espécies precoces) não é através da elevação da temperatura do solo ou nutrientes provenientes das cinzas, mas através da eliminação da parte aérea antiga, possivelmente possuidora de substâncias inibidores da floração em suas folhas.

Tabela 3. Número médio de touceiras do capim-carona (*Elyonurus muticus*) por 60 m² e número médio de touceiras com inflorescências sob efeito do animal, na fazenda Nhumirim.

Tratamento	número médio de touceiras por 60 m ²	número médio de touceiras com inflorescências
Sem animal	90,48A	14,52A
Com animal	103,40A	5,56B

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem significativamente entre si

A presença animal atuou sobre a emissão das inflorescências do caronal de maneira mais atenuada em relação ao efeito do fogo.

Os animais pastando o capim recém brotado, determinam a perda parcial da parte aérea da planta com reinício do seu crescimento, às expensas das reservas de carboidratos não estruturais das raízes, retardando, talvez, ou mesmo desestimando a emissão das inflorescências. Ou ainda, talvez haja remoção pela bocada dos animais, dos primórdios de ráquis com inflorescências, prejudicando o número de inflorescências. Ou ainda, talvez haja interação das duas hipóteses.

Houve efeito significativo ($P < 0,01$) da interação queima e animal, além de efeito da época da contagem sobre o número total de touceiras e número de touceiras com inflorescências do capim-carona. Nas tabelas 4 e 5, são apresentados o desdobramento desta interação e o efeito de época de amostragem, respectivamente.

Tabela 4. Desdobramento da interação queima x animal sobre o número total de touceiras com inflorescências do capim-carona (*Elyonurus muticus*) por 60 m², na fazenda Nhumirim.

Tratamentos	número de touceiras		número de touceiras com inflorescências	
	Sem animal	Com animal	Sem animal	Com animal
Sem queima	79,75	115,74	0,88	2,26
Com queima	101,21	93,63	28,17	8,17

Pelo desdobramento da interação, é observado que o tratamento sem fogo e sem gado apresentou o menor número de touceiras por área, pois nesse tratamento, pela falta de queima e falta de pisoteio animal pela exclusão, há um crescimento das touceiras que não estão sob distúrbios (tabela 10), havendo muitas vezes, união de uma touceira a outra, formando uma só. Para o número de touceiras com inflorescências houve a soma do efeito do fogo e da ausência animal determinando o maior valor (28,17) para este parâmetro. O menor valor no tratamento sem queima, sem animal (0,88), foi devido ao fato da espécie não estar sob fogo ou presença animal.

Observando os valores nas diferentes épocas (tabela 7) para número total de touceiras, obteve-se um valor médio de 9 touceiras a mais na área, havendo um aumento significativo ($P < 0,01$) na população de capim-carona no tempo avaliado (set/97 a mar/99). Para o número de touceiras com inflorescências (tabela 6) pode-se afirmar que os altos valores para as duas épocas (out/97 e nov/98) foram em função das duas queimadas.

Na tabela 5, há o desdobramento da interação queima e época que foi significativa ($P < 0,01$) para o número total de touceiras e número de touceiras com inflorescências. Pelo resultado observa-se que após a queimada, o número total de touceiras é diminuído (set/97 e nov/98) e depois recupera-se, por crescimento de alguma outra nova touceira. O número de touceiras com inflorescências foi alto com a queima (perto de 60% das touceiras), pois sem queima o florescimento natural do caronal é muito baixo (1,94% das touceiras). A primeira queimada apresentou um número relativamente maior de touceiras com inflorescências, cerca de 14% a mais que a segunda queimada.

Tabela 5. Desdobramento da interação queima x época sobre o número total de touceiras e o número de touceiras com inflorescências do capim-carona (*Elyonurus muticus*) por 60 m², na fazenda Nhumirim.

Época	número total de touceiras / 60m ²		número de touceiras com inflorescências	
	Sem queima	Com queima	Sem queima	Com queima
10/09/97	92,38	82,13	0,00	0,00
22/10/97	95,86	95,38	1,86	57,00
28/01/98	100,71	102,63	1,57	2,88
28/07/98	93,29	101,75	0,00	0,00
04/11/98	96,43	95,13	0,29	42,63
16/03/99	95,71	107,50	5,43	6,50

O desdobramento da interação queima-animal-época (tabela 6) que foi significativa ($P < 0,01$) para o número de touceiras com inflorescências, só vem demonstrar o que já foi dito, ou seja, o fogo e a ausência animal determinaram o maior número de touceiras com inflorescências, após a 1^a e 2^a queimadas. Onde não houve

queima, a presença animal por efeito do pisoteio e estrumação, estimulou a floração de um número um pouco maior de touceiras.

Tabela 6. Desdobramento da interação queima x animal x época sobre o número de touceiras com inflorescências do capim-carona (*Elyonurus muticus*), na fazenda Nhumirim.

Época	número de touceiras com inflorescências / 60m ²				Média por época
	SFSG	SFCG	CFSG	CFCG	
10/09/97	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
22/10/97	1,75	2,00	88,25	25,75	31,27
28/01/98	1,00	2,33	0,75	5,00	2,27
28/07/98	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
04/11/98	0,25	0,33	67,75	17,50	22,87
16/03/99	2,25	9,67	12,25	0,75	6,00

SFSG =sem queima e sem animal

SFCG =sem queima e com animal

CFSG =com queima e sem animal

CFCG =com queima e com animal

Os blocos exerceram efeito significativo ($P < 0,01$) somente sobre o número total de touceiras, sendo que, os blocos 2 e 1 apresentaram o maior número (tabela 7). O bloco 3, apesar de ter apresentado a maior produção de matéria seca aérea total (capítulo 2) de capim-carona, não teve o resultado similar para número total de touceiras, pois as touceiras deste bloco são maiores.

Tabela 7. Efeito do bloco e da época sobre o número total de touceiras de capim-carona (*Elyonurus muticus*) por 60 m², na fazenda Nhumirim.

Número de touceiras	bloco				Média de época
	1	2	3	4	
Época					
10/09/97	90,50	100,00	82,00	76,50	87,25
22/10/97	104,50	105,75	86,67	83,25	95,60
28/01/98	107,50	116,25	90,00	90,25	101,73
28/07/98	99,25	109,50	95,00	86,75	97,80
04/11/98	104,50	112,75	79,67	82,00	95,73
16/03/99	116,25	123,25	78,00	84,50	102,00
Média de bloco	103,75	111,25	85,05	83,88	96,58

O resultado da análise estatística para o número de perfilhos por touceira de *E. muticus* e seu número de inflorescências, perímetro e altura média, está na tabela 8. Não houve efeito da

queima sobre estes parâmetros analisados. O efeito animal só foi significativo ($P < 0,01$) para a altura média das touceiras, onde a presença animal determinou altura menor (43,84) nestas, por efeito do pastejo sobre as plantas recém brotadas pós-queima e por efeito do pisoteio animal sobre as touceiras (tabela 9). A queima não exerceu efeito propriamente sobre a altura, posto que a primeira medição pós-queima foi realizada uns 40 dias depois, e o capim já havia crescido em altura média como na testemunha.

Tabela 8. Teste F para número de perfilhos, número de inflorescências, perímetro e altura das touceiras de capim-carona (*Elyonurus muticus*), na fazenda Nhumirim.

	Queima(Q)	Animal(A)	Q*A	Bloco	Época(E)	Q*E	A*E	C.V.%
número de perfilhos	0,464	0,775	0,485*	0,0001**	0,0001**	0,0003**	0,795	12,46
núm.de inflorescências	0,316	0,367	0,361	0,439	0,126	0,122	0,168	514,86
perímetro da touceira	0,610	0,595	0,694	0,0001**	0,0001**	0,241	0,0001**	2,78
altura da touceira	0,097	0,0067**	0,239	0,0001**	0,0001**	0,0001**	0,0001**	10,37

* = $0,01 < P < 0,05$; ** = $0,001 < P < 0,01$; sem símbolo = não significativo

Tabela 9. Altura média das touceiras de capim-carona (*Elyonurus muticus*) sob efeito animal, na fazenda Nhumirim.

Tratamento	Altura da touceira (cm)
Sem animal	52,36A
Com animal	43,84B

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem significativamente entre si

Houve efeito significativo ($P < 0,01$) da interação queima e animal sobre o número de perfilhos, que pelo desdobramento (tabela 10) é observado que no tratamento sem queima e sem animal houve um aumento do número de perfilhos por touceira em relação aos outros tratamentos, ou seja, a touceira cresceu em seu tamanho, em função da ausência das perturbações que alteram o seu desenvolvimento natural, que no caso são o fogo e o animal.

Tabela 10. Desdobramento da interação queima x animal sobre o número de perfilhos das touceiras de capim-carona (*Elyonurus muticus*), na fazenda Nhumirim.

Tratamentos	Número de perfilhos	
	Sem animal	Com animal
Sem queima	140,25	112,81
Com queima	110,49	119,15

A época de amostragem também teve efeito significativo ($P < 0,01$) sobre todos os parâmetros analisados, exceto sobre o número de inflorescências por touceira, que só apresentou efeito significativo ($P < 0,01$) na interação queima x animal x época (tabela 11). Pelo seu desdobramento vê-se que nas épocas após a 1ª e 2ª queimadas (out/97 e out/98, respectivamente) e com a ausência animal, o número de inflorescências por touceira foi alto (26,15 e 21,11) em contraste com as outras épocas sem animal. Do número total de perfilhos as inflorescências representaram 26,1% e 17,8%, para a 1ª e 2ª queimada respectivamente. Aqui, como no número total de touceiras, houve uma queda nos valores de inflorescências, entre a 1ª e 2ª queimada.

Tabela 11. Desdobramento da interação queima x animal x época sobre o número médio de inflorescências por touceira de capim-carona (*Elyonurus muticus*), na fazenda Nhumirim.

Épocas	Tratamentos	Número de inflorescências por touceira	
		Sem queima	Com queima
14/08/97	Sem animal	0,00	0,00
	Com animal	0,00	0,00
08/10/97 (43 dias após a 1ª queimada)	Sem animal	0,00	26,15
	Com animal	0,00	0,98
03/12/97	Sem animal	0,05	0,93
	Com animal	0,13	0,78
28/01/98	Sem animal	0,00	0,06
	Com animal	0,00	0,20
25/03/98	Sem animal	0,00	0,00
	Com animal	0,13	0,25
08/05/98	Sem animal	0,00	0,00
	Com animal	0,07	0,00
30/06/98	Sem animal	0,00	0,00
	Com animal	0,00	0,00
09/09/98 (29 dias após a 2ª queimada)	Sem animal	0,00	8,44
	Com animal	0,00	0,00
07/10/98 (57 dias após a 2ª queimada)	Sem animal	0,00	21,11
	Com animal	0,00	0,45
15/12/98	Sem animal	0,00	0,00
	Com animal	0,07	0,49
02/03/99	Sem animal	0,00	0,00
	Com animal	0,00	0,00

Houve outras interações da época, cujos resultados dos desdobramentos estão nas tabelas 12 e 13. A queima e a época afetaram o número de perfilhos e a altura média da touceira (tabela 12), conferindo aumentos no número médio de perfilhos das touceiras a partir de maio de 98 no tratamento sem queima, pois, como ocorrido no aumento do número de touceiras (tratamento sem queima e sem animal), as plantas estavam crescendo. A altura média da touceira foi afetada em épocas pós-queima diminuindo o seu valor médio, assim como sob a presença animal, que consumiu as plantas rebrotadas e/ou sob efeito do pisoteio (tabela 13). O perímetro da touceira mostrou-se um pouco menor em todas as épocas sob a presença animal. Isto também ocorreu em função do aumento do número de perfilhos na ausência animal. BURKART (1969) citou para

o *Elyonurus muticus* diâmetro de 20 a 40 cm e altura média da touceira de 40 a 50 cm.

Tabela 12. Desdobramento da interação queima x época da amostragem sobre o número médio de perfilhos e altura média da touceira do capim-carona (*Elyonurus muticus*), sob a presença animal, na fazenda Nhumirim.

épocas	Número médio de perfilhos		Altura média da touceira	
	Sem queima	Com queima	Sem queima	Com queima
14/08/97	99,45	109,65	54,98	52,88
08/10/97	100,20	100,33	47,14	40,46
03/12/97	102,77	89,21	44,77	39,04
28/01/98	111,86	107,06	44,49	41,79
25/03/98	122,77	119,84	51,06	49,80
08/05/98	138,14	129,28	52,80	52,33
30/06/98	142,57	132,76	52,51	52,17
09/09/98	146,31	119,83	50,31	25,18
07/10/98	151,60	118,65	48,00	48,89
15/12/98	151,91	113,26	50,14	48,42
02/03/99	147,66	123,15	59,34	59,56

Tabela 13. Desdobramento da interação animal x época da amostragem sobre o perímetro médio e altura média da touceira do capim-carona (*Elyonurus muticus*), na fazenda Nhumirim.

data	Perímetro da touceira (cm)		Altura da touceira (cm)	
	Sem animal	Com animal	Sem animal	Com animal
14/08/97	43,55	40,95	56,03	51,83
08/10/97	44,89	40,86	54,63	30,95
03/12/97	44,31	40,64	44,92	38,05
28/01/98	45,09	42,26	45,19	40,59
25/03/98	44,79	42,64	52,49	47,99
08/05/98	45,47	43,94	54,16	50,71
30/06/98	45,51	44,66	53,13	51,41
09/09/98	44,46	43,66	41,81	31,31
07/10/98	45,56	44,66	61,81	33,23
15/12/98	45,61	44,82	51,14	47,03
02/03/99	46,25	45,66	60,69	58,05

Os blocos tiveram efeito significativo ($P < 0,01$) sobre o número de perfilhos, perímetro e altura das touceiras. Mas a interação queima x animal x bloco foi significativa ($P < 0,01$) em

todos os parâmetros analisados. O desdobramento desta interação é apresentado na tabela 14.

Tabela 14. Desdobramento da interação queima x animal x bloco sobre o número médio de perfilhos, número médio de inflorescências, perímetro e altura médios da touceira do capim-carona (*Elyonurus muticus*), na fazenda Nhumirim.

	bloco				
Número de perfilhos/ touceira	1	2	3	4	Média por tratamento
sem queima sem animal	96,00	89,85	255,91	119,22	140,25
sem queima com animal	110,84	103,05	113,20	124,49	112,81
com queima sem animal	84,11	80,55	151,05	126,25	110,49
com queima com animal	122,04	105,02	138,39	111,15	119,15
Média por bloco	103,25	94,62	179,76	120,28	121,15
	bloco				
Número de inflorescências	1	2	3	4	Média por tratamento
sem queima sem animal	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
sem queima com animal	0,00	0,11	0,00	0,00	0,04
com queima sem animal	1,00	1,16	17,07	1,38	5,15
com queima com animal	0,02	0,51	0,40	0,22	0,29
Média por bloco	0,26	0,45	5,65	0,40	1,45
	bloco				
Perímetro médio (cm)	1	2	3	4	Média por tratamento
sem queima sem animal	44,73	42,18	53,98	43,44	46,08
sem queima com animal	46,38	37,35	45,60	43,20	42,41
com queima sem animal	44,73	35,44	51,49	44,38	44,01
com queima com animal	46,58	39,15	42,30	46,73	43,69
Média por bloco	45,60	38,53	49,15	44,44	44,14
	bloco				
Altura média (cm)	1	2	3	4	Média por tratamento
sem queima sem animal	50,02	51,91	55,36	54,78	53,02
sem queima com animal	45,78	46,00	54,60	49,71	47,38
com queima sem animal	46,24	45,78	64,70	50,11	51,71
com queima com animal	38,02	39,93	44,35	42,15	41,11
Média por bloco	45,01	45,91	54,80	49,19	48,36

Analisando os resultados, tem-se que o bloco 3 apresentou o maior número de perfilhos por touceira (179,76), o maior número médio de inflorescências (5,65), o maior perímetro e altura médios por touceira (49,15 e 54,80, respectivamente). Os outros blocos tiveram resultados mais semelhantes entre si, com destaque para os blocos 4 e 2 que tiveram, respectivamente, o segundo maior valor para número de perfilhos e altura média das touceiras e o menor

valor para número de perfilhos e perímetro das touceiras. O coeficiente de correlação destes dois parâmetros (número de perfilhos e perímetro da touceira) foi de $r = 0,49$.

O bloco 1, apesar de ser o que apresenta o nível do lençol freático mais baixo, apresentou número de perfilhos (103,25), perímetro (45,60) e altura (45,01) das touceiras com valores intermediários, apenas teve o menor número de inflorescências.

Os resultados sugerem que a população do capim-carona apresenta plasticidade fenotípica, pois sob ação do fogo (eliminação da parte aérea com substâncias que provavelmente, são inibidores da floração) aumenta a emissão de inflorescências com grande número de cariopses, embora de baixa germinabilidade (capítulo 6). Sem o fogo e sem o animal, aumenta o número de perfilhos nas touceiras, compensando o baixo número de inflorescências.

Conclusões

- 1- Pela fenologia das plantas do caronal, existem espécies precoces (*Elyonurus muticus*, *Richardia grandiflora*, *Sporobolus jacquemontii*, e *Eragrostis bahiensis*), extemporâneas (*Mesosetum chaseae*, *Axonopus purpusii*, *Andropogon selloanus*, *Trachypogon spicatus* e *Desmodium barbatum*) e tardia (*Setaria geniculata*).
- 2- As touceiras do capim-carona após fogo e com ausência animal, apresentam alta proporção de inflorescências em relação às touceiras sem queima com e sem animal, em qualquer época do ano. Há maior número de perfilhos em touceiras com ausência de fogo e de animal.
- 3- O fogo e a ausência animal determinam maior número de touceiras com inflorescências.

CAPÍTULO 5

AVALIAÇÃO DO EFEITO DA QUEIMA E DA PRESENÇA ANIMAL SOBRE A COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E BOTÂNICA E SOBRE A FREQUÊNCIA DAS ESPÉCIES NO CAMPO DE CAPIM-CARONA (*Elyonurus muticus* (Spreng.) O. Ktze.)

Introdução

O Pantanal apresenta cerca de 1.863 espécies de plantas fanerógamas, distribuídas em 136 famílias, sendo muito poucas as espécies endêmicas (POTT e POTT, 1994a ; 1996 e 1999). Há aproximadamente 1000 espécies de plantas campestres (POTT, 1993a), 142 aquáticas (POTT, 1993b) e em torno de 550 lenhosas. Em lista das fanerógamas do Pantanal, POTT e POTT (1994b, 1996 e 1999) relacionaram as famílias de plantas de maior expressão, como Gramineae (212 espécies), Leguminosae com 240 espécies distribuídas nas três sub-famílias (54 Caesalpinioideae, 135 Faboideae e 51 Mimosoideae), Cyperaceae (perto de 92 espécies), Compositae (Asteraceae) com 87 espécies, Euphorbiaceae com 78, Rubiaceae com 62, Malvaceae com 47, Myrtaceae com 45, Convolvulaceae com 41, Apocynaceae com 30, Bignoniaceae com 34, Sterculiaceae com 35, Malpighiaceae com 35, Scrophulariaceae com 34, Amaranthaceae com 27, Verbenaceae com 32 espécies, Sapindaceae com 27, Acanthaceae com 25, Solanaceae com 23, Orchidaceae com 22 e Polygalaceae com 20. Já VALLS (1994) faz referência a 190 espécies de gramíneas, todas não endêmicas, distribuídas em 61 gêneros, com domínio da sub-família Panicoideae (40 gêneros), seguida por Chloridoideae (15 gêneros) e Oryzoideae e Bambusoideae (3 gêneros cada).

A importância das gramíneas no Pantanal deve-se ao seu valor forrageiro expressivo, onde tanto os animais domésticos como os herbívoros silvestres utilizam-nas como principal fonte de alimento, suplementada por espécies não gramíneas, forrageiras

herbáceas ou lenhosas, como ciperáceas, leguminosas, aquáticas e outras. POTT (1988a), em levantamento realizado sobre 300 e 930 ha, respectivamente das sub-regiões da Nhecolândia e Paiaguás, obteve 69 espécies forrageiras lenhosas distribuídas em 36 famílias, destacando-se pela aceitabilidade e oferta as espécies: *Scheelea phalerata* (Palmae), *Helicteres sacarolha* (Sterculiaceae), *Stryphnodendron barbadetiman* (*S. obovatum*, Mimosoideae), *Tocoyena formosa* (Rubiaceae) e *Vitex cymosa* (Verbenaceae); 25 espécies herbáceas em 15 famílias, com importância *Bidens gardneri* (Compositae) e *Cyperus* sp. (Cyperaceae); para o grupo de plantas dos campos arenosos alagáveis, esse autor encontrou 24 espécies em 13 famílias, com importância forrageira para *Eleocharis* sp. (Cyperaceae) e *Pontederia* sp. (Pontederiaceae).

As espécies vegetais encontradas no Pantanal não se limitam somente à utilização forrageira. Há também grande potencial apícola, ornamental, frutífero, medicinal e industrial (como extração de óleo dos frutos da bocaiúva). Os levantamentos de GUARIM NETO (1991), para as sub-regiões de Barão de Melgaço, Poconé e Cáceres, e de POTT e POTT (1994a), para todo o Pantanal, apresentam várias espécies de plantas com seus aspectos agronômicos, ecológicos, culturais e econômicos.

As gramíneas nativas ou naturalizadas do Pantanal têm o seu maior número de espécies concentrado no gênero *Paspalum* com 32 espécies, seguido do gênero *Panicum* (22 espécies), *Axonopus* (13), *Eragrostis* (10), *Digitaria* (8), *Brachiaria* (7), *Chloris* (6); *Aristida* e *Setaria* com 5 espécies cada; *Andropogon*, *Mesosetum*, *Leptochloa* e *Sporobolus* com 4 espécies cada; *Echinochloa*, *Imperata*, *Schizachyrium*, *Cynodon*, *Gymnopogon* e *Oryza* com 3 espécies cada; *Bothriochloa*, *Reimarochloa*, *Gouinia*, *Pappophorum* e *Tridens* com 2 espécies; cada um dos gêneros restantes apresenta uma só espécie: *Acroceras*, *Agenium*, *Cenchrus*, *Coelorhachis*, *Echinolaena*, *Elyonurus*, *Eriochloa*, *Hemarthria*, *Hymenachne*,

Hyparrhenia, *Hypogynium*, *Ichnanthus*, *Lasiacis*, *Leptochoryphium*, *Loudetia*, *Oplismenus*, *Paratheria*, *Paspalidium*, *Pennisetum*, *Rhynchelytrum*, *Rhytachne*, *Sacciolepis*, *Sorghastrum*, *Sorghum*, *Thrasya*, *Trachypogon*, *Tripsacum*, *Bouteloua*, *Dactyloctenium*, *Eleusine*, *Microchloa*, *Tripogon*, *Leersia*, *Luziola*, *Guadua*, *Lithachne* e *Olyra* VALLS (1994).

Conforme VALLS (1994), a lista acima relacionada está acrescida de novos gêneros de gramíneas e número de espécies em relação à apresentada em ALLEM e VALLS (1987). Há ainda a possibilidade de aumento do número de gêneros e espécies, conforme os levantamentos botânicos no Pantanal forem sendo realizados.

Dentre as gramíneas relacionadas há algumas espécies de reconhecido valor forrageiro que merecem ser melhor pesquisadas, destacando-se as seguintes espécies por apresentar alta frequência, regular a ótima produção de massa, boa aceitabilidade e ciclo biológico perene: *Andropogon hypogynus*, *Axonopus purpusii*, *Digitaria fuscescens*, *Mesosetum chaseae*, *Paratheria prostrata*, *Paspalum alnum*, *P. virgatum* e as higrófilas *Hemarthria altissima*, *Hymenachne amplexicaulis*, *Leersia hexandra*, *Panicum chloroticum*, *P. laxum*, *P. elephantipes*, *Paspalidium paludivagum*, *Paspalum plicatulum* e *Reimarochloa* sp. (ALLEM e VALLS, 1987). Ainda conforme os referidos autores, a subfamília Panicoideae (espécies acima, exceção a *Leersia*) é a que cobre a maior parte das pastagens do Pantanal, com gêneros de importância forrageira como *Andropogon*, *Axonopus*, *Panicum*, *Paspalum* e *Reimarochloa*, e menos importantes para o gado, como *Schizachyrium* e *Elyonurus*, mas que no total, perfazem 90% da cobertura das pastagens nativas do Pantanal.

Elyonurus é descrito como gênero possuidor de 15 espécies distribuídas nos trópicos e subtropicais do globo terrestre, considerado como mesofítico a xerofítico, ocorrendo nas savanas

em solos secos. As plantas do gênero são bissexuais, cespitosas, perenes ou anuais e C4 (WATSON e DALLWITZ, 1994). *Elyonurus muticus* (capim-carona) é a única espécie do gênero no Pantanal, perene, possui rizoma curto, lígula ciliada e parte aérea aromática, com presença de óleos essenciais (PADULA et al., 1977; SCRAMIN et al., no prelo), passando o gosto amargo e desagradável ao leite (BURKART, 1969). É citado por POTT (1994) e MAURO et al. (1998) como espécie dominante de campo sujo (caronal, figura 1 do apêndice), cobrindo cerca de 20% da área do Pantanal da Nhecolândia. Aparece ainda nas sub-regiões de Paiaguás, Cáceres, Abobral e Aquidauana (ALLEM e VALLS, 1987). É considerada planta invasora, cujo domínio ocupa área que poderia estar disponível para outras espécies forrageiras de valor, pois somente a rebrota pós-queima é consumida pelo gado. O melhor método de sua erradicação seria o desenraizamento por gradagem, mas economicamente oneroso. A queimada é citada por ALLEM e VALLS (1987) como método moderado de controle de expansão da espécie, além, é claro, das águas das cheias.

O fogo e o pastejo animal são os maiores modificadores da flora em sua composição, estrutura e frequência das espécies (GOLDSMITH, 1974; GILL, 1975; COUTINHO, 1976; McNAUGHTON, 1984; TROLLOPE, 1984; OLFF e RITCHIE, 1998; AUGUSTINE e McNAUGHTON, 1998). A frequência do fogo serve como alterador da estrutura da vegetação, onde a menor frequência de queima favorece as espécies herbáceas em detrimento das lenhosas e alta frequência ou a falta de queima determina um aumento do número de arbóreas por área (BRIGGS e GIBSON, 1992; PANTIS e MARDIRIS, 1992). E a moderada pressão de pastejo estimula a rebrota das gramíneas e outras herbáceas forrageiras, favorecendo sua digestibilidade e palatabilidade. Mas sob altas pressões de pastejo há superpastejo, com declínio das principais espécies forrageiras e aumento das não forrageiras, como muitas arbóreas e arbustos. Mas tanto o fogo como o pastejo favorecem a rebrota das forrageiras e reduzem o acúmulo de material morto nas pastagens.

Assim, tendo em vista o pouco conhecimento sobre os efeitos conjuntos dos distúrbios no Pantanal, o trabalho de campo teve por objetivos avaliar o quanto o fogo e a presença animal alteram a composição florística e a frequência das espécies nativas do campo do capim-carona no Pantanal arenoso, além de verificar a composição botânica que é outro atributo quantitativo importante para estudo da composição da comunidade de uma pastagem.

Material e Métodos

O levantamento florístico das espécies e suas respectivas frequências foi realizado em parcelas distribuídas (20 x 20 m) em 4 blocos, sob os tratamentos: sem fogo sem gado (SFSG); sem fogo com animal (SFCG); com fogo sem gado (CFSG) e com fogo com gado (CFCG). Os blocos encontravam-se distantes do outro de 2 a 6 km, separados por fitofisionomias diferentes (como as cordilheiras com cerradões, baías e/ou salinas), formando um divisor natural.

A identificação das espécies, quando não determinadas em campo ou pelo manual de POTT e POTT (1994a), foi realizada pela equipe do Herbário da EMBRAPA/Pantanal, onde muitas exsicatas foram depositadas.

A caracterização climática do período experimental, o delineamento estatístico e condições edáficas da área de estudo foram descritos nos capítulos 1, 2 e 3, respectivamente.

1) Composição florística e frequência

A composição florística foi obtida por quatro avaliações, realizadas a cada 4 a 6 meses, conforme o regime das águas. As épocas de amostragem foram março, agosto e novembro de 1998 e fevereiro de 99. Estes levantamentos basearam-se pela anotação de

todas as espécies presentes em cada uma das parcelas de 400 m². A frequência absoluta decorreu da alocação aleatória de 16 quadrados de 1 m² por parcela, nos locais que não sofreram cortes, sendo representada como porcentagem de amostras em que foi encontrado pelo menos um indivíduo da espécie.

Foi realizada análise estatística para número e frequências das espécies, usando-se o SAS com do GLM apenas para 63 espécies, escolhidas por serem mais frequentes e por seu maior valor forrageiro. As espécies que apareceram somente uma ou poucas vezes não foram analisadas ou consideradas, pois seus coeficientes de variação estavam muito altos.

2) Composição botânica

A composição botânica, cuja definição da expressão utilizada em pastagens, dada por NASCIMENTO JÚNIOR (1989) é "proporção das várias espécies de plantas em relação ao total, em uma dada área", foi obtida como porcentagem de peso da matéria seca (MS) de cada uma das espécies em relação ao peso seco da biomassa aérea total do caronal. Assim, cada uma das espécies apresentou seu respectivo peso da MS em termos de porcentagem do total. Utilizaram-se dados de peso da MS por espécie individual somente das coletas a partir da 2ª queimada (capítulo 2, tabela 13), pois nas coletas da 2ª queimada, a biomassa da categoria "outras espécies" representou a maior porcentagem em peso.

Resultados e Discussão

As espécies encontradas no campo de capim-carona, sob os tratamentos nos quatro blocos estudados, compuseram-se de 155 espécies distribuídas em 107 gêneros e 41 famílias (tabela 1), correspondendo a aproximadamente 8% das espécies, quase 33% das famílias e cerca de 15% das espécies de gramíneas encontradas no

Pantanal. O número de espécies determinado foi superior ao listado por POTT et al.(1986), que registraram 128 espécies encontradas nos campos de capim-carona da fazenda Nhumirim.

Tabela 1. Espécies vegetais encontradas nas parcelas do experimento com e sem queima e com e sem presença animal no campo de capim-carona (*Elyonurus muticus*) na fazenda Nhumirim.

Família	Espécies	Nomes populares	*Hábito de crescimento
Acanthaceae	<i>Ruellia gemminiflora</i> H.B.K.		erva
	<i>Stenandrium pohlii</i> Nees	caiapá	erva
Amaranthaceae	<i>Froelichia procera</i> (Seub.) Pedersen		erva
Anacardiaceae	<i>Anacardium humile</i> St.Hil.	cajuzinho	arbusto
Annonaceae	<i>Annona cornifolia</i> St. Hil.	ata-de-cobra	arbusto
	<i>Annona dioica</i> St. Hil.	arixicum	arbusto
	<i>Annona phaeoclados</i> Mart.	ata-vermelha	arbusto
	<i>Unonopsis lindmanii</i> Fries	pindaiva-preta	arbusto a árvore
Apocynaceae	<i>Macrosiphonia petraea</i> (St.Hil.) Schum.	velame-do-campo	erva
Asclepiadaceae	<i>Oxypetalum amottianum</i> Buek		erva
	<i>Funastrum clausum</i> (Jacq.) Schl.	cipó-de-leite	trepadeira
Bignoniaceae	<i>Tabebuia aurea</i> (Manso) B. et H.	paratudo	árvore
Boraginaceae	<i>Heliotropium filiforme</i> H.B.K.		erva anual
Bromeliaceae	<i>Bromelia balansae</i> Mez	gravatá	erva
Combretaceae	<i>Buchenavia tomentosa</i> Eichl.	tarumarana	árvore
Commelinaceae	<i>Commelina cf. nudiflora</i> L.	santa-luzia	erva
	<i>Commelina diffusa</i> Burm. f.	santa-luzia	erva
	<i>Murdannia nudiflora</i> (L.) Bren.		erva
Compositae (Asteraceae)	<i>Eupatorium macrocephalum</i> Less.		erva
	<i>Eupatorium squalidum</i> D.C.	cruzinha	arbusto
	<i>Erechtites hieracifolia</i> (L.) Rafin	voadeira	erva anual
	<i>Orthopappus angustifolius</i> (Sw.) Gl.	língua-de-vaca	erva
	<i>Porophyllum lanceolatum</i> DC.		erva anual
	<i>Pterocaulon alopecuroides</i> (Lam.) DC.		erva
	<i>Stilpnopappus pantanalensis</i> H. Rob.	roxinha	erva

	<i>Vernonia scabra</i> Pers.	assa-peixe	arbusto
	<i>Wedelia brachycarpa</i> Bak.	margarida	erva

Cyperaceae	<i>Bulbostylis junciformis</i> Lindm.		erva
	<i>Bulbostylis hirtela</i> (Schr.) Urban		erva
	<i>Bulbostylis scabra</i> (Bras.) Lindm.		erva
	<i>Cyperus brevifolius</i> (Rottb.) Hassk.		erva
	<i>Cyperus cayennensis</i> (Lam.) Britt.		erva
	<i>Cyperus haspan</i> L.	cebolinha	erva
	<i>Cyperus sesquiflorus</i> (Torr.) Mattf. & Kuk.		erva
	<i>Cyperus surinamensis</i> Rottb.		erva
	<i>Cyperus</i> sp1.		erva
	<i>Cyperus</i> sp2.		erva
	<i>Cyperus</i> sp3.		erva
	<i>Cyperus</i> sp4.		erva
	<i>Eleocharis minima</i> Kunth	lodo	erva
	<i>Eleocharis nudipes</i> (Kunth) Palla	cebolinha	erva
	<i>Frimbristylis dichotoma</i> (L.) Vahl		erva
	<i>Hemicarpha micrantha</i> (Vahl) Pax		erva
	<i>Lipocarpa sellowiana</i> Kunth		erva
	<i>Rhynchospora eximia</i> (Nees) Böckler		erva
<i>Rhynchospora nervosa</i> Vahl	capim-estrela	erva	
<i>Rhynchospora tenuis</i> Link	barba-de-bode	erva	

Dilleniaceae	<i>Curatella americana</i> L.	lixreira	árvore
---------------------	-------------------------------	----------	--------

Ebenaceae	<i>Diospyros hispida</i> DC.	fruta-de-boi	árvore
------------------	------------------------------	--------------	--------

Eriocaulaceae	<i>Paepalanthus lamarckii</i> Kth.		erva
----------------------	------------------------------------	--	------

Euphorbiaceae	<i>Caperonia castaneaefolia</i> (L.) St.Hil.	erva-de-bicho-branca	erva
	<i>Croton cf. corumbensis</i> S.Moore	malva	arbusto
	<i>Croton glandulosus</i> (L.) M. Arg.	canela-de-seriema	erva anual
	<i>Jatropha elliptica</i> (Pohl) Bail.	purga-de-lagarto	arbusto
	<i>Phyllanthus amarus</i> Schum. et Thon.	quebra-pedra	erva anual
	<i>Sebastiania hispida</i> (Mart.) Pax	mercúrio	erva

Gentianaceae	<i>Schultesia guianensis</i> Aubl.		erva anual
---------------------	------------------------------------	--	------------

Iridaceae	<i>Cipura paludosa</i> Aubl.	orquídea-do-campo	erva
------------------	------------------------------	-------------------	------

Labiatae (Lamiaceae)	<i>Hyptis brevipes</i> Poit.	hortelã-brava	erva
	<i>Hyptis crenata</i> Pohl	hortelanzinha	erva
	<i>Peltodon tomentosus</i> Pohl	papoula-do-campo	erva

Leguminosae -	<i>Chamaecrista flexuosa</i> (L.) Greene		erva a subarbusto
----------------------	--	--	-------------------

Caesalpinioideae	<i>Chamaecrista serpens</i> (L.) Greene		erva
	<i>Hymenaea stigonocarpa</i> (Mart.) Hayne	jatobá	árvore
Leguminosae - Faboideae	<i>Acosmium subelegans</i> (Mohl.) Yak.	quina-genciana	árvore
	<i>Aeschynomene histrix</i> Poir.		erva
	<i>Aeschynomene paniculata</i> Willd.		erva a subarbusto
	<i>Bowdichia virgilioides</i> H.B.K.	sucupira	árvore
	<i>Centrosema brasilianum</i> (L.) Benth.		erva
	<i>Crotalaria micans</i> Link.		erva anual
	<i>Crotalaria stipularia</i> Desv.	xique-xique	erva
	<i>Desmodium barbatum</i> (L.) Bth.		erva
	<i>Desmodium distortum</i> (Aubl.) Macbr.	remendo	subarbusto
	<i>Eriosema crinitum</i> (H. B. K.) Mey		erva
	<i>Eriosema platycarpon</i> Mich.		arbusto
	<i>Stylosanthes acuminata</i> M.B.Ferr.et S.Costa		erva
	<i>Tephrosia adunca</i> Bth.		erva
	<i>Vigna peduncularis</i> var. <i>clitorioides</i> (Mart.) Marech. Maresh. & St.		erva
	<i>Zornia crinita</i> (Mohl.) Vanni	nariz-de-vaca	erva
	<i>Zornia latifolia</i> Sm.	orelha-de-caxinguelê	erva
	<i>Zornia reticulata</i> Sw.		erva
Leguminosae - Mimosoideae	<i>Mimosa adenocarpa</i> Bth.	aranha-gato	arbusto
	<i>Stryphnodendron obovatum</i> Bth.	barbatimão	árvore
Lythraceae	<i>Cuphea racemosa</i> (L.) Spreng.		erva
	<i>Rotala ramosior</i> (L.) Koehne		erva anual
Malpighiaceae	<i>Byrsonima orbignyana</i> A Juss.	canjiqueira	arbusto
	<i>Mascagnia benthamiana</i> (Gris.) Anderson	cipó-branco	arbusto
Malvaceae	<i>Sida cerradoensis</i> Krap.	malva	erva
	<i>Sida linifolia</i> Cav.	malvinha	erva
	<i>Sida santaremensis</i> Mont.	malva	erva
	<i>Sida viarum</i> St. Hil.	malva	erva
Melastomataceae	<i>Mouriri elliptica</i> Mart.	coroa-de-frade	árvore
	<i>Tibouchina gracilis</i> (Bonpl.) Cogn.		erva
Menispermaceae	<i>Cissampelus pareira</i> L.	orelha-de-gato	trepadeira
Myrtaceae	<i>Psidium guineense</i> Sw.	araçá	arbusto
Ochnaceae	<i>Sauvagesia erecta</i> L.		erva
Olacaceae	<i>Dulacia egleri</i> (Ranger) Sleumer	pau-de-rato	arbusto

	<i>Ximenesia americana</i> L.	limãozinho	arbusto a árvore
Onagraceae	<i>Ludwigia octovalvis</i> (Jacq.) Raven		erva a arbusto
	<i>Ludwigia rigida</i> (Miq.) Sandw.	pau-de-anhuma	erva a arbusto
Palmae (Arecaceae)	<i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Lodd.	bocaiúva	árvore
	<i>Scheelea phalerata</i> (Mart.) Bur.	acuri	árvore
Poaceae (Gramineae)	<i>Andropogon bicornis</i> L.	rabão-de-burro	cespitosa
	<i>Andropogon hypogynus</i> Hack.	capim-vermelho	cespitosa
	<i>Andropogon selloanus</i> (Hack.) Hack.	rabão-de-carneiro	cespitosa
	<i>Aristida</i> sp.	capim-fino	cespitosa
	<i>Axonopus paraguayensis</i> Black	capim-fino	cespitosa
	<i>Axonopus purpusii</i> (Mez) Chase	mimoso	estolonífera
	<i>Digitaria decumbens</i> Stent	pangola	estolonífera
	<i>Digitaria fuscescens</i> (Presl.) Henr.	taquarizano	estolonífera
	<i>Elyonurus muticus</i> (Spr.) Kunth	capim carona	cespitosa
	<i>Eragrostis bahiensis</i> Schult.		cespitosa
	<i>Eragrostis</i> sp. C. A. G. Rodrigues n.058		cespitosa
	<i>Gymnopogon spicatus</i> (Spr.) O K.	taquarinha	cespitosa
	<i>Ichnanthus procurrens</i> (Nees) Swallen	talo-roxo	estolonífera
	<i>Leptocoryphium lanatum</i> (H.B.K.) Nees		cespitosa
	<i>Mesosetum chaseae</i> Luces	grama-do-cerrado	estolonífera
	<i>Panicum hirtum</i> Lam.	taquarinha	cespitosa
	<i>Panicum laxum</i> Sw.	grama-do-carandazal	cespitosa/estolonífera
	<i>Panicum repens</i> L.	castela	estolonífera
	<i>Pappophorum krapovickasii</i> Roseng.	rabão-de-lobo	cespitosa
	<i>Paspalum carinatum</i> H & B.	barba-de-bode	cespitosa
	<i>Paspalum oteroi</i> Swallen	grama-tio-pedro	estolonífera
	<i>Paspalum plicatum</i> Michx.	felpudo	cespitosa
	<i>Paspalum stellatum</i> H & B.		cespitosa
	<i>Reimarochloa</i> sp.	mimosinho	estolonífera
	<i>Schizachyrium microstachyum</i> (Desv.) Roseng.	rabão-de-burro	cespitosa
	<i>Setaria geniculata</i> (Lam.) Beauv.	mimoso vermelho	cespitosa
	<i>Sorghastrum setosum</i> (Gris.) Hitchc.		cespitosa
<i>Sporobolus jacquemontii</i> Kunth.	firmeano	cespitosa	
<i>Trachypogon spicatus</i> (L.f.) O Kuntze	capim-agulha	cespitosa	
Polygalaceae	<i>Polygala extraaxillaris</i> Chodat	alcanfo-do-campo	erva
	<i>Polygala longicaulis</i> H.B.K.	brilhantina	erva anual
	<i>Polygala subtilis</i> H.B.K.		erva anual
	<i>Polygala timoutoides</i> Chodat		erva anual
Portulacaceae	<i>Portulaca fluvialis</i> Legr.	nove-horas	erva anual

	<i>Portulaca</i> sp.	nove-horas	erva anual
Rubiaceae	<i>Borreria quadrifaria</i> Cabral		erva
	<i>Borreria eryngioides</i> Cham. & Schl.		erva
	<i>Diodia kuntzei</i> Schum.		erva
	<i>Richardia grandiflora</i> (C. & S.) Steud.	bernarda	erva
Scrophulariaceae	<i>Angelonia salicariaefolia</i> Bonpl.		erva
	<i>Bacopa salzmännii</i> (Benth.) Wettst.&Edwall		erva
	<i>Buchnera longifolia</i> H.B.K.		erva
	<i>Scoparia dulcis</i> L.	vassourinha	erva
	<i>Scoparia montevidensis</i> (Spr.) Fries	vassourinha-do-brejo	erva
Solanaceae	<i>Solanum viarum</i> Dun.	joá	erva
Sterculiaceae	<i>Melochia simplex</i> St. Hil.	malva	erva
	<i>Melochia villosa</i> (Mill.) Fawc. et R.	malva	erva
	<i>Waltheria albicans</i> Turcs.	malva-branca	erva
Turneraceae	<i>Piriqueta cistoides</i> (L.) Gris.		erva
	<i>Piriqueta corumbensis</i> Moura	guanxuma	erva
	<i>Turnera melochioides</i> Camb.	guanxuma	erva
Violaceae	<i>Hybanthus calceolaria</i> (L.) Schulze		erva
Pteridophyta	<i>Ophioglossum crotalophoroides</i> Walter	língua-de-cobra	erva

* Fonte: POTT et al. (1986); POTT e POTT (1994a)

As famílias com maior número de espécies foram Poaceae com 29 espécies, Leguminosae (3 subfamílias) com 22 e Cyperaceae com 20, sendo estas famílias as que compreendem a grande maioria das forrageiras. Todas as espécies são nativas da região com exceção das gramíneas *Panicum repens* (australiana) e *Digitaria decumbens* (africana) que foram introduzidas, na tentativa de melhoramento das pastagens da região. Não houve sucesso devido às cheias, mas há remanescentes, principalmente *P. repens*, que é rizomatoso e mais resistente a alagamento.

Vários dos gêneros e mesmo algumas espécies aqui encontradas foram citadas como ocorrentes em outras áreas de pastagens nativas do sul do Brasil (POTT, 1974; ROSITO et al., 1989;

BOLDRINI, 1993) e de outros países, como a Venezuela (SARMIENTO e VERA, 1979; BILBAO, 1995).

A maioria das espécies são herbáceas forrageiras ou não. As arbustivas ou arbóreas encontraram-se em pequeno número e forma jovem e muitas vezes morriam de um levantamento florístico a outro, como ocorreu com o jatobá (*Hymenaea stigonocarpa*).

Tanto o fogo como o pastejo animal são citados como promotores de distúrbios, não permitindo que a comunidade vegetal atinja o seu clímax (GOLDSMITH, 1974), ou seja, que se desenvolva até uma constância e equilíbrio da dinâmica da vegetação, onde chega-se a um estado estacionário, sob um conjunto particular de condições ambientais. Assim, no Pantanal as queimadas e a presença animal (com bocadas e seletividade, pisoteio, deposição de fezes e urina) são altamente determinantes da composição e estrutura das pastagens nativas. Há também as perturbações naturais, como as cheias e a seca que, alternadas de forma curta a longa, determinam também alterações na composição de espécies.

Na tabela 2 é apresentado o resultado da análise estatística para avaliação do número de espécies (riqueza) encontradas sob o efeito do fogo e do animal.

Tabela 2. Teste F para número de espécies encontradas em cada parcela no caronal sob efeito da queima (Q) e do animal (A), em diferentes épocas (E), na fazenda Nhumirim.

	Queima (Q)	Animal (A)	Q*A	Bloco	Época (E)	Q*E	A*E	Q*A*E	C.V.%
Número de espécies	0,351	0,141	0,639	0,0001**	0,0001**	0,563	0,248	0,593	14,11

* =0,01<P<0,05; ** =0,001<P<0,01; sem símbolo =não significativo

Não houve efeito significativo (P>0,01) do fogo e da presença animal sobre o número de espécies encontradas. Mas,

apesar disso, houve uma tendência de número médio de espécies um pouco maior para as parcelas que receberam fogo e animal.

A tabela 3 apresenta o número médio de espécies sob o efeito isolado da queima, do animal, da época de avaliação e dos blocos. Houve diferença significativa ($P < 0,01$) para esses dois últimos parâmetros analisados.

Tabela 3. Número médio de espécies no campo de *Elyonurus muticus* (caronal), sob efeito da queima, do animal, da época de avaliação e dos blocos, na fazenda Nhumirim.

	Número de espécies		Número de espécies
Sem queima	39,32A	Sem animal	39,84A
Com queima	42,25A	Com Animal	42,07A
	Número de espécies		Número de espécies
Época 1 (Mar/98)	48,47A	Bloco 1	43,25
Época 2 (Ago/98)	36,93B	Bloco 2	37,50
Época 3 (Nov/98)	33,40B	Bloco 3	47,92
Época 4 (Fev/99)	44,73A	Bloco 4	36,63

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem significativamente entre si

As épocas de avaliação que apresentaram maior número de espécies foram época 1 e época 4, que eram o início do outono (março/98) e final do verão (fevereiro/99), épocas semelhantes quanto a condições climáticas. Houve temperatura média de 28,05 °C para época 1 (média de 2 meses antes da avaliação) e 27,8 °C, época 4; chuvas de 436,2 mm para época 1 contra 315,4 mm para época 4 e umidade relativa do ar de 84,7 % em cada uma das duas épocas. O maior número de espécies, provavelmente, foi decorrência de maior umidade no ambiente, sendo que mesmo entre as duas épocas sem diferença estatística houve um número de espécies um pouco maior para a época 1, com 120,8 mm a mais de chuva que a época 4.

As outras duas épocas de avaliação foram, quase final da seca em agosto/98, antes da segunda queimada (época 2), e época

3 na estação primaveril (nov/98). Nas épocas 2 e 3 havia menor umidade no ambiente, o que provavelmente determinou menor número de espécies. A temperatura média, precipitação e umidade relativa média de dois meses antes de cada uma das avaliações foram de 22,3 °C; 10,5 mm e 85,3 % para época 2 e 24,8 °C; 291 mm e 83,4% para época 3, respectivamente. A maior quantidade de chuvas e temperaturas médias mais elevadas favorecem o aparecimento de espécies efêmeras, aumentando o número de espécies.

Os blocos também apresentaram diferenças significativas para o número de espécies encontradas ($P < 0,01$). O bloco 3 apresentou o maior número, seguido do bloco 1 e dos blocos 2 e 4. Esses resultados para blocos são semelhantes aos obtidos para produção de matéria seca (MS kg/ha) (capítulo 2, tabela 5), no qual o bloco 3 apresentou a maior produção total (kg MS/ha), seguido dos blocos 1, 2 e 4.

A apresentação dos resultados da análise estatística da avaliação da frequência absoluta de algumas espécies nas áreas submetidas aos tratamentos está na tabela 4.

Analisando os resultados da tabela 4, houve efeito de queima ($P < 0,01$), com aumento de frequência para as espécies pioneiras *Chamaecrista serpens*, *Portulaca fluviialis* e *Portulaca* sp (tabela 5). O fogo, ou quebra a dormência das sementes da leguminosa (*C. serpens*), promovendo a imediata germinação, ou destrói a parte aérea das outras espécies, diminuindo a competitividade entre espécies (por água, luz) favorecendo as *Portulaca* spp.

Tabela 4. Resultados da análise do Teste F para a frequência absoluta de algumas espécies do campo de *Elyonurus muticus*, fazenda Nhumirim sob os tratamentos Q e A

Espécie	Queima(Q)	Animal(A)	Q*A	Bloco(B)	Época(E)	Q*E	A*E	Q*A*E	C.V.%
<i>Andropogon bicornis</i>	0,325	0,339	0,71	0,0006**	0,9	0,0064**	0,287	0,0479*	89,42
<i>Andropogon hypogynus</i>	0,497	0,068	0,774	0,0034**	0,181	0,566	0,283	0,137	120,14
<i>Andropogon selloanus</i>	0,767	0,385	0,138	0,0002**	0,45	0,246	0,056	0,412	22,22
<i>Annona cornifolia</i>	0,663	0,204	0,971	0,0001**	0,079	0,362	0,572	0,461	61,36
<i>Annona dioica</i>	0,264	0,273	0,09	0,0011**	0,919	0,298	0,324	0,453	47,96
<i>Axonopus paraguayensis</i>	0,178	0,15	0,074	0,0025**	0,0275*	0,564	0,364	0,0395*	123,52
<i>Axonopus purpusii</i>	0,268	0,562	0,674	0,0001**	0,0012**	0,267	0,31	0,361	15,09
<i>Bulbostylis junciformis</i>	0,774	0,159	0,931	0,0026**	0,0001**	0,317	0,867	0,582	96,87
<i>Borreria quadrifaria</i>	0,556	0,0372*	0,227	0,0001**	0,33	0,0402*	0,521	0,22	35,32
<i>Bulbostylis hirtella</i>	0,392	0,473	0,631	0,0056**	0,068	0,978	0,554	0,942	189,08
<i>Bulbostylis scabra</i>	0,182	0,061	0,055	0,0129*	0,0043**	0,228	0,072	0,092	145,78
<i>Bulbostylis</i> sp.	0,817	0,202	0,116	0,0351*	0,0001**	0,95	0,685	0,235	124,79
<i>Byrsonima orbignyana</i>	0,052	0,0115*	0,351	0,0063**	0,68	0,698	0,467	0,432	53,30
<i>Chamaecrista serpens</i>	0,0303*	0,0471*	0,0100**	0,0001**	0,0024**	0,0402*	0,442	0,7	41,36
<i>Commelina nudiflora</i>	0,699	0,217	0,069	0,0002**	0,0003**	0,757	0,476	0,077	82,63
<i>Commelina</i> sp	0,431	0,305	0,174	0,0066**	0,237	0,285	0,62	0,463	114,96
<i>Croton glandulosus</i>	0,32	0,432	0,08	0,0001**	0,222	0,322	0,548	0,494	62,72
<i>Cuphea racemosa</i>	0,923	0,085	0,503	0,0001**	0,2	0,248	0,406	0,897	129,01
<i>Curatella americana</i>	0,344	0,212	0,844	0,0011**	0,0234*	0,087	0,911	0,605	123,21
<i>Cyperus sesquiflorus</i>	0,055	0,412	0,103	0,087	0,0241*	588	884	0,549	81,53
<i>Desmodium barbatum</i>	0,454	0,78	0,848	0,0001**	0,601	0,223	0,807	0,357	45,23
<i>Digitaria fuscescens</i>	0,321	0,052	0,208	0,0404*	0,149	0,29	0,28	0,114	153,92
<i>Diospyros hispida</i>	0,119	0,394	0,38	0,0056**	0,0094**	0,307	0,792	0,673	136,23
<i>Elyonurus muticus</i>	0,222	0,15	0,186	0,0001**	0,229	0,855	0,248	0,98	3,51
<i>Eragrostis bahiensis</i>	0,221	0,587	0,834	0,0001**	0,781	0,901	0,924	0,664	65,16
<i>Eupatorium squalidum</i>	0,612	0,956	0,955	0,0001**	0,0394*	0,645	0,562	0,267	128,53
<i>Froelichia procera</i>	0,411	0,911	0,249	0,0001**	0,082	0,579	0,965	0,653	234,40
<i>Fimbristylis</i> sp	0,31	0,819	0,2	0,0110*	0,0001**	0,59	0,441	0,387	128,93
<i>Gymnopogon spicatus</i>	0,999	0,199	0,694	0,0001**	0,182	0,155	0,824	0,87	59,57
<i>Hyptis brevipes</i>	0,443	0,581	0,587	0,0001**	0,0400*	0,916	0,913	0,992	89,65
<i>Hyptis crenata</i>	0,292	0,47	0,746	0,0001**	0,249	0,242	0,062	0,484	29,39
<i>Ichnanthus procurrens</i>	0,41	0,32	0,345	0,0001**	0,622	0,491	0,3	0,833	86,88
<i>Melochia simplex</i>	0,36	0,991	0,424	0,078	0,919	0,249	0,27	0,728	244,24

Espécie	continuação								
	Queima(Q)	Animal(A)	Q*A	Bloco(B)	Época(E)	Q*E	A*E	Q*A*E	C.V.%
<i>Melochia villosa</i>	0,885	0,393	0,178	0,0016**	0,18	0,766	0,613	0,857	82,15
<i>Mesosetum chaseae</i>	0,922	0,196	0,26	0,0001**	0,436	0,597	0,75	0,0340*	9,44
<i>Orthopappus angustifolius</i>	0,664	0,474	0,365	0,0003**	0,337	0,54	0,285	0,939	125,88
<i>Paspalum carinatum</i>	0,243	0,964	0,974	0,0009**	0,14	0,891	0,378	0,286	118,42
<i>Paspalum plicatulum</i>	0,068	0,174	0,174	0,0001**	0,152	0,429	0,507	0,507	150,71
<i>Paspalum stellatum</i>	0,357	0,536	0,651	0,0001**	0,475	0,5	0,485	0,0332*	87,76
<i>Peltodon tomentosus</i>	0,97	0,33	0,519	0,0001**	0,101	0,691	0,104	0,0336*	85,68
<i>Polygala extraaxillaris</i>	0,449	0,318	0,0205*	0,0003**	0,456	0,251	0,482	0,067	92,47
<i>Portulaca fluvialis</i>	0,0343*	0,701	0,189	0,919	0,0001**	0,0467*	0,353	0,082	90,15
<i>Portulaca sp</i>	0,0174*	0,102	0,102	0,0369*	0,0128*	0,0128*	0,258	0,258	156,51
<i>Rhynchospora tenuis</i>	0,755	0,99	0,684	0,0001**	0,0001**	0,233	0,61	0,949	64,89
<i>Rhynchospora sp</i>	0,272	0,932	0,964	0,0087**	0,0001**	0,632	0,931	0,996	85,02
<i>Richardia grandiflora</i>	0,977	0,924	0,412	0,0001**	0,48	0,433	0,818	0,722	18,27
<i>Ruellia gemminiflora</i>	0,893	0,793	0,491	0,0001**	0,097	0,665	0,471	0,232	47,67
<i>Scheelea phalerata</i>	0,483	0,08	0,363	0,0072**	0,831	0,443	0,929	0,172	204,61
<i>Scoparia montevidensis</i>	0,359	0,754	0,456	0,0001**	0,6	0,742	0,537	0,615	115,28
<i>Sebastiania hispida</i>	0,105	0,795	0,84	0,0001**	0,668	0,626	0,898	0,892	66,10
<i>Setaria geniculata</i>	0,134	0,299	0,124	0,0001**	0,631	0,157	0,126	0,615	74,12
<i>Sida cerradoensis</i>	0,475	0,174	0,298	0,0054**	0,0001**	0,963	0,797	0,912	170,08
<i>Sida viarum</i>	0,203	0,451	0,116	0,0001**	0,127	0,057	0,419	0,973	44,58
<i>Sporobolus jacquemontii</i>	0,08	0,832	0,98	0,0001**	0,28	0,236	0,936	0,876	109,69
<i>Stilpnopappus pantanalensis</i>	0,137	0,676	0,676	0,0001**	0,304	0,304	0,506	0,506	95,85
<i>Stylosanthes acuminata</i>	1,000	0,456	0,29	0,06	0,458	0,95	0,844	0,179	263,41
<i>Tabebuia aurea</i>	0,076	0,791	0,781	0,0004**	0,196	0,963	0,928	0,962	128,47
<i>Tibouchina gracilis</i>	0,164	0,67	0,095	0,0001**	0,213	0,8	0,254	0,212	80,98
<i>Trachypogon spicatus</i>	0,848	0,111	0,404	0,0001**	0,133	0,756	0,912	0,343	26,13
<i>Vernonia scabra</i>	0,088	0,305	0,874	0,0001**	0,054	0,151	0,888	0,195	99,93
<i>Waltheria albicans</i>	0,121	0,08	0,1	0,0001**	0,0068**	0,409	0,158	0,11	38,49
<i>Zornia crinita</i>	0,298	0,339	0,326	0,0001**	0,234	0,919	0,909	0,825	90,39

* = 0,01 < P < 0,05; ** = 0,001 < P < 0,01; sem símbolo = não significativo

Tabela 5. Teste de Tukey para as médias de frequência (%) das espécies pioneiras sob efeito da queima no campo de *Elyonurus muticus* (caronal), na fazenda Nhumirim.

Espécies	Sem queima	Com queima
<i>Chamaecrista serpens</i>	27,38b	40,10a
<i>Portulaca fluvialis</i>	3,84b	12,83a
<i>Portulaca sp.</i>	0,00b	10,29a

Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem significativamente entre si

A presença animal determinou variação ($P < 0,01$) na frequência das espécies *Borreria quadrifaria*, *Byrsonima orbignyana* e *Chamaecrista serpens* (tabela 6). Sem a presença animal *B. quadrifaria* é mais frequente e as outras espécies menos.

Tabela 6. Efeito da presença animal sobre a frequência absoluta média (%) das espécies do campo *Elyonurus muticus* (caronal), na fazenda Nhumirim.

Espécies	Sem animal	Com animal
<i>Borreria quadrifaria</i>	37,73a	22,83b
<i>Byrsonima orbignyana</i>	9,86b	15,52a
<i>Chamaecrista serpens</i>	25,52b	43,47a

Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem significativamente entre si

Houve efeito significativo ($P < 0,01$) para a interação queima e animal para as espécies *Chamaecrista serpens* e *Polygala extraaxillaris*. Pela tabela 7 observa-se, que com fogo e com animal a leguminosa *C. serpens* apresentou maior frequência de ocorrência que sob o efeito do fogo e do animal isoladamente. Este fato pode ser decorrência de maior área disponível para as espécies pioneiras por destruição da parte aérea das outras espécies e maior consumo animal das plantas novas e tenras recém brotadas. *P. extraaxillaris* com fogo e sem animal teve baixa frequência.

Tabela 7. Desdobramento da interação queima x animal das espécies submetidas aos tratamentos no campo de *Elyonurus muticus* (caronal), na fazenda Nhumirim.

Tratamento	<i>Chamaecrista serpens</i>		<i>Polygala extraaxillaris</i>	
	Sem animal	Com animal	Sem animal	Com animal
Sem fogo	27,56	27,16	10,18	8,66
Com fogo	23,48	56,73	2,31	10,76

Ainda analisando a tabela 4, verifica-se que houve efeito significativo ($P < 0,01$) de época para algumas espécies analisadas e citadas na tabela 8. Das espécies citadas, cabe dizer que alguns gêneros que aparecem sem identificação da espécie em dada época, muitas vezes pode ser a mesma espécie identificada em outra época. Isto ocorreu devido ao fato que, na época de algumas avaliações não havia inflorescências nas plantas, impossibilitando sua identificação no nível de espécie. Este pode ter sido o caso das ciperáceas de gênero *Bulbostylis* e *Rhynchospora*. *Bulbostylis* sp. pode ser *B. scabra* ou mesmo a *B. junciformis* explicando a falta ou baixa frequência destas espécies em nov/98 e fev/99. O mesmo serve para *Rhynchospora* sp., que pode ser a *R. tenuis*, principalmente em nov/98. *Commelina cf. nudiflora* também não apresentava flor em alguma época.

Tabela 8. Efeito da época sobre a porcentagem de frequência absoluta das espécies no campo de *Elyonurus muticus* (caronal), na fazenda Nhumirim.

Espécies	Época			
	Mar/98	Ago/98	Nov/98	Fev/99
<i>Axonopus paraguayensis</i>	1,13	6,67	2,67	5,42
<i>Axonopus purpusii</i>	70,45	62,92	66,00	58,75
<i>Bulbostylis junciformis</i>	18,74	18,33	0,00	0,00
<i>Bulbostylis scabra</i>	4,54	13,33	0,00	6,67
<i>Bulbostylis</i> sp	2,81	1,25	21,33	31,25
<i>Chamaecrista serpens</i>	37,49	44,17	22,67	31,67
<i>Commelina cf. nudiflora</i>	7,36	3,75	1,33	4,58
<i>Curatella americana</i>	1,41	0,83	3,33	1,25
<i>Cyperus sesquiflorus</i>	15,89	9,17	15,33	25,00
<i>Diospyros hispida</i>	1,98	0,42	6,00	4,58
<i>Eupatorium squalidum</i>	0,85	4,17	5,33	2,92
<i>Fimbristylis</i> sp	8,21	0,00	0,00	8,33
<i>Hyptis brevipes</i>	5,10	15,00	13,33	17,50
<i>Portulaca fluvialis</i>	18,16	1,25	6,67	7,50
<i>Portulaca</i> sp.	11,36	4,17	0,67	5,00
<i>Rhynchospora</i> sp.	0,84	2,92	54,67	18,75
<i>Rhynchospora tenuis</i>	23,29	40,42	0,00	27,92
<i>Sida cerradoensis</i>	7,93	0,83	0,00	0,42
<i>Waltheria albicans</i>	34,36	22,50	28,00	25,42

Espécies de maior importância forrageira, como *Axonopus purpusii*, apresentaram maior frequência na avaliação de março de 98, quando havia melhor teor de umidade no solo e nível do lençol freático mais elevado. Já a leguminosa *Chamaecrista serpens*, além de março de 98, teve a maior frequência (44,17%) em agosto de 98, época seca.

A interação queima e época foi significativa ($P < 0,01$) para as espécies *A. bicornis*, *B. quadrifaria*, *C. serpens*, *P. fluvialis* e *Portulaca* sp. (tabela 9). Pelo desdobramento desta interação, observa-se que *A. bicornis* apresentou menores frequências nas avaliações de novembro/98 e fevereiro/99 no tratamento com queima. O contrário aconteceu com as espécies *C. serpens*, *P. fluvialis* e *Portulaca* sp., enquanto o fogo determinou maiores frequências em todas as épocas de avaliação. A espécie *B. quadrifaria* apresentou resultados discrepantes, encontrando-se a

menor e a maior frequência nas épocas de novembro/98 e fevereiro/99, no tratamento com queima.

Tabela 9. Desdobramento da interação queima x época (Q x E) sobre as frequências médias das espécies do campo de *Elyonurus muticus* (caronal), na fazenda Nhumirim.

	Q x E	Época			
		Mar/98	Ago/98	Nov/98	Fev/99
<i>Andropogon bicornis</i>	Sem queima	2,25	3,57	5,71	3,57
	Com queima	2,81	2,34	0,00	1,56
<i>Borreria quadrifaria</i>	Sem queima	27,84	27,68	35,71	27,68
	Com queima	22,71	33,59	30,00	39,84
<i>Chamaecrista serpens</i>	Sem queima	30,66	28,57	18,57	31,25
	Com queima	44,31	57,81	26,25	32,03
<i>Portulaca fluvialis</i>	Sem queima	9,08	0,89	2,86	1,79
	Com queima	27,25	1,56	10,00	12,50
<i>Portulaca</i> sp.	Sem queima	0,00	0,00	0,00	0,00
	Com queima	22,73	7,81	1,25	9,38

Houve interação significativa ($P < 0,01$) queima x animal x época para as espécies *Andropogon bicornis*, *Axonopus paraguayensis*, *Mesosetum chaseae*, *Paspalum stellatum* e *Peltodon tomentosus* (tabela 10). *A. bicornis* no tratamento sem queima com animal teve maior frequência (10%) em nov/98, contra frequência zero nos tratamentos com queima sem e com animal na mesma época. *A. paraguayensis* apresentou as maiores frequências no tratamento sem queima e sem animal em todas as épocas, assim como *M. chaseae*, mas sendo diminuída na época de fev/99, igualando sua frequência a dos outros tratamentos. *P. stellatum* teve as maiores frequências em nov/98 em todos tratamentos, com exceção do tratamento com queima com animal, onde teve frequência zero. A frequência do *P. tomentosus* foi variada com as épocas, assim como as outras espécies acima, mas em novembro de 98 apresentou frequência de 6,67% no tratamento sem queima e com animal, e a frequência 0% no mesmo tratamento mas em agosto de 98.

Tabela 10. Desdobramento da interação queima x animal x época sobre frequência das espécies do campo de *Elyonurus muticus*, na fazenda Nhumirim.

Épocas		Mar/98		Ago/98		Nov/98		Fev/99	
Espécies		SG	CG	SG	CG	SG	CG	SG	CG
<i>Andropogon bicornis</i>	SF	2,25	2,25	1,56	6,25	2,50	10,00	3,13	4,17
	CF	1,13	4,50	1,56	3,13	0,00	0,00	1,56	1,56
<i>Axonopus paraguayensis</i>	SF	4,50	0,00	18,75	0,00	10,00	0,00	17,19	0,00
	CF	0,00	0,00	0,00	6,25	0,00	0,00	1,56	1,56
<i>Mesosetum chaseae</i>	SF	97,73	71,58	100,00	87,50	100,00	76,67	89,06	87,50
	CF	87,50	81,83	84,38	78,12	77,50	85,00	85,94	81,25
<i>Paspalum stellatum</i>	SF	2,28	0,00	0,00	0,00	2,50	3,33	1,56	0,00
	CF	6,83	5,68	7,81	1,56	10,00	0,00	6,25	4,69
<i>Peltodon tomentosus</i>	SF	3,38	3,38	6,25	0,00	2,50	6,67	1,56	4,17
	CF	3,40	1,13	4,69	1,56	7,50	2,50	3,13	0,00

Tratamentos: SF = sem fogo CF = com fogo SG = sem gado CG = com gado

As espécies com suas respectivas frequências médias e por bloco e porcentagem de peso seco de cada espécie, em relação ao peso seco total da biomassa, estão na tabela 11. Para muitas espécies não se apresenta a % de peso seco em relação ao total da biomassa, pois não necessariamente foram as mesmas espécies encontradas quando da avaliação da frequência de ocorrência e levantamento florístico, do campo caronal (capítulo 2), tratando-se de amostragens independentes.

Tabela 11. Freqüência absoluta (%) média total e em cada bloco e % peso da MS de cada espécie em relação ao peso da MS total (composição botânica) no campo de *Elyonurus muticus* (caronal), na fazenda Nhumirim.

Espécies	Freqüência média %					% peso da MS total
	blocos					
	1	2	3	4	Total	
<i>Elyonurus muticus</i>	100,00	99,71	86,27	96,28	96,02	62,3701
<i>Mesosetum chaseae</i>	58,18	99,38	89,22	97,11	85,81	13,2672
<i>Richardia grandiflora</i>	82,90	66,04	80,35	53,84	70,31	3,4295
<i>Axonopus purpusii</i>	26,46	67,31	74,53	92,07	64,63	2,0441
<i>Andropogon selloanus</i>	50,22	57,30	46,07	64,78	55,01	1,7220
<i>Chamaecrista serpens</i>	55,92	31,60	25,62	21,50	34,05	0,1244
<i>Borreria quadrifaria</i>	4,29	45,36	22,76	48,69	30,65	0,4391
<i>Trachypogon spicatus</i>	67,08	8,68	35,08	9,67	29,88	3,8373
<i>Waltheria albicans</i>	41,73	28,80	17,60	20,70	27,68	0,4493
<i>Desmodium barbatum</i>	6,03	30,79	58,47	19,60	27,26	0,2145
<i>Sida viarum</i>	43,63	13,79	43,31	6,49	25,99	0,1169
<i>Hyptis crenata</i>	0,91	43,99	0,00	47,90	24,34	0,4587
<i>Rhynchospora tenuis</i>	4,86	25,57	23,56	37,78	22,91	0,3470
<i>Rhynchospora sp</i>	9,45	17,81	18,08	30,45	18,99	0,2038
<i>Ruellia gemminiflora</i>	64,87	0,63	7,63	0,00	18,81	0,7413
<i>Cyperus sesquiflorus</i>	10,00	18,89	27,57	11,01	16,34	0,1226
<i>Gymnopogon spicatus</i>	50,21	3,68	0,00	2,42	14,77	1,0761
<i>Croton glandulosus</i>	31,49	1,98	26,85	0,67	14,68	0,0614
<i>Sebastiania hispida</i>	2,15	29,83	5,56	17,80	14,24	0,1240
<i>Bulbostylis sp</i>	19,59	23,39	0,00	10,30	13,98	0,3872
<i>Hyptis brevipes</i>	0,95	6,18	38,43	9,70	12,61	0,1039
<i>Byrsonima orbignyana</i>	11,93	14,58	6,52	16,06	12,55	0,6897
<i>Annona dioica</i>	16,55	8,96	9,28	10,91	11,53	0,6859
<i>Eragrostis bahiensis</i>	0,00	15,17	12,12	16,39	10,86	0,1383
<i>Sporobolus jacquemontii</i>	0,85	1,69	40,52	0,00	10,77	0,6527
<i>Annona cornifolia</i>	20,10	7,37	4,02	8,15	10,20	0,1646
<i>Melochia villosa</i>	2,59	13,02	17,75	6,93	9,70	0,3141
<i>Bulbostylis junciformis</i>	13,67	11,72	1,05	11,25	9,42	
<i>Setaria geniculata</i>	2,49	5,63	28,74	2,48	8,91	0,1011
<i>Zornia crinita</i>	19,49	7,40	4,41	3,40	8,88	0,0187
<i>Portulaca fluvialis</i>	8,03	8,11	9,44	8,81	8,55	0,0239
<i>Polygala extraaxillaris</i>	15,61	4,23	6,11	5,48	7,94	0,0204
<i>Commelina sp.</i>	4,94	1,41	14,45	5,96	6,69	0,0259
<i>Schultesia guianensis</i>	0,39	12,89	4,33	8,20	6,56	0,0900
<i>Tibouchina gracilis</i>	5,87	4,62	0,00	14,46	6,54	0,0774
<i>Bulbostylis scabra</i>	12,43	6,50	0,00	4,37	6,11	
<i>Portulaca sp</i>	8,37	3,94	10,18	0,00	5,40	0,0151
<i>Paepalanthus lamarckii</i>	0,00	6,25	7,69	5,86	4,82	0,0474
<i>Stilpnopappus pantanalensis</i>	0,39	0,00	22,10	0,00	4,81	0,0628
<i>Orthopappus angustifolius</i>	9,70	0,00	7,55	2,47	4,80	0,0247

<i>Ichnanthus procurrens</i>	0,00	0,00	22,13	0,28	4,79	0,2733
<i>Paspalum carinatum</i>	9,94	6,24	0,00	2,08	4,79	0,3286
<i>Cyperus cayennensis</i>	3,52	2,34	8,17	5,47	4,71	0,0891
<i>Cuphea racemosa</i>	12,95	0,39	4,51	0,00	4,46	0,0171
<i>Scoparia montevidensis</i>	0,56	1,02	16,43	2,08	4,46	0,0153
<i>Ludwigia</i> sp	0,28	3,13	6,83	7,42	4,42	0,0391
<i>Commelina cf. nudiflora</i>	4,66	0,95	11,21	1,70	4,31	0,0251
<i>Fimbristylis</i> sp	1,69	5,07	2,62	7,13	4,20	0,0305
<i>Axonopus paraguayensis</i>	2,23	4,31	10,35	0,00	3,92	2,1182
<i>Cyperus brevifolius</i>	0,00	4,19	7,94	3,52	3,71	0,0362
<i>Froelichia procera</i>	13,80	0,00	0,00	0,00	3,62	0,0237
<i>Ruellia</i> sp	5,89	1,73	5,18	1,02	3,46	0,0250
<i>Paspalum stellatum</i>	9,70	2,93	0,00	0,28	3,39	0,5500
<i>Bacopa salzmännii</i>	0,00	2,73	2,40	7,81	3,28	0,0595
<i>Eupatorium squalidum</i>	9,52	2,19	0,96	0,00	3,28	0,0720
<i>Diospyros hispida</i>	6,69	3,89	1,25	1,25	3,27	0,3789
<i>Digitaria fuscescens</i>	0,56	4,71	5,68	1,80	3,07	0,0324
<i>Peltodon tomentosus</i>	7,60	4,00	0,00	0,67	3,07	0,0215
<i>Tabebuia aurea</i>	7,75	2,08	0,00	1,58	2,85	0,0200
<i>Lipocarpa sellowiana</i>	0,56	3,52	2,88	3,91	2,71	0,0366
<i>Croton cf. corumbensis</i>	10,76	0,00	0,00	0,00	2,69	0,0389
<i>Cipura paludosa</i>	0,67	1,06	9,92	0,39	2,67	0,0129
<i>Andropogon bicornis</i>	0,28	3,09	3,44	3,94	2,65	0,0164
<i>Vernonia scabra</i>	5,06	0,00	4,85	0,00	2,48	0,1245
<i>Sida cerradoensis</i>	5,33	0,56	2,57	1,13	2,39	
<i>Paspalum plicatulum</i>	0,28	0,00	8,66	0,56	2,38	0,0133
<i>Eleocharis minima</i>	0,00	3,41	2,65	3,19	2,30	0,0427
<i>Hemicarpha micrantha</i>	0,00	3,13	2,40	3,13	2,15	0,0417
<i>Andropogon hypogynus</i>	1,69	0,00	3,58	3,53	2,13	0,0965
<i>Fimbristylis dichotoma</i>	0,00	2,34	2,40	3,13	1,95	0,0245
<i>Scheelea phalerata</i>	0,39	0,00	7,41	0,91	1,92	0,0022
<i>Murdannia nudiflora</i>	0,78	0,39	5,00	1,56	1,78	0,0304
<i>Curatella americana</i>	0,63	2,98	0,00	2,88	1,70	
<i>Bulbostylis hirtella</i>	0,28	1,80	0,00	3,87	1,56	
<i>Pterocaulon alopecuroides</i>	5,69	0,00	0,00	0,00	1,49	0,0451
<i>Reimarochloa</i> sp	1,70	0,28	2,79	1,42	1,49	
<i>Mouriri elliptica</i>	0,78	2,75	1,73	0,67	1,48	0,0043
<i>Angelonia salicariaefolia</i>	0,00	3,38	1,94	0,63	1,46	0,0039
<i>Panicum hirtum</i>	3,69	0,57	0,00	1,06	1,40	0,0057
<i>Stenandrium pohlii</i>	5,21	0,00	0,00	0,00	1,37	0,0147
<i>Stylosanthes acuminata</i>	1,06	3,45	0,83	0,00	1,36	0,0030
<i>Macrosiphonia petraea</i>	4,41	0,00	0,83	0,00	1,31	0,0085
<i>Melochia simplex</i>	0,00	0,28	4,38	1,17	1,31	0,0016
<i>Crotalaria stipularia</i>	1,64	0,00	3,65	0,00	1,21	0,0029
<i>Solanum viarum</i>	2,23	0,00	2,58	0,00	1,14	0,0054
<i>Polygala longicaulis</i>	0,00	1,17	0,48	2,73	1,13	0,0028
<i>Zornia</i> sp	3,13	0,00	1,44	0,00	1,13	0,0109
<i>Bowdichia virgilioides</i>	2,75	0,00	1,73	0,00	1,12	

<i>Piriqueta</i> sp.	3,94	0,00	0,35	0,00	1,11	
<i>Digitaria decumbens</i>	0,00	0,00	5,12	0,00	1,09	0,1779
<i>Psidium guineense</i>	0,00	1,30	1,54	1,02	0,97	
<i>Vigna peduncularis</i> var. <i>clitorioides</i>	3,72	0,00	0,00	0,00	0,97	0,0039
<i>Porophyllum lanceolatum</i>	3,62	0,00	0,00	0,00	0,95	0,0008
<i>Buchnera longifolia</i>	3,61	0,00	0,00	0,00	0,90	0,0108
<i>Tephrosia adunca</i>	2,98	0,00	0,00	0,39	0,89	0,0008
<i>Hymenaea stigonocarpa</i>	0,00	0,56	0,35	2,59	0,88	
<i>Wedelia brachycarpa</i>	0,39	0,00	3,04	0,00	0,75	0,0022
<i>Sida linifolia</i>	1,41	0,39	0,96	0,00	0,68	0,0063
<i>Commelina diffusa</i>	0,91	0,63	0,48	0,63	0,67	
<i>Zornia latifolia</i>	0,00	0,00	2,86	0,00	0,61	0,0005
<i>Polygala timoutoides</i>	0,00	0,28	0,00	1,80	0,55	
<i>Eupatorium</i> sp	0,00	0,00	2,44	0,00	0,52	
<i>Schizachyrium microstachyus</i>	0,63	0,00	1,54	0,00	0,49	
<i>Funastrum clausum</i>	1,82	0,00	0,00	0,00	0,48	0,0008
<i>Mimosa adenocarpa</i>	1,24	0,00	0,69	0,00	0,48	
<i>Stryphnodendron obovatum</i>	0,00	1,69	0,00	0,00	0,42	0,0154
<i>Acosmium subelegans</i>	1,30	0,28	0,00	0,00	0,41	
<i>Diodia kuntzei</i>	0,00	0,00	0,48	1,17	0,41	0,0015
<i>Polygala subtilis</i>	0,00	0,00	0,48	1,17	0,41	0,0023
<i>Eriosema platycarpon</i>	0,63	0,91	0,00	0,00	0,40	
<i>Bromelia balansae</i>	0,00	0,00	1,54	0,00	0,39	0,0016
<i>Hyptis</i> sp	0,28	0,28	0,70	0,28	0,37	
<i>Mascagnia benthamiana</i>	1,41	0,00	0,00	0,00	0,37	0,0227
<i>Piriqueta cistoides</i>	1,14	0,00	0,35	0,00	0,37	
<i>Unonopsis lindmanii</i>	0,57	0,39	0,00	0,28	0,33	
<i>Chamaecrista flexuosa</i>	0,56	0,00	0,48	0,28	0,32	
<i>Eupatorium macrocephalum</i>	0,00	0,00	0,00	1,17	0,31	
<i>Hybanthus calceolaria</i>	1,17	0,00	0,00	0,00	0,31	
<i>Ludwigia octovalvis</i>	0,00	0,00	1,44	0,00	0,31	
<i>Rhynchospora nervosa</i>	0,39	0,00	0,96	0,00	0,31	
<i>Rotala ramosior</i>	0,00	0,78	0,00	0,39	0,31	0,0033
<i>Leptocoryphium lanatum</i>	0,00	0,00	0,00	1,17	0,29	0,0364
<i>Ophioglossum crotalophoroides</i>	0,67	0,39	0,00	0,00	0,28	0,0013
<i>Cissampelus pareira</i>	0,00	0,00	0,96	0,00	0,24	0,0024
<i>Piriqueta corumbensis</i>	0,85	0,00	0,00	0,00	0,22	
<i>Scoparia dulcis</i>	0,00	0,00	0,69	0,28	0,22	
<i>Aeschynomene histrix</i>	0,00	0,39	0,00	0,39	0,20	
<i>Anacardium humile</i>	0,39	0,00	0,00	0,39	0,20	0,0032
<i>Desmodium distortum</i>	0,78	0,00	0,00	0,00	0,20	0,0023
<i>Panicum laxum</i>	0,00	0,39	0,48	0,00	0,20	0,0008
<i>Panicum repens</i>	0,00	0,00	0,96	0,00	0,20	0,0039
<i>Cyperus haspan</i>	0,00	0,28	0,48	0,00	0,18	

<i>Buchenavia tomentosa</i>	0,00	0,63	0,00	0,00	0,16	
<i>Eragrostis</i> sp	0,00	0,00	0,77	0,00	0,16	
<i>Heliotropium filiforme</i>	0,00	0,00	0,77	0,00	0,16	
<i>Jatropha elliptica</i>	0,00	0,00	0,77	0,00	0,16	
<i>Sauvagesia erecta</i>	0,00	0,00	0,77	0,00	0,16	0,0005
<i>Ximения americana</i>	0,63	0,00	0,00	0,00	0,16	
<i>Aeschynomene paniculata</i>	0,00	0,00	0,00	0,56	0,15	
<i>Cyperus</i> sp1.	0,57	0,00	0,00	0,00	0,15	
<i>Cyperus</i> sp2.	0,00	0,00	0,48	0,00	0,12	
<i>Erechtites hieracifolia</i>	0,00	0,00	0,48	0,00	0,12	0,0014
<i>Caperonia castaneafolia</i>	0,00	0,00	0,48	0,00	0,12	
<i>Cyperus surinamensis</i>	0,00	0,39	0,00	0,00	0,10	0,0013
<i>Eleocharis nudipes</i>	0,00	0,00	0,00	0,39	0,10	0,0023
<i>Oxypetalum amottianum</i>	0,39	0,00	0,00	0,00	0,10	
<i>Pappophorum krapovickasii</i>	0,00	0,39	0,00	0,00	0,10	0,0007
<i>Sida santaremensis</i>	0,39	0,00	0,00	0,00	0,10	
<i>Turnera melochioides</i>	0,39	0,00	0,00	0,00	0,10	
<i>Cyperus</i> sp3.	0,00	0,00	0,00	0,39	0,10	0,0012
<i>Cyperus</i> sp4.	0,00	0,39	0,00	0,00	0,10	0,0020
<i>Ludwigia rigida</i>	0,00	0,00	0,35	0,00	0,09	
<i>Paspalum oteroi</i>	0,00	0,00	0,35	0,00	0,09	
<i>Sorghastrum setosum</i>	0,00	0,00	0,35	0,00	0,09	
<i>Acrocomia aculeata</i>	0,00	0,00	0,00	0,28	0,07	
<i>Annona phaeoclados</i>	0,28	0,00	0,00	0,00	0,07	
<i>Aristida</i> sp.	0,28	0,00	0,00	0,00	0,07	
<i>Borreria eryngioides</i>	0,28	0,00	0,00	0,00	0,07	
<i>Centrosema brasilianum</i>	0,28	0,00	0,00	0,00	0,07	
<i>Crotalaria micans</i>	0,28	0,00	0,00	0,00	0,07	
<i>Dulacia egléri</i>	0,28	0,00	0,00	0,00	0,07	
<i>Eriosema crinitum</i>	0,28	0,00	0,00	0,00	0,07	
<i>Phyllanthus amarus</i>	0,00	0,28	0,00	0,00	0,07	
<i>Rhynchospora eximia</i>	0,00	0,28	0,00	0,00	0,07	
<i>Zornia reticulata</i>	0,28	0,00	0,00	0,00	0,07	

Houve efeito significativo ($P < 0,01$) dos blocos para quase todas as 62 espécies analisadas (tabela 4), exceto para *Cyperus sesquiflorus*, *Melochia simplex*, *Portulaca fluvialis* e *Stylosanthes acuminata*. Como explicado anteriormente, não houve análise estatística para todas as espécies, mas seguindo a tendência das espécies analisadas, pode-se considerar que muitas das outras espécies também sofreram efeito de bloco quanto à sua frequência. O bloco 3 foi o que apresentou a menor frequência para o capim-carona, mas foi o que teve o maior número de

espécies (tabela 3). O bloco 1 teve a menor frequência do capim *Mesosetum*, que é importante forrageira do caronal, mas apresentou também alta diversidade de espécies, embora com baixa frequência.

Algumas espécies apareceram somente no bloco 1 ou tiveram frequência maior neste bloco em relação aos outros blocos (tabela 11), como *Chamaescrista serpens*, *Trachypogon spicatus*, *Waltheria albicans*, *Ruellia gemminiflora*, *Gimnopoogon spicatus*, *Croton glandulosus*, *Annona dioica*, *Annona cornifolia*, *Zornia crinita*, *Polygala extraaxillaris*, *Bulbostylis scabra*, *Cuphea racemosa*, *Paspalum carinatum*, *P. stellatum*, *Froelichia procera*, *Eupatorium squalidum*, *Peltodon tomentosus*, *Croton cf. corumbensis*, *Sida cerradoensis*, *Tabebuia aurea*, *Pterocaulon alopecuroides*, *Panicum hirtum*, *Stenandrium pohlii*, *Macrosiphonia petraea*, *Piriqueta* sp., *Zornia* sp., *Vigna peduncularis* var. *clitorioides*, *Porophyllum lanceolatus*, *Buchnera longifolia*, *Tephrosia adunca*, *Sida linifolia*, *Funastrum clausum*, *Mimosa adenocarpa*, *Acosmium subelegans*, *Mascagnia benthamiana*, *Piriqueta cistoides*, *Hybanthus calceolaria*, *Piriqueta corumbensis*, *Desmodium intortum*, *Ximenia americana*, *Cyperus* spl., *Sida santaremensis*, *Annona phaeoclados*, *Borreria eryngioides*, *Crotalaria micans*, *Eriosema crinitum*, e *Zornia reticulata*. Estas espécies são na maioria próprias de áreas que não sofrem inundação, como o caso do bloco 1, que foi o único a não apresentar o lençol freático ao nível do solo em nenhuma época, como ocorreu com os outros blocos (capítulo 1, tabela 4).

Destas 47 espécies somente 10 emergiram do reservatório de sementes do caronal (capítulo 6) e aparentemente não apresentaram efeito de bloco. Assim, como este bloco está localizado em área considerada alta e rodeada por cordilheira (cerradão) e cerrado, muitas dessas espécies são típicas do estrato herbáceo de área de transição destas fitofisionomias.

Quanto ao bloco 3, pode-se dizer que apresentou ($P < 0,01$) maiores frequências para as espécies *Desmodium barbatum*, *Hyptis brevipes*, *Sporobolus jacquemontii*, *Melochia villosa*, *Setaria geniculata*, *Commelina* sp., *Portulaca* sp., *Stilpnopappus pantanalensis*, *Ichnanthus procurrens*, *Scoparia montevidensis*, *Commelina* cf. *nudiflora*, *Axonopus paraguayensis*, *Paspalum plicatulum* e *Scheelea phalerata*. E mais as espécies que, apesar de não terem sido analisadas estatisticamente, apresentaram maiores frequências neste bloco, *Cyperus brevifolius*, *Cipura paludosa*, *Murdannia nudiflora*, *Reimarochlora* sp., *Crotalaria stipularia*, *Digitaria decumbens*, *Wedelia brachycarpa*, *Zornia latifolia*, *Schizachyrium microstachyus*, *Ludwigia octovalvis*, *L. rigida*, *Rhynchospora nervosa*, *Cissampelus pareira*, *Scoparia dulcis*, *Eragrostis* sp., *Heliotropium filiforme*, *Sauvagesia erecta*, *Cyperus* sp2., *Erechtites hieracifolia*, *Caperonia castaneaefolia*, *Paspalum oteroi* e *Sorghastrum setosum*. Trata-se, na maioria, de espécies que apreciam áreas mais úmidas.

Os outros dois blocos (2 e 4) apresentaram espécies com frequências similares, como *Hyptis crenata*, *Sebastiania hispida*, *Byrsonima orbignyana*, *Curatela americana* e *Aeschynomene histrix* (espécies consideradas invasoras ALLEM e VALLS, 1987), e mais *Schultesia guianensis*, *Fimbristylis* sp., *Lipocarpa sellowiana*, *Eleocharis minima*, *Hemicarpha micrantha* e *Rotala ramosior*. Estas últimas espécies são consideradas efêmeras, que apareceram em função do encharcamento das áreas por um curto tempo, pois logo desapareceram. *Axonopus purpusii* apresentou a maior frequência no bloco 4 (92,07%), assim como outras espécies *Rhynchospora* sp., *R. tenuis*, *Tibouchina gracilis*, *Acrocomia aculeata* e *Cyperus* sp3. As espécies *Bulbostylis* sp., *Angelonia salicariaefolia*, *Stryphnodendron obovatum*, *Cyperus surinamensis*, *Pappophorum krapovickasii* e *Phyllanthus amarus* apareceram somente no bloco 2, ou apresentaram valores de frequência um pouco maiores neste bloco.

As espécies *Elyonurus muticus*, *Mesosetum chaseae*, *Axonopus purpusii*, *Andropogon selloanus* e *Trachypogon spicatus* perfizeram 83,24% do peso total da MS. As outras espécies tiveram peso da MS abaixo de 1% do peso total, com exceção da *Richardia grandiflora* com 3,43% do peso da MS total, apreciada pelos eqüinos, e da gramínea *Gymnopogon spicatus* (1,08%). A correlação entre a freqüência absoluta e a porcentagem de peso da MS de cada espécie foi de 0,68, considerado um valor médio, ou seja, às vezes a freqüência pode ser até alta, mas a representação em termos de peso da MS é baixa.

Muitas espécies apareceram somente em uma única época de avaliação, época 1: *Reimarochloa* sp, *Eupatorium* sp; época 2: *Ludwigia octovalvis*; época 3: *Bromelia balansae* e época 4: *Bacopa salzmännii*, *Rhynchospora nervosa* e *Fimbristylis dichotoma*. As espécies citadas para a época 4, apareceram em decorrência da cheia de curta duração ocorrida em dezembro de 98.

Outras espécies, citadas na tabela 12, foram verificadas uma única vez em uma única época, portanto possuindo baixa freqüência absoluta.

Tabela 12. Espécies presentes uma única vez em uma só época, no campo de *Elyonurus muticus* (caronal), na fazenda Nhumirim.

<p>Epoca 1 - Mar/98</p> <p><i>Acrocomia aculeata</i> <i>Aeschynomene paniculata</i> <i>Annona phaeoclados</i> <i>Borreria eryngioides</i> <i>Bowdichia virgilioides</i> <i>Crotalaria micans</i> <i>Eriosema crinitum</i> <i>Hymenaea stigonocarpa</i> <i>Hyptis</i> sp. <i>Ludwigia rigida</i> <i>Paspalum oteroi</i> <i>Phyllanthus amarus</i> <i>Piriqueta cistoides</i> <i>Piriqueta corumbensis</i> <i>Scoparia dulcis</i> <i>Zornia reticulata</i></p>	<p>Epoca 3 - Nov/98</p> <p><i>Buchenavia tomentosa</i> <i>Centrosema brasilianum</i> <i>Eragrostis</i> sp. <i>Heliotropium filiforme</i> <i>Jatropha elliptica</i> <i>Sauvagesia erecta</i> <i>Schizachyrium microstachyus</i> <i>Ximena americana</i></p>
	<p>Epoca 4 - Fev/99</p> <p><i>Cyperus</i> sp2. <i>Cyperus</i> sp3. <i>Cyperus</i> sp4. <i>Cyperus surinamensis</i> <i>Desmodium distortum</i> <i>Dulacia egleri</i> <i>Eleocharis nudipes</i> <i>Erechtites hieracifolia</i> <i>Eupatorium macrocephalum</i></p>
<p>Epoca 2 - Ago/98</p> <p><i>Aristida</i> sp. <i>Caperonia castaneaefolia</i> <i>Sida santaremensis</i> <i>Stryphnodendron obovatum</i></p>	<p><i>Hybanthus calceolaria</i> <i>Panicum laxum</i> <i>Panicum repens</i> <i>Pappophorum krapovickasii</i> <i>Rotala ramosior</i> <i>Turnera melochioides</i></p>

Quanto aos tratamentos queima e presença animal, para o restante das espécies não analisadas, a tendência foi de não haver efeito destes. Isto fica claro pelo alto número de espécies que apresentaram frequências entre 0 a 20 % para os quatro tratamentos (94% das espécies no tratamento sem fogo, 93% com fogo, 93,5% sem animal e 93,5% com animal), e apenas duas espécies em cada tratamento (*E.muticus* e *M.chaseae*) tiveram frequências entre 80 a 100%. O mesmo comportamento foi observado para as diferentes épocas de avaliação e para efeito de blocos, com ressalva para o bloco 3, que apesar de apresentar 91% das espécies com frequência entre 0 a 20%, mostrou um pouco melhor sua distribuição de frequências das outras espécies. Conforme POTT (1974), citando Braun-Blanquet e Raunkier, a comunidade vegetal em clímax apresenta a distribuição das frequências das

espécies dentro de valores específicos (normal de Raunkier), os quais não ocorreram em nenhuma hipótese. Portanto, estes campos encontram-se perturbados.

A tendência do bloco 3 de mostrar-se um pouco menos fora do padrão normal de distribuição das espécies foi, provavelmente, em decorrência do lençol freático estar mais alto em relação aos outros, proporcionando melhor teor de umidade no solo de maneira mais contínua.

Apesar do fogo e do gado serem citados como perturbadores da estabilidade da vegetação, isto não ocorreu, sendo que o tempo (dois anos) de ausência de queima e exclusão animal pode ter sido insuficiente para aparecer uma resposta mais visível (JOY, 1992). Apesar de que POTT (1994) e MAURO et al. (1998), estudando modelos de estado e transições para as comunidades vegetais do Pantanal da Nhecolândia, entre elas o caronal, afirmarem que após a vedação por um a dois anos o caronal permaneceria no estado I do modelo, ou seja, com ausência animal há o domínio do capim *Trachypogon spicatus*, o que não ocorreu no experimento.

A vegetação do Pantanal vem sofrendo queimadas e pastejo animal há muito tempo, com certeza há 250 anos. A vegetação é adaptada morfo e fisiologicamente ao fogo, ao pastejo, à seca e à inundação. As plantas do caronal são mais aptas a suportar fogo, pastejo e seca, com adaptações que servem tanto aos distúrbios como ao estresse da seca. A pressão de seleção no Pantanal é mais dinâmica, havendo ciclos plurianuais e anuais de forma drástica, determinando espécies com genótipo e fenótipo com plasticidade para sobreviver no ambiente sujeito a extremos de seca e/ou de água.

O número e frequências das espécies no campo caronal variou em função da época do ano (condições climáticas) e da localização dos blocos, ou seja, nos locais onde o lençol freático

apresentou-se mais alto, como no bloco 3, houve maior potencial matricial determinando maior umidade no solo (capítulo 1) e maior riqueza de espécies. Outros locais com lençol freático mais baixo (bloco 1), correspondendo à localização próxima a cerradões (partes altas), também possuem boa riqueza de espécies devido à área ser de transição entre fitofisionomias, concentrando-se espécies que geralmente não toleram alagamentos ou inundações. São espécies mais adaptadas à seca.

Portanto, o campo do carona mostrou-se mais afetado não pelo fogo ou gado, e sim por condições naturais, mais especificamente pela seca periódica e por breves encharcamentos, em alternância rápida, determinando falta de condições nas quais a comunidade vegetal se estabilize. Resultado semelhante foi observado por TOTHILL (1974), que, avaliando o efeito do pastejo, queimada e fertilização sobre a composição botânica de pastagem nativa na Austrália, observou que a queimada e a presença animal não alteraram a composição da vegetação, mas a fertilização sim, particularmente quando associada ao pastejo. O referido autor sugeriu que a vegetação campestre encontra-se estável às condições da presença do fogo e do animal, desde que a fertilidade do solo permaneça inalterada.

Conclusões

- 1- O fogo e a presença animal não alteram o número de espécies no campo do capim-carona e nem suas frequências absolutas, com exceção de poucas espécies.
- 2- Os maiores modificadores da comunidade vegetal em estudo, quanto à frequência absoluta das espécies e à flora são a seca e a cheia curta alternados. O número e a frequência das espécies de cada caronal também variam em função de sua localização geográfica na paisagem.

CAPÍTULO 6

AVALIAÇÃO DO BANCO DE SEMENTES DO CAMPO DO CAPIM-CARONA (*Elyonurus muticus* (Spreng.) O. Ktze.) SUBMETIDO À QUEIMA E À PRESENÇA ANIMAL

Introdução

O caronal é considerado um campo sujo, onde a gramínea dominante é o *Elyonurus muticus* cuja frequência de ocorrência varia de 96 a 100%, seguida da gramínea *Mesosetum chaseae* e outras gramíneas, ciperáceas e famílias com menor frequência (capítulo 5). O campo está sujeito a deficiências hídricas curtas ou prolongadas, além de inundações temporárias. Quando as áreas baixas dos campos enchem-se de água o gado vai para áreas secas, entre elas o caronal, que é menos sujeito à cheia, havendo pisoteio e pastejo em excesso. O bovino apesar de não consumir o capim-carona, somente sua rebrota pós-queima, pasteja as forrageiras intersticiais ao carona, aumentando a pressão de pastejo na área.

Para a regeneração da pastagem, que sofreu estresses (deficiência hídrica e cheias) e distúrbios (fogo, pastejo, supressão da vegetação), a reserva de sementes no solo torna-se fundamental para o sucesso do retorno das espécies. Assim, banco de sementes é definido como o estoque ou reservatório de propágulos quiescentes ou dormentes, que são as sementes das plantas produzidas no local e por sementes provindas de longe por meios de dispersão (HARPER, 1977). O banco de sementes contém indivíduos da espécie no solo, em forma de sementes, em número superior que sob a forma de plantas. Contém também, sementes de espécies de plantas presentes, nas condições ambientais atuais e sementes de espécies ausentes que aparecerão quando sob condições que lhes sejam favoráveis.

THOMPSON (1992), estudando a função ecológica de um banco de sementes sobre a estrutura de uma comunidade de plantas, considerou que o banco de sementes pode ser transitório (sementes germinam no mesmo ano de sua dispersão) ou persistente (sementes persistem no solo por mais de um ano), sendo curto ou longo o prazo para recuperar uma comunidade vegetal. BAKKER *et al.* (1996), adotaram uma versão modificada para a classificação do banco de sementes, definindo três tipos: o transitório, que possui sementes que persistem no solo por menos que 1 ano; o persistente a curto prazo, com sementes que persistem no solo mais de um ano e menos que 5 anos; e o persistente a longo prazo, no qual as sementes persistem no solo no mínimo 5 anos. Este banco de sementes persistente a longo prazo contribui para a regeneração de comunidades degradadas ou destruídas, como a pastagem nativa após sofrer algum distúrbio, como o fogo ou alta pressão de pastejo. Assim, para se conhecer a dinâmica da pastagem nativa, tem que se saber primeiro o que há no reservatório de sementes, em qual densidade e como se comportam as sementes sob estresses ou distúrbios, ou seja, o estudo da dinâmica do banco de sementes.

O que determina a dinâmica é basicamente a entrada e a perda de sementes no banco ou reservatório. A entrada das sementes dá-se através da dispersão das sementes a curta ou a longa distância (HARPER, 1977; WILSON, 1992) através da queda (senescência) ou ejeção, através da água (cheia ou vazantes no Pantanal), ventos e animais (formigas, insetos, bovinos, cavalos, capivaras, veados, etc.). As perdas das sementes se dão principalmente por germinação quando estas estão sob condições ambientais adequadas, por morte natural das sementes e por pisoteio ou compactação do solo, que afundam as sementes ou por transporte a outros lugares, como ocorreu com cariopses da gramínea *Sporobolus jacquemontii* no Pantanal, onde diz-se que sua dispersão foi favorecida por rodas de avião.

Na reposição de plantas na pastagem nativa através do banco de sementes tem-se primeiramente, que considerar os fatores internos e externos que afetam a germinação das sementes. Dos fatores internos, os principais a se considerar são a viabilidade e a dormência das sementes. A viabilidade é o período de tempo em que ela vive efetivamente em condições naturais dentro do seu período de longevidade (período máximo de vida sob condições ideais) e que depende basicamente, no caso das plantas nativas do Pantanal, do vigor, das características genéticas da planta mãe e condições climáticas predominantes durante a maturação das sementes (CARVALHO e NAKAGAWA, 1988). A dormência é característica de sementes que, mesmo sendo viáveis, não germinam sob condições ambientais favoráveis com relação à umidade, temperatura e oxigênio (fatores externos). Conforme os referidos autores, a dormência é controlada por fatores endógenos, sendo de dois tipos, a primária ou natural e a induzida ou secundária, havendo pelo menos três sistemas que determinam a dormência: controle de entrada de água no interior da semente, controle do desenvolvimento do eixo embrionário e controle do equilíbrio entre substâncias promotoras e inibidoras do crescimento.

O estabelecimento de plantas nas pastagens naturais depende basicamente da germinação, da emergência e penetração da radícula da plântula no solo e de seu crescimento inicial. Cada uma destas etapas é dependente de uma série de fatores naturais intrínsecos (longevidade, viabilidade, genótipo, fenótipo, vigor da semente e da plântula) e extrínsecos (propriedades físicas e químicas do solo, microrganismos e clima), determinando o sucesso ou fracasso do crescimento da plântula. McIVOR e GARDENER (1994), avaliando o efeito das reservas de sementes no solo sobre a composição e persistência de vinte comunidades de pastagens nativas que variavam quanto à fertilidade do solo, pressão de pastejo e produção de forragem (Kg/ha), observaram que os resultados variaram conforme a comunidade, sendo os maiores valores para as pastagens de alta fertilidade e sob baixa pressão de pastejo. No

total foram registradas 100 espécies de plântulas que emergiram, sendo 29 gramíneas, 11 leguminosas, 8 ciperáceas e 52 de outras famílias.

A densidade de sementes no reservatório é variável no nível local do solo, mas geralmente aumenta conforme a frequência de distúrbios (fogo e pastejo animal) progride, desde que não haja prejuízo à produção de sementes pelas plantas (THOMPSON, 1992). ZAMMIT e ZEDLER (1988), avaliando a influência do fogo sobre a densidade de sementes germináveis no banco de sementes, verificaram que não houve efeito no nível coletivo, mas sim no nível individual, ou seja, algumas espécies apresentavam aumentos na emergência e outras, diminuição.

Os objetivos do trabalho foram os seguintes: avaliar e quantificar o banco de sementes do campo de capim-carona (*Elyonurus muticus*), verificando quais espécies apresentam um reservatório de sementes e avaliar o banco de sementes sob distúrbios como a queima e a presença animal.

Material e Métodos

O experimento para avaliar o banco de sementes do campo de capim-carona, antes e após a queima foi montado e conduzido em casa de vegetação da EMBRAPA/Pantanal, localizada no município de Corumbá (MS), tendo sob monitoramento somente as temperaturas máxima e mínima (figura 1).

A área de coleta do solo para realização do experimento foi a mesma descrita nos capítulos 1, 2 e 3, sob o mesmo delineamento experimental, tratamentos e número de blocos. A delimitação das áreas experimentais e feitiço das cercas para o tratamento sem animal, foram realizados seis meses antes do início do experimento, para adaptação local com a exclusão animal.

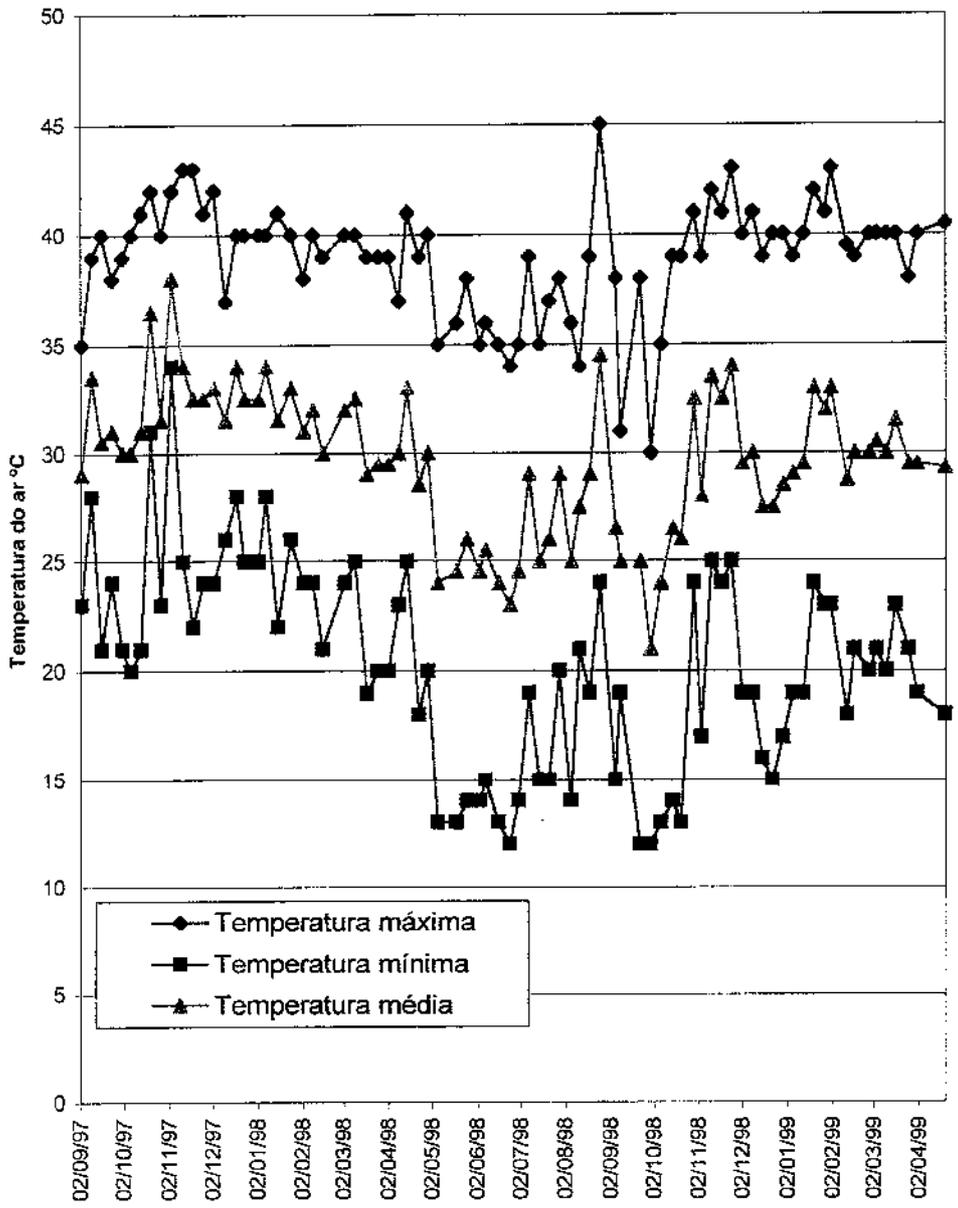


Figura 1. Temperaturas do ar (média, máxima, mínima) da casa de vegetação com o banco de sementes do caronal (*Elyonurus muticus*).

A obtenção do solo com as sementes fez-se com o uso de um trado de 7,5 cm de diâmetro (utilizado para a obtenção das raízes), com coleta de solo até 5 cm de profundidade em 20 pontos (amostra composta) aleatórios em cada uma das duas repetições por parcela, totalizando uma área de 1766,26 cm² de solo de cada uma das 16 parcelas. Portanto, foram coletadas 32 amostras de solo identificadas antes da queima e 16 amostras após a queima (somente para as parcelas que sofreram queima), totalizando 423,9m² de área amostrada distribuída aleatoriamente entre as parcelas. Para a coleta antes da queima, o experimento foi implantado na casa de vegetação em 22/08/97, e para a coleta pós-queima em 28/08/97.

Cada amostra foi peneirada (malha larga) para eliminação do material vegetativo como raízes, estolões e rizomas, e posteriormente, espalhada para coleta manual de sementes grandes. Em seguida, houve acondicionamento do solo em bandejas de plástico (45 x 30 x 8 cm) perfuradas no fundo, e colocadas em posição onde cada um dos blocos com seus tratamentos fosse agrupado do mesmo lado da mesa, na casa de vegetação, para controle e averiguação da emergência das plântulas das espécies. Cada bandeja correspondeu a amostra composta do reservatório de sementes de cada uma das parcelas do experimento de campo.

A altura da camada de solo em cada uma das bandejas foi de aproximadamente 5 cm e não foi feito revolvimento do solo posteriormente.

Há duas categorias de métodos para análise do banco de sementes: a separação das sementes no solo e a emergência das plântulas (BAKKER *et al.*, 1996). No presente trabalho, utilizou-se a emergência das plântulas, que foram identificadas e contadas.

As bandejas foram molhadas e observadas diariamente. As temperaturas do ar foram anotadas semanalmente, para monitoramento das máximas e mínimas. Quando as plântulas emergiam, muitas

permaneciam nas bandejas até um certo crescimento vegetativo para identificação da espécie, ou, caso não houvesse identificação, estas eram transferidas para outras bandejas até florescerem. Os exemplares com inflorescências foram identificados e depositados no Herbário da EMBRAPA/Pantanal.

O período experimental foi de agosto de 97 a março de 99. A coleta para avaliação do banco de sementes deu-se antes e após a primeira queimada.

A análise estatística foi feita pelo SAS usando-se o GLM (análise de variância), em delineamento de blocos casualizados em esquema fatorial. A análise para o número de plântulas emergidas em decorrência do tratamento recebido, foi realizada para as espécies que apareceram com maior freqüência, as espécies esporádicas foram desconsideradas por falta de dados para análise.

Resultados e Discussão

1) Número de plântulas emergidas

A emergência das primeiras plântulas, com a coleta antes da queima, começou cinco dias após a implantação do experimento (27/08/97). Para a coleta pós-queima, as primeiras plântulas emergiram dois dias após sua implantação (30/08/97).

A análise estatística para avaliação do número de plântulas emergidas do banco de sementes sob efeito dos tratamentos pós-queima, presença animal e época de emergência das plântulas, é apresentada na tabela 1. O efeito do fogo pode ser verificado no parâmetro pós-queima, posto que antes da queima as parcelas que iriam receber fogo, ainda não haviam sido queimadas. A coleta nessas parcelas serviu de controle para avaliar as condições do solo local quanto ao seu reservatório de sementes.

Tabela 1. Resultados da análise do Teste F para número de plântulas emergentes do banco de sementes do caronal (*Elyonurus muticus*) sob o efeito dos tratamentos queima, presença animal, pós-queima e época de emergência das plântulas.

Número de plântulas	Queima(Q)	Animal(A)	Pós(P)	Época(E)	Bloco	
	0,201	0,0163*	0,0255*	0,0449*	0,0001**	
Número de plântulas	Q*A	A*P	Q*E	A*E	E*P	C.V.%
	0,166	0,314	0,983	0,780	0,0143*	49,69

* =0,01<P<0,05; ** =0,001<P<0,01; sem símbolo =não significativo

O número médio de plântulas emergidas foi significativamente diferente sob presença animal, pós-queima, época de emergência das plântulas (P<0,05) e bloco (P<0,01), além do efeito da interação época e pós-queima. Na tabela 2, tem-se o número médio de plântulas sob o efeito da presença animal e do tratamento antes da queima. O número de plântulas foi superior no tratamento sem animal e antes da queima, ou seja, houve maior emergência de plântulas em áreas sem distúrbio.

Tabela 2. Número médio de plântulas / 883,13 (cm² de solo do campo) emergidas do banco de sementes do caronal (*Elyonurus muticus*) sob efeito da presença animal e pós-queima.

	Número de plântulas		Número de plântulas
Sem animal	100,55 A	Antes da queima	96,32 A
Com animal	78,92 B	Pós queima	76,57 B

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem significativamente entre si

Na literatura sobre banco de sementes, a densidade de sementes por m² é freqüentemente citada com valores conforme a comunidade vegetal estudada ou a metodologia adotada. McIVOR e GARDENER (1994) determinaram nos bancos de sementes de vinte pastagens avaliadas valores de 210 a 9779 sementes/m², mediante número de plântulas emergidas. O presente experimento apresentou 892,76 a 1137,44 plântulas/m², respectivamente, para os tratamentos com animal e sem animal. E para pós e antes da queima os valores de 866,18 a 1089,59 plântulas/m², respectivamente. Os resultados corresponderam a valores obtidos de pastagem nativa da Austrália,

com fertilidade abaixo da média, com média pressão de pastejo e dominância das gramíneas *Aristida* sp. e *Heteropogon contortus* e da espécie *Chrysopogon fallax*, que são espécies tipicamente de áreas secas (McIVOR e GARDENER, 1994).

A emergência das plântulas foi dividida em épocas para diminuir erros de datas exatas de emergência das plântulas, cuja identificação não foi imediata, e para facilitação da análise dos resultados. Assim obtiveram-se seis épocas diferentes, onde cada época de emergência das plântulas, compreendeu uma estação do ano (tabela 3).

Tabela 3. Número médio de plântulas emergidas (por 883,13 cm² de solo) do banco de sementes do caronal (*Elyonurus muticus*) sob efeito de época de emergência e dos blocos.

Épocas	blocos				Média por época
	1	2	3	4	
Primavera de 97	107,58	127,83	118,08	67,33	105,21 A
Verão de 99	75,75	121,92	90,75	96,83	96,31 AB
Outono de 98	54,42	118,75	61,92	129,25	91,08 AB
Verão de 98	62,67	146,33	29,83	118,58	89,35 AB
Inverno de 98	92,25	111,33	83,92	67,17	88,67 AB
Primavera de 98	93,58	93,33	45,58	38,67	67,79 B
Média por blocos	30,56	41,63	34,81	27,36	89,74

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem significativamente entre si

O maior número de plântulas emergidas ($P < 0,01$) ocorreu na primavera de 97, época logo após a implantação do experimento, mas cujo resultado não diferiu estatisticamente das outras épocas, como verão de 99, outono de 98, verão de 98 e inverno de 98 (tabela 3). A época primavera de 98 apresentou o menor número de plântulas emergidas. Verão de 99 teve o segundo maior número de plântulas emergidas, perdendo somente para a primeira estação em que o experimento foi iniciado. Assim as temperaturas mínimas absolutas do meses do inverno e primavera de 98 (figura 1) podem ter limitado a emergência das plântulas nessas duas estações.

O bloco que apresentou o maior número médio de plântulas emergidas foi o bloco 2 seguido dos blocos 4 e 1. O bloco 3 aqui mostrou-se o possuidor do menor número de plântulas emergidas. O bloco 2 obteve esse alto valor por emergência de plântulas de espécies hidrófilas como *Bacopa salzmannii*, *Bulbostylis* aff. *hirtella*, *Eleocharis* sp., *Hemicarpha micrantha*, *Lipocarpa* aff. *sellowiana* e *Paepalanthus lamarckii*, pois sua localização está próxima de baía que possui muitas destas espécies.

Na tabela 4 observa-se o desdobramento da interação época do ano e antes e pós-queima sobre o número de plântulas emergidas do banco de sementes. Somente na primeira época (primavera de 97) após o início do experimento, o tratamento pós-queima determinou o maior número de plântulas emergidas ($P < 0,01$). Nas épocas seguintes, o maior número de plântulas foi no tratamento antes da queima, ou seja, sem queima. Assim, logo após a queima, houve maior emergência de espécies consideradas pioneiras (como *Portulaca fluvialis*) cujas sementes talvez, percam a dormência pelas altas temperaturas do fogo, ou talvez, sejam fotoblásticas positivas que, com a eliminação da parte aérea das plantas pela queimada, são favorecidas pela incidência da luz, como ocorre com as espécies *Porophyllum lanceolatum* e *Bidens gardneri* (FELIPPE e SILVA, 1984).

Tabela 4. Desdobramento da interação época de emergência e queima (antes e pós-queima) sobre o número de plântulas do banco de sementes do caronal (*Elyonurus muticus*).

	Primavera de 97	Verão de 98	Outono de 98	Inverno de 98	Primavera de 98	Verão de 99
Antes da queima	89,81	95,94	91,78	106,78	79,66	113,94
Pós-queima	136,00	76,19	89,69	52,44	44,06	61,06

2) Espécies do banco de sementes

As espécies das plântulas que emergiram do banco de sementes, e seu respectivo número de plântulas, estão relacionadas na tabela 5. Foram determinadas 85 espécies e 16 a serem aferidas, distribuídas em 28 famílias, 64 gêneros, somando mais de 25000 plântulas emergidas em todo período experimental. As espécies a serem aferidas parecem ser diferentes fenótipos da mesma espécie, determinados por condições de casa de vegetação (menos radiação solar e mais umidade no solo) ou podem ser variedades da espécie. Das espécies listadas, 13,9% foram gramíneas e 3,9% leguminosas, sendo que as gramíneas foram responsáveis por 4,1% do número total de plântulas emergidas e as leguminosas somente 0,17%. As ciperáceas representaram 31,7% das espécies, com 28,8% do total de plântulas emergidas.

Tabela 5. Espécies de plântulas emergidas do banco de sementes do caronal (*Elyonurus muticus*) sob efeito da queima e da presença animal e seu respectivo número de plântulas (por 883,13 cm² de solo do campo).

Espécies encontradas no banco de sementes	Plântulas
Alismataceae	
<i>Echinodorus tenellus</i> (Mart.) Kunth	5
Apocynaceae	
<i>Macrosiphonia petraea</i> (St.Hil.) Schum.	4
Boraginaceae	
<i>Heliotropium cf. filiforme</i> H.B.K.	1
<i>Heliotropium filiforme</i> H.B.K.	1
Burmanniaceae	
<i>Burmannia flava</i> Mart.	1203
Cecropiaceae (Moraceae)	
<i>Cecropia pachystachya</i> Trec.	1
Compositae (Asteraceae)	
<i>Eclipta prostrata</i> (L.) L.	1
<i>Eupatorium squalidum</i> DC.	4
<i>Orthopappus angustifolius</i> (Sw.) Gl.	2
<i>Pluchea sagittalis</i> (Lam.) Cabr.	7
<i>Vernonia rubricaulis</i> H. & B.	1
<i>Vernonia scabra</i> Pers.	2
<i>Wedelia brachycarpa</i> Bak.	1
Cyperaceae	
<i>Bulbostylis aff. hirtella</i>	82
<i>Bulbostylis hirtella</i> (Schr.) Urban	297

<i>Cyperus aff. haspan</i>	2
<i>Cyperus brevifolius</i> (Rottb.) Hassk.	211
<i>Cyperus cayennensis</i> (Lam.) Britt.	32
<i>Cyperus compressus</i> (L.)	2
<i>Cyperus haspan ssp. juncooides</i> (Lam.) Kük.	14
<i>Cyperus sesquiflorus</i> (Torr.) Mattf. & Kuk.	106
<i>Cyperus</i> sp1	7
<i>Cyperus</i> sp2	4
<i>Cyperus</i> sp3	15
<i>Cyperus surinamensis</i> Rottb.	317
<i>Eleocharis aff. nudipes</i>	7
<i>Eleocharis cf capillacea</i> Kunth.	1
<i>Eleocharis minima</i> Kunth	662
<i>Eleocharis nudipes</i> (Kunth) Palla	92
<i>Eleocharis viridans</i> Kük.	1271
<i>Eleocharis</i> sp.	887
<i>Fimbristylis autumnalis</i> (L.) R. & S.	16
<i>Fimbristylis cf. miliacea</i> (L.) Vahl	1
<i>Fimbristylis aff. dichotoma</i>	1
<i>Fimbristylis dichotoma</i> (L.) Vahl	480
<i>Fimbristylis</i> sp.	35
<i>Hemicarpha micrantha</i> (Vahl) Pax	833
<i>Lipocarpa aff. sellowiana</i>	746
<i>Lipocarpa sellowiana</i> Kunth.	792
<i>Rhynchospora brevirostris</i> Griseb.	35
<i>Rhynchospora cf. brevirostris</i>	1
<i>Rhynchospora cf. eximia</i>	2
<i>Rhynchospora eximia</i> (Nees) Böckler	84
<i>Rhynchospora tenuis</i> Link	406
<i>Rhynchospora</i> sp.	4
Eriocaulaceae	
<i>Paepalanthus lamarckii</i> Kth.	1332
<i>Syngonanthus gracilis</i> (Bong.) Ruhl	8
Euphorbiaceae	
<i>Croton glandulosus</i> (L.) M. Arg.	44
<i>Euphorbia thymifolia</i> L.	5
<i>Phyllanthus amarus</i> Schum. et Thon.	2
<i>Sebastiania hispida</i> (Mart.) Pax	9
Gentianaceae	
<i>Schultesia guianensis</i> Aubl.	298
Iridaceae	
<i>Cipura paludosa</i> Aubl.	16
Labiatae (Lamiaceae)	
<i>Hyptis brevipes</i> Poit.	323
<i>Hyptis crenata</i> Pohl	75
<i>Hyptis</i> sp.	23
Leguminosae - Caesalpinioideae	
<i>Chamaecrista serpens</i> (L.) Greene	24
Leguminosae - Faboideae	

<i>Desmodium barbatum</i> (L.) Bth.	16
<i>Tephrosia adunca</i> Bth.	1
<i>Zornia crinita</i> (Mohl.) Vanni	2
Lythraceae	
<i>Rotala ramosior</i> (L.) Koehne	1416
Malvaceae	
<i>Sida viarum</i> St. Hil.	39
Melastomataceae	
<i>Acisanthera divaricata</i> Cogn.	1
<i>Rhynchanthera novemnervia</i> D.C.	1
<i>Tibouchina gracilis</i> (Bonpl.) Cogn.	160
Myrtaceae	
<i>Psidium guineense</i> Sw.	1
Ochnaceae	
<i>Sauvagesia erecta</i> L.	1
Onagraceae	
<i>Ludwigia octovalvis</i> (Jacq.) Raven	858
Poaceae (Gramineae)	
<i>Andropogon bicornis</i> L.	1
<i>Axonopus purpusii</i> (Mez) Chase	202
<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) P. Beauv.	4
<i>Digitaria fuscescens</i> (Presl.) Henr.	512
<i>Eragrostis bahiensis</i> Schult.	26
<i>Eragrostis</i> sp.	2
<i>Gymnopogon spicatus</i> (Spr.) O K.	3
<i>Ichnanthus procurrens</i> (Nees) Swallen	4
<i>Mesosetum chaseae</i> Luces	23
<i>Panicum laxum</i> Sw.	162
<i>Panicum repens</i> L.	1
<i>Reimarochloa</i> sp.	2
<i>Setaria geniculata</i> (Lam.) Beauv.	61
<i>Sporobolus jacquemontii</i> Kunth	47
Polygalaceae	
<i>Polygala extraaxillaris</i> Chodat	3
Portulacaceae	
<i>Portulaca fluvialis</i> Legr.	77
<i>Portulaca</i> sp.	195
Primulaceae	
<i>Centunculus minimus</i> L.	13
Rubiaceae	
<i>Borreria quadrifaria</i> Cabral	47
<i>Borreria</i> sp.	3761
<i>Richardia grandiflora</i> (C. et S.) Steud	249
Scrophulariaceae	
<i>Angelonia salicariaefolia</i> Bonpl.	26
<i>Bacopa australis</i> V. C. Souza	47
<i>Bacopa monnierioides</i> (Cham.) Robinson	30
<i>Bacopa salzmännii</i> (Benth.) Wettst ex Edwall	3732
<i>Buchnera longifolia</i> H.B.K.	1

<i>Scoparia aff. dulcis</i> L.	94
<i>Scoparia dulcis</i> L.	1347
<i>Scoparia montevidensis</i> (Spr.) Fries	849
Sterculiaceae	
<i>Waltheria albicans</i> Turcs.	111
Pteridophyta	
<i>Lygodium polymorphum</i> (Cav.) H.B.K.	33
<i>Ophioglossum crotalophoroides</i> Walter	198
<i>Pityrogramma calomelanos</i> (L.) Link	663
Total	25859

Os resultados da análise estatística de 55 espécies estão na tabela 6.

Tabela 6. Teste F para análise estatística das espécies emergidas do banco de sementes do caronal (*Elyonurus muticus*) sob efeito da queima e da presença animal.

Espécies	Queima(Q)	Animal(A)	Pós(P)	Bloco	QxA	AxP	C.V.%
<i>Axonopus purpusii</i>	0,542	0,113	0,110	0,334	0,697	0,657	56,31
<i>Bacopa australis</i>	0,512	0,285	0,692	0,482	0,116	0,895	207,57
<i>Bacopa salzmannii</i>	0,795	0,221	0,237	0,0012**	0,063	0,455	52,58
<i>Bulbostylis aff. hirtella</i>	0,265	0,354	0,243	0,0239*	0,650	0,340	167,05
<i>Borreria quadrifaria</i>	1,000	0,169	0,090	0,256	0,586	0,345	138,91
<i>Borreria sp.</i>	0,840	0,190	0,0326*	0,497	0,052	0,627	63,13
<i>Bulbostylis hirtella</i>	0,556	0,302	0,511	0,0332*	0,148	0,234	119,25
<i>Burmannia flava</i>	0,376	0,880	0,334	0,111	0,109	0,176	282,91
<i>Chamaecrista serpens</i>	0,104	0,194	0,777	0,072	0,573	0,401	160,18
<i>Cipura paludosa</i>	0,452	1,000	0,143	0,324	0,265	0,452	259,06
<i>Croton glandulosus</i>	0,418	0,477	0,356	0,068	0,907	0,252	120,02
<i>Cyperus brevifolius</i>	0,576	0,255	0,615	0,0436*	0,576	0,695	65,24
<i>Cyperus cayennensis</i>	0,815	0,328	0,640	0,071	0,252	0,640	139,84
<i>Cyperus haspan</i>	0,731	0,422	0,100	0,0030**	0,310	0,310	131,63
<i>Cyperus sesquiflorus</i>	0,419	0,474	0,365	0,372	0,684	0,919	93,23
<i>Cyperus surinamensis</i>	0,592	0,647	0,959	0,0085**	0,132	0,609	137,24
<i>Desmodium barbatum</i>	0,302	0,621	0,487	0,0182*	0,302	0,302	210,36
<i>Digitaria fuscescens</i>	0,681	0,848	0,171	0,215	0,139	0,375	172,96
<i>Eleocharis minima</i>	0,340	0,0059**	0,057	0,708	0,149	0,0023**	76,17
<i>Eleocharis nudipes</i>	0,717	0,148	0,248	0,399	0,370	0,650	162,11
<i>Eleocharis sp.</i>	0,183	0,0118*	0,296	0,0098**	0,602	0,355	73,97
<i>Eleocharis viridans</i>	0,432	0,064	0,796	0,0086**	0,187	0,294	64,04
<i>Eragrostis bahiensis</i>	0,718	0,932	0,118	0,084	0,718	0,372	148,16
<i>Fimbristylis autumnalis</i>	0,714	0,729	0,210	0,197	0,466	0,854	213,83
<i>Fimbristylis sp.</i>	0,948	0,460	0,115	0,167	0,844	0,331	279,96
<i>Fimbristylis</i>	0,765	0,959	0,626	0,221	0,435	0,390	116,05

<i>dichotoma</i>							
<i>Hemicarpha micrantha</i>	0,955	0,098	0,313	0,0190*	0,246	0,110	84,34
<i>Hyptis brevipes</i>	0,368	0,635	0,623	0,0080**	0,863	0,266	76,13
<i>Hyptis crenata</i>	0,946	0,748	0,117	0,251	1,000	0,499	247,34
<i>Hyptis</i> sp	0,660	0,581	0,156	0,962	0,312	0,769	174,52
<i>Lygodium cf. polymorphum</i>	0,356	0,466	0,535	0,768	0,535	0,535	145,30
<i>Lipocarpha aff. sellowiana</i>	0,698	0,308	0,070	0,0027**	0,158	0,922	131,43
<i>Lipocarpha sellowiana</i>	0,923	0,585	0,283	0,366	0,450	0,239	77,12
<i>Ludwigia octovalvis</i>	0,311	0,449	0,516	0,061	0,683	0,844	47,55
<i>Mesosetum chaseae</i>	0,056	0,191	0,839	0,516	0,0250*	0,316	125,77
<i>Ophioglossum crotalophoroides</i>	0,287	0,350	0,447	0,127	0,417	0,447	144,60
<i>Paepalanthus lamarckii</i>	0,124	0,0029**	0,450	0,0004**	0,206	0,632	47,21
<i>Panicum laxum</i>	0,537	0,891	0,084	0,116	0,105	0,413	161,83
<i>Pityrogramma calomelanos</i>	0,687	0,096	0,840	0,118	0,055	0,256	98,34
<i>Portulaca fluviialis</i>	0,732	0,952	0,0454*	0,140	0,732	0,732	183,29
<i>Portulaca</i> sp.	0,576	0,175	0,080	0,101	0,517	0,654	130,42
<i>Rhynchospora brevirostris</i>	0,587	0,797	0,587	0,657	1,000	0,284	180,12
<i>Rhynchospora eximia</i>	0,751	0,051	0,216	0,217	0,751	0,751	103,28
<i>Rhynchospora tenuis</i>	0,668	0,061	0,886	0,0001**	0,668	0,774	39,35
<i>Richardia grandiflora</i>	0,259	0,986	0,323	0,278	0,175	0,175	195,76
<i>Scoparia aff. dulcis</i>	0,587	0,287	0,639	0,333	0,692	0,392	283,32
<i>Sporobolus jacquemontii</i>	0,443	0,808	0,897	0,0003**	0,443	0,372	123,40
<i>Schultesia guianensis</i>	0,189	0,137	0,722	0,0433*	0,943	0,619	88,07
<i>Scoparia dulcis</i>	0,589	0,600	0,157	0,184	0,738	0,697	176,51
<i>Scoparia montevidensis</i>	0,411	0,250	0,834	0,0093**	0,834	0,995	118,14
<i>Rotala ramosior</i>	0,513	0,122	0,857	0,062	0,079	0,463	78,69
<i>Setaria geniculata</i>	0,423	0,410	0,660	0,196	0,941	0,249	131,33
<i>Sida viarum</i>	0,926	0,862	0,094	0,249	0,782	0,645	199,53
<i>Tibouchina gracilis</i>	0,412	0,385	0,202	0,0029**	0,376	0,783	116,98
<i>Waltheria albicans</i>	0,704	0,450	0,102	0,389	0,195	0,0499*	84,80

* =0,01<P<0,05; ** =0,001<P<0,01; sem símbolo =não significativo

Houve efeito significativo ($P<0,01$) para o número médio de plântulas emergidas sob efeito animal para as espécies *Eleocharis minima*, *Eleocharis* sp. e *Paepalanthus lamarckii* (tabela 7), com maior número de plântulas emergidas no tratamento sem animal. As sementes, destas espécies por serem muito pequenas e leves, com o pisoteio do animal são enterradas no solo, prejudicando sua

germinação. *Mesosetum chaseae*, apesar de não apresentar diferença significativa ($P > 0,01$), apresentou uma tendência de maior número de plântulas com ausência animal.

Tabela 7. Número médio de plântulas emergidas (por 883,13 cm² de solo) das espécies *E. minima*, *Eleocharis* sp., *P. lamarckii* e *M. chaseae* do banco de sementes do caronal (*Elyonurus muticus*) sob efeito da presença animal.

	<i>Eleocharis minima</i>	<i>Eleocharis</i> sp.	<i>Paepalanthus lamarckii</i>	<i>Mesosetum chaseae</i>
Sem animal	2,54 A	26,50 A	37,83 A	0,58 A
Com animal	1,13 B	10,33 B	17,46 B	0,38 A

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem significativamente entre si

A pós-queima determinou diferenças significativas ($P < 0,01$) para o número médio de plântulas emergidas para as espécies *Borreria* sp e *Portulaca fluvialis*. A espécie *Borreria* sp. apresentou um número médio de plântulas superior no tratamento antes da queima (tabela 8). Esta espécie não apareceu no levantamento florístico do campo caronal, pois trata-se de uma espécie que só aparece em condições onde não há deficiência hídrica como foi o caso deste experimento em casa de vegetação. A *Portulaca fluvialis*, como ocorreu em condições de campo (capítulo 5), teve um maior número médio de plântulas no tratamento pós-queima.

Tabela 8. Número médio de plântulas emergidas (por 883,13 cm² de solo) das espécies *Borreria* sp. e *P. fluvialis* do banco de sementes do caronal (*Elyonurus muticus*) sob efeito da pós-queima.

	<i>Borreria</i> sp.	<i>Portulaca fluvialis</i>
Antes da queima	69,22 A	0,44 B
Pós-queima	26,56 B	3,81 A

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem significativamente entre si

O bloco exerceu efeito significativo ($P < 0,05$ e $P < 0,01$) em 18 das espécies analisadas (tabela 9), ou 32,7% das espécies. O bloco 2 foi o que apresentou o maior número total das espécies citadas.

Este fato ocorreu devido à proximidade deste bloco a uma grande baía, facilitando dispersão de sementes de plantas da área e que sob condições adequadas de umidade, como foi o caso do experimento na casa de vegetação, fez com que emergisse grande número de plântulas de espécies consideradas aquáticas ou que só emergem em condições de cheia como o caso da *Bacopa salzmannii*, *Bulbostylis hirtella*, *Eleocharis* sp., *Eleocharis viridans*, *Hemicarpha micrantha*, *Lipocarpha* aff. *sellowiana*, *Paepalanthus lamarckii* e *Schultesia guianensis*. Os outros blocos foram semelhantes nos seus resultados.

Tabela 9. Número total de plântulas emergidas (por 883,13 cm² de solo) do banco de sementes do caronal (*Elyonurus muticus*) sob efeito de bloco para as espécies.

espécies	bloco				Total de plântulas
	1	2	3	4	
<i>Bacopa salzmannii</i>	516,00	1655,00	794,00	767,00	3732,00
<i>Bulbostylis</i> aff. <i>hirtella</i>	46,00	34,00	0,00	0,00	80,00
<i>Bulbostylis hirtella</i>	28,00	216,00	4,00	49,00	297,00
<i>Cyperus brevifolius</i>	34,00	39,00	51,00	87,00	211,00
<i>Cyperus haspan</i>	1,00	3,00	1,00	9,00	14,00
<i>Cyperus surinamensis</i>	211,00	42,00	21,00	43,00	317,00
<i>Desmodium barbatum</i>	0,00	1,00	15,00	0,00	16,00
<i>Eleocharis</i> sp.	120,00	373,00	60,00	334,00	887,00
<i>Eleocharis viridans</i>	302,00	442,00	50,00	477,00	1271,00
<i>Hemicarpha micrantha</i>	110,00	408,00	228,00	87,00	833,00
<i>Hyptis brevipes</i>	65,00	74,00	165,00	18,00	322,00
<i>Lipocarpha</i> aff. <i>sellowiana</i>	24,00	511,00	195,00	16,00	746,00
<i>Paepalanthus lamarckii</i>	468,00	513,00	42,00	309,00	1332,00
<i>Rhynchospora tenuis</i>	32,00	105,00	116,00	153,00	406,00
<i>Sporobolus jacquemontii</i>	2,00	2,00	41,00	2,00	47,00
<i>Schultesia guianensis</i>	75,00	141,00	18,00	64,00	298,00
<i>Scoparia montevidensis</i>	229,00	44,00	546,00	30,00	849,00
<i>Tibouchina gracilis</i>	111,00	15,00	7,00	27,00	160,00
Total por bloco	2374,00	4618,00	2354,00	2472,00	11818,00

Houve efeito significativo das interações queima x animal ($P < 0,05$) para o *Mesosetum chaseae* (tabela 10). Foi verificado que o tratamento sem queima e sem animal apresentou o maior número médio de plântulas, mas tal resultado pode ter ocorrido por conta do acaso, posto que, no tratamento antes da queima, as parcelas

com tratamentos "com queima e sem animal" não haviam sido queimadas. Assim procedeu-se para justamente haver controle das áreas que iriam receber fogo e verificar se casualmente tal local possuía algum reservatório extraordinário de sementes. Mesmo assim a média do "antes da queima" obteve valor superior no tratamento sem fogo e sem animal.

Tabela 10. Desdobramento da interação queima x animal sobre o número de plântulas emergidas de *Mesosetum chaseae* do banco de sementes do caronal (*Elyonurus muticus*).

Soma das plântulas do <i>Mesosetum chaseae</i>				
Tratamentos		Sem animal	Com animal	Total
Antes da queima	Sem queima	11	3	14
	Com queima	0	4	4
	Média	5,5	3,5	9
Pós-queima	Com queima	3	2	5
Soma dos tratamentos		14	9	23

No desdobramento da interação pós-queima x animal das espécies *Eleocharis minima* e *Waltheria albicans*, obteve-se para as duas espécies aumento do número médio das plântulas sob o tratamento pós-queima e sem animal (tabela 11). Esse resultado foi talvez, devido à falta de pisoteio dos animais na área, fazendo com que as sementes permanecessem superficiais e talvez, sob a ação conjunta da temperatura do fogo estimulou a germinação e emergência das espécies, desde que com bom teor de umidade no solo. *E. minima*, mesmo sob efeito do fogo mas com a presença animal, apresentou o menor número de plântulas.

Tabela 11. Desdobramento da interação presença animal x pós-queima (A x P) sobre o número de plântulas emergidas das espécies *E. minima* e *W. albicans* do banco de sementes do caronal (*Elyonurus muticus*).

AxP	<i>Eleocharis minima</i>		<i>Waltheria albicans</i>	
	Sem animal	Com animal	Sem animal	Com animal
Antes da queima	1,50	1,44	0,94	1,44
Pós-queima	4,63	0,50	2,88	1,50

Comparando as 155 espécies encontradas no levantamento florístico da área experimental do campo de capim-carona (tabela 1, capítulo 5) com as 101 espécies emergidas do banco de sementes do caronal, obtiveram-se 65 espécies comuns aos dois experimentos (tabela 12), 90 espécies que só foram verificadas no campo de capim-carona e 36 espécies ou variedades somente no banco de sementes.

Tabela 12. Espécies comuns do campo de capim-carona (*Elyonurus muticus*) e do banco de sementes do caronal, espécies do caronal que não foram verificadas no banco de sementes e espécies do banco de sementes que não surgiram no campo de carona.

ESPÉCIES	ESPÉCIES DO CAMPO DE CAPIM-CARONA	ESPÉCIES DO BANCO DE SEMENTES
<i>Acisanthera divaricata</i>		X
<i>Acosmium subelegans</i>	X	
<i>Acrocomia aculeata</i>	X	
<i>Aeschynomene histrix</i>	X	
<i>Aeschynomene paniculata</i>	X	
<i>Anacardium humile</i>	X	
<i>Andropogon bicornis</i>	X	X
<i>Andropogon hypogynus</i>	X	
<i>Andropogon selloanus</i>	X	
<i>Angelonia salicariaefolia</i>	X	X
<i>Annona comifolia</i>	X	
<i>Annona dioica</i>	X	
<i>Annona phaeoclados</i>	X	
<i>Aristida sp.</i>	X	
<i>Axonopus paraguayensis</i>	X	
<i>Axonopus purpusii</i>	X	X
<i>Bacopa australis</i>		X
<i>Bacopa monnierioides</i>		X
<i>Bacopa salzmannii</i>	X	X

<i>Borreria eryngioides</i>	X	
<i>Borreria quadrifaria</i>	X	X
<i>Borreria</i> sp.		X
<i>Bowdichia virgilioides</i>	X	
<i>Bromelia balansae</i>	X	
<i>Buchenavia tomentosa</i>	X	
<i>Buchnera longifolia</i>	X	X
<i>Bulbostylis</i> aff. <i>hirtella</i>		X
<i>Bulbostylis hirtella</i>	X	X
<i>Bulbostylis junciformis</i>	X	
<i>Bulbostylis scabra</i>	X	
<i>Burmannia flava</i>		X
<i>Byrsonima orbignyana</i>	X	
<i>Caperonia castaneaefolia</i>	X	
<i>Cecropia pachystachya</i>		X
<i>Centrosema brasilianum</i>	X	
<i>Centunculus minimus</i>		X
<i>Chamaecrista flexuosa</i>	X	
<i>Chamaecrista serpens</i>	X	X
<i>Cipura paludosa</i>	X	X
<i>Cissampelus pareira</i>	X	
<i>Commelina</i> cf. <i>nudiflora</i>	X	
<i>Commelina diffusa</i>	X	
<i>Crotalaria micans</i>	X	
<i>Crotalaria stipularia</i>	X	
<i>Croton</i> cf. <i>corumbensis</i>	X	
<i>Croton glandulosus</i>	X	X
<i>Cuphea racemosa</i>	X	
<i>Curatella americana</i>	X	
<i>Cyperus</i> aff. <i>haspan</i>		X
<i>Cyperus brevifolius</i>	X	X
<i>Cyperus cayennensis</i>	X	X
<i>Cyperus compressus</i>		X
<i>Cyperus haspan</i>	X	X
<i>Cyperus sesquiflorus</i>	X	X
<i>Cyperus</i> sp1.	X	X
<i>Cyperus</i> sp2.	X	X
<i>Cyperus</i> sp3.	X	X
<i>Cyperus</i> sp4.	X	
<i>Cyperus surinamensis</i>	X	X
<i>Dactyloctenium aegyptium</i>		X
<i>Desmodium barbatum</i>	X	X
<i>Desmodium distortum</i>	X	
<i>Digitaria decumbens</i>	X	
<i>Digitaria fuscescens</i>	X	X
<i>Diodia kuntzei</i>	X	
<i>Diospyros hispida</i>	X	
<i>Dulacia egleri</i>	X	
<i>Echinodorus tenellus</i>		X

<i>Eclipta prostrata</i>		X
<i>Eleocharis aff. nudipes</i>		X
<i>Eleocharis cf. capillacea</i>		X
<i>Eleocharis minima</i>	X	X
<i>Eleocharis nudipes</i>	X	X
<i>Eleocharis sp.</i>		X
<i>Eleocharis viridans</i>		X
<i>Elyonurus muticus</i>	X	
<i>Eragrostis bahiensis</i>	X	X
<i>Eragrostis sp.</i>	X	X
<i>Erechtites hieracifolia</i>	X	
<i>Eriosema crinitum</i>	X	
<i>Eriosema platycarpon</i>	X	
<i>Eupatorium macrocephalum</i>	X	
<i>Eupatorium squalidum</i>	X	X
<i>Euphorbia thymifolia</i>		X
<i>Fimbristylis sp.</i>		X
<i>Fimbristylis autumnalis</i>		X
<i>Fimbristylis cf. miliacea</i>		X
<i>Fimbristylis aff. dichotoma</i>		X
<i>Fimbristylis dichotoma</i>	X	X
<i>Froelichia procera</i>	X	
<i>Funastrum clausum</i>	X	
<i>Gymnopogon spicatus</i>	X	X
<i>Heliotropium cf. filiforme</i>		X
<i>Heliotropium filiforme</i>	X	X
<i>Hemicarpha micrantha</i>	X	X
<i>Hybanthus calceolaria</i>	X	
<i>Hymenaea stigonocarpa</i>	X	
<i>Hyptis brevipes</i>	X	X
<i>Hyptis crenata</i>	X	X
<i>Hyptis sp.</i>		X
<i>Ichnanthus procurrans</i>	X	X
<i>Jatropha elliptica</i>	X	
<i>Leptocoryphium lanatum</i>	X	
<i>Lipocarpha aff. sellowiana</i>		X
<i>Lipocarpha sellowiana</i>	X	X
<i>Ludwigia octovalvis</i>	X	X
<i>Ludwigia rigida</i>	X	
<i>Lygodium polymorphum</i>		X
<i>Macrosiphonia petraea</i>	X	X
<i>Mascagnia benthamiana</i>	X	
<i>Melochia simplex</i>	X	
<i>Melochia villosa</i>	X	
<i>Mesosetum chaseae</i>	X	X
<i>Mimosa adenocarpa</i>	X	
<i>Mouriri elliptica</i>	X	
<i>Murdannia nudiflora</i>	X	

<i>Ophioglossum crotalophoroides</i>	X	X
<i>Orthopappus angustifolius</i>	X	X
<i>Oxypetalum amottianum</i>	X	
<i>Paepalanthus lamarckii</i>	X	X
<i>Panicum hirtum</i>	X	
<i>Panicum laxum</i>	X	X
<i>Panicum repens</i>	X	X
<i>Pappophorum krapovickasii</i>	X	
<i>Paspalum carinatum</i>	X	
<i>Paspalum oteroi</i>	X	
<i>Paspalum plicatulum</i>	X	
<i>Paspalum stellatum</i>	X	
<i>Peltodon tomentosus</i>	X	
<i>Phyllanthus amarus</i>	X	X
<i>Piriqueta cistoides</i>	X	
<i>Piriqueta corumbensis</i>	X	
<i>Pluchea sagittalis</i>		X
<i>Polygala extraaxillaris</i>	X	X
<i>Polygala longicaulis</i>	X	
<i>Polygala subtilis</i>	X	
<i>Polygala timoutoides</i>	X	
<i>Porophyllum lanceolatum</i>	X	
<i>Portulaca fluvialis</i>	X	X
<i>Portulaca sp.</i>	X	X
<i>Psidium guineense</i>	X	X
<i>Pterocaulon alopecuroides</i>	X	
<i>Pityrogramma calomelanos</i>		X
<i>Reimarochloa sp.</i>	X	X
<i>Rhynchanthera novemnervia</i>		X
<i>Rhynchopora brevirostris</i>		X
<i>Rhynchopora cf. brevirostris</i>		X
<i>Rhynchospora cf. eximia</i>		X
<i>Rhynchospora eximia</i>	X	X
<i>Rhynchospora nervosa</i>	X	
<i>Rhynchospora sp.</i>		X
<i>Rhynchospora tenuis</i>	X	X
<i>Richardia grandiflora</i>	X	X
<i>Rotala ramosior</i>	X	X
<i>Ruellia gemminiflora</i>	X	
<i>Sauvagesia erecta</i>	X	X
<i>Scheelea phalerata</i>	X	
<i>Schultesia guianensis</i>	X	X
<i>Schizachyrium microstachyum</i>	X	
<i>Scoparia aff. dulcis</i>		X
<i>Scoparia dulcis</i>	X	X
<i>Scoparia montevidensis</i>	X	X
<i>Sebastiania hispida</i>	X	X
<i>Setaria geniculata</i>	X	X
<i>Sida cerradoensis</i>	X	

<i>Sida linifolia</i>	X	
<i>Sida santaremensis</i>	X	
<i>Sida viarum</i>	X	X
<i>Solanum viarum</i>	X	
<i>Sorghastrum setosum</i>	X	
<i>Sporobolus jacquemontii</i>	X	X
<i>Stenandrium pohlii</i>	X	
<i>Stilpnopappus pantanalensis</i>	X	
<i>Stryphnodendron obovatum</i>	X	
<i>Stylosanthes acuminata</i>	X	
<i>Syngonanthus gracilis</i>		X
<i>Tabebuia aurea</i>	X	
<i>Tephrosia adunca</i>	X	X
<i>Tibouchina gracilis</i>	X	X
<i>Trachypogon spicatus</i>	X	
<i>Turnera melochioides</i>	X	
<i>Unonopsis lindmanii</i>	X	
<i>Vernonia rubricaulis</i>		X
<i>Vernonia scabra</i>	X	X
<i>Vigna peduncularis</i> var. <i>clitorioides</i>	X	
<i>Waltheria albicans</i>	X	X
<i>Wedelia brachycarpa</i>	X	X
<i>Ximenia americana</i>	X	
<i>Zornia crinita</i>	X	X
<i>Zornia latifolia</i>	X	
<i>Zornia reticulata</i>	X	

Pelos resultados da tabela 12, observa-se que somente 41,94% das espécies do campo de capim-carona apareceram no banco de sementes do caronal, e pelo menos 23 espécies do banco de sementes não foram observadas no levantamento florístico de campo. De maneira geral, considera-se que muitas das espécies encontradas no banco de sementes são de ambiente de solo úmido.

BROWN (1998), avaliando o banco de sementes e a vegetação remanescente de áreas alagáveis perturbadas como precursores da restauração da vegetação, verificou que o banco de sementes foi um indicador ineficiente da abundância das espécies tanto de áreas sob distúrbios como em áreas não perturbadas. Tal fato deve-se à condição de que muitas espécies na vegetação germinam sob baixo potencial de água no solo ou possuem propagação vegetativa, ou

suas sementes apresentam baixa germinabilidade por estarem dormentes ou inviáveis, o que deve ocorrer no caronal.

A gramínea *Elyonurus muticus* que domina a área não teve nenhuma plântula emergida do banco de sementes. A espécie propaga-se via seminal (COMASTRI FILHO e POTT, 1994), mas a porcentagem de germinação é baixa. Em ensaios preliminares de germinação de cariopses com 100% de pureza, obteve-se apenas de 5 a 7% de germinação, conforme o substrato areia ou papel e cariopses colhidas após floração recente e do ano anterior, sob condições ambientes de casa de vegetação. A falta de emergência de plântulas da gramínea no banco de sementes, pode ser devido também, à falta de cariopses da espécie no solo na época da coleta, por predação destas por insetos ou pássaros, ou estas encontravam-se inviáveis ou dormentes.

Conclusões

- 1- Há maior emergência de plântulas do banco de sementes do caronal em áreas sem presença animal e sem fogo.
- 2- O número de plântulas emergidas do banco de sementes do caronal difere conforme a estação do ano. A área que recebe fogo apresenta maior emergência de plântulas somente na primeira estação pós queima.
- 3- As espécies *Paepalanthus lamarckii*, *Eleocharis* sp. e *Eleocharis minima* têm maior número de plântulas emergidas do banco de sementes do caronal sob ausência animal. *Portulaca fluvialis* têm maior número de plântulas após a queima.
- 4- O número de espécies de plantas do banco de sementes do solo do caronal é menor do que as espécies encontradas no levantamento florístico de campo.

CONCLUSÃO GERAL

A queima e a presença animal no campo do capim-carona (*Elyonurus muticus*) não promovem efeitos drásticos sobre a produtividade primária líquida aérea (variável para cada espécie), sobre a frequência absoluta das espécies, sobre a composição florística e o número de espécies, sobre as espécies de plântulas emergidas do banco de sementes do solo do caronal e sobre a densidade e o peso da matéria seca da raiz do capim-carona. Estes parâmetros têm maior alteração por efeito dos fatores ambientais, como os elementos climáticos (precipitação pluviométrica e temperatura do ar), profundidade do lençol freático e teor de umidade e potencial matricial da água do solo no campo do caronal nas condições experimentais.

Os efeitos do fogo na vegetação do campo do capim-carona são a redução da biomassa aérea total sem recuperação da área queimada em relação à testemunha um ano após a queimada e conseqüente diminuição da razão parte aérea/raiz. O teor de proteína bruta (PB) das gramíneas é aumentado pela rebrota das plantas pós-queima. Há diminuição do teor mineral do Na e aumento do Ca, K e pH em áreas pós-queima. Da fenologia das espécies avaliadas, há indução da floração/frutificação nas gramíneas *Elyonurus muticus*, *Andropogon selloanus* e *Sporobolus jacquemontii*. Somente as espécies *Chamaecrista serpens*, *Portulaca fluvialis* e *Portulaca* sp. têm a frequência absoluta aumentada em função do fogo. O banco de sementes têm menor número médio de plântulas emergidas de área sem queima. As espécies que têm número de plântulas alterado no banco de sementes são a *Borreria* sp. (diminuição) e a *Portulaca fluvialis* (aumento).

A ação animal sobre o caronal é menos significativa à vegetação. O pastejo animal determina maior nível de PB no *Mesosetum chaseae*, devido ao seu maior consumo pelos animais com

maior rebrota da espécie. Promove aumento do teor médio do P no solo do caronal. A presença animal reduz a floração das espécies *Mesosetum chaseae*, *Trachypogon spicatus* e *Eragrostis bahiensis* e aumenta a floração do capim-carona (*Elyonurus muticus*). A frequência absoluta da *Borreria quadrifaria* é aumentada, e das espécies *Byrsonima orbignyana* e *Chamaescrista serpens*, diminuída sem presença animal. O número médio de plântulas emergidas do banco de sementes do caronal é maior na ausência animal para as espécies *Paepalanthus lamarckii*, *Eleocharis minima* e *Eleocharis* sp.

Como o número de touceiras e o número de perfilhos por touceira do capim-carona não é influenciado pelo fogo ou pela presença animal, mas o número de touceiras com inflorescências sim (efeito indireto), e há maior número de perfilhos por touceira na ausência de fogo e gado, conclui-se que o *Elyonurus muticus* é uma espécie com plasticidade fenotípica. E assim, a forma de manejo do caronal com utilização de queimadas anuais, não é prejudicial à diversidade de espécies, sendo um manejo mais barato para os pecuaristas (desde que programado e cuidado), em relação à remoção do capim-carona e substituição por gramínea introduzida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SABER, A. N. O Pantanal Mato-grossense e a teoria dos refúgios. **Revista Brasileira de Geografia**. v. 50 (n.especial, t.2):9-57, 1988.
- ABDON, M. M., SILVA, J. dos S. V., POTT, J., POTT, A., SILVA, M.P. Utilização de dados analógicos do Landsat-TM na discriminação da vegetação de parte da sub-região da Nhecolândia no Pantanal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 33, num. esp., p. 1799-1812, 1998.
- ADAMÓLI, J. 1982. O Pantanal e suas relações fitogeográficas com os cerrados. Discussão sobre o conceito "Complexo do Pantanal". In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 32 Teresina, 1981. **Anais**. Teresina, Sociedade Botânica do Brasil. 1982, 109-119 p.
- ADÂMOLI, J. 1987. Fisiografia do Pantanal. In: **Recursos forrageiros nativos do Pantanal-Matogrossense**. Ed.: Allem, A. C. e Valls J. F. M. EMBRAPA, CENARGEN/CPAP, Brasília, DF. 15-18 p.
- ADÂMOLI, J. Fitogeografia do Pantanal. In: SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SÓCIO-ECONÔMICOS DO PANTANAL, 1, Corumbá (MS), 1984. **Anais**. Brasília: EMBRAPA-DDT, 1986, p. 105-106, 1986. (EMBRAPA-CPAP).
- ADÂMOLI, J.; FUKUHARA, M.; SILVA, J. A. Aplicação de técnicas de sensoriamento remoto no estudo de queimas em pastagens nativas da região dos cerrados. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2º, 1982. **Anais**. CNPq-INPE. p. 811-820.
- ADAMS, D. E.; ANDERSON, R. C. The response of a central Oklahoma grassland to burning. **The Southwestern Naturalist**, v. 23, n. 4, p. 623-632, 1978.
- AFOLAYAN, T. A. The effect of fires on the vegetation in Kainji Lake National Park, Nigeria. **Oikos**, v. 31, p. 376-382, 1978.
- ALFONSI, R. R.; CAMARGO, M. B. P. de. Condições climáticas para a região do Pantanal Mato-grossense. In: SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SÓCIO-ECONÔMICOS NO PANTANAL, 1, 1984,

- Corumbá (MS). **Anais**. Brasília: EMBRAPA-DDT, 1986. p. 29-42. (EMBRAPA-CPAP. Documentos, 5).
- ALLEM, A. C.; VALLS, J. F. M. **Recursos forrageiros nativos do Pantanal-Matogrossense**. Brasília: EMBRAPA-DDT, 1987. 339 p. (EMBRAPA-CENARGEN, Documentos, 8).
- ALMEIDA, I.L. de. Manejo reprodutivo: desmama e estação de monta. In: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal (Corumbá, MS). **Tecnologias e informações para a pecuária de corte no Pantanal**. Corumbá, MS: EMBRAPA-CPAP, 1997. 77-83 p.
- ALVIM, P. de T. Repensando a teoria da formação dos Campos Cerrados. In: Simpósio Sobre o Cerrado, VIII. Simpósio Internacional Sobre Savanas Tropicais, 1º, Brasília - DF, 1996. **Anais**. EMBRAPA-CPAC. p. 56-58.
- AMARAL FILHO, Z. P. Solos do Pantanal Mato-grossense. In: SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SÓCIO-ECONÔMICOS DO PANTANAL, 1, 1984, Corumbá, MS. **Anais**. Brasília: EMBRAPA-DDT, 1986, p.-96. (EMBRAPA - CPAP).
- ANDERSEN, A. N.; BRAITHWAITE, R. W.; COOK, G. D.; CORBETT, L. K.; WILLIAMS, R. J.; DOUGLAS, M. M.; GILL, A. M.; SETTERFIELD, S. A.; MULLER, W. J. Fire research for conservation management in tropical savannas: Introducing the Kapalga fire experiment. **Australian Journal of Ecology**, vol.23, n.2, p.95-110, 1998.
- ANDERSEN, E. R.; PRESSLAND, A. J. Careful burning useful as a management tool. **Queensland Agricultural Journal**, p. 40-44, 1987.
- ASH, A. J.; PRINSEN, J. H.; MYLES, D. J.; HENDRICKSEN, R. E. Short-term effects of burning native pasture in spring on herbage and animal production in south-east Queensland. **Proc. Australian Soc. Anim. Production**, v. 14, n. 2, p. 377-379, 1982.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official Methods Analysis**. 12 th ed., Washington D.C. 1970. 1094 p.
- AUGUSTINE, D. J.; McNAUGHTON, S. J. Ungulate effects on the functional species composition of plant communities:

- Herbivore selectivity and plant tolerance (Review). **Journal of Wildlife Management**, v. 62, n. 4, p. 1165-1183, 1998.
- AZEVEDO, L. G. 1995. Vegetação do Cerrado. In: **Conhecimento científico para gestão ambiental - Amazônia, Cerrado e Pantanal**. Brasília: Inst. Bras. Do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, p. 527-550.
- BACONE, J. A.; POST, T. W. Effects of prescribed burning on woody and herbaceous vegetation in Black Oak Sand Savannas at Hoosier Prairie Nature Preserve, Lake Country, Indiana. **Indiana Academy of Sciences**, vol.96, p. 205-208, 1987.
- BAILEY, A. W. Prescribed burning for range and wildlife management. **Agriculture and Forestry Bulletin**, v. 9, n. 3, p. 10-14, 1986.
- BAKKER, J.P.; POSCHLOD, P.; STRYKSTRA, R. J.; BEKKER, R. M.; THOMPSON, K. Seed banks and dispersal: important topics in restoration ecology. **Acta Bot. Neerl.** vol.45, n.4, p.461-490, 1996.
- BARUCH, Z.; FERNÁNDEZ, D. S. Water relations of native and introduced C4 grasses in a neotropical savanna. **Oecologia**, vol. 96, p. 179-185, 1993.
- BAUCHER, M.; MONTIES, B.; Van MONTAGU, M.; BOERJAN, W. Biosynthesis and genetic engineering of lignin (Review). **Critical Reviews in Plant Sciences**, vol.17, n.2, p.125-197, 1998.
- BILBAO, B. **Impacto del regimen de quemas en las características edáficas, producción de materia orgánica y biodiversidad de sabanas tropicales en Calabozo, Venezuela**. Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas, Caracas, Venezuela, 1995. 212p. (Ph. D. Thesis).
- BOLDRINI, I. I. **Dinâmica de vegetação de uma pastagem natural sob diferentes níveis de oferta de forragem e tipos de solos, depressão central, RS**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre (RS), 1993. 262 p. (Tese de Doutorado).
- BOOCK, A. Queimada das pastagens: o dilema ecológico. **A Lavoura**, p. 50, 1988.

- BRANSON, F. A. Two new factors affecting resistance of grasses to grazing. **Journal Range Management**, v. 6, p. 165-171, 1953.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. Secretaria de Coordenação dos Assuntos de Meio Ambiente. **Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai - PCBAP. Relatório Fauna- Vertebrados Terrestres e Semi-Aquáticos**. 1997a.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. Secretaria de Coordenação dos Assuntos de Meio Ambiente. **Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai - PCBAP. Relatório Vegetação**. 1997b.
- BRIGGS, J. M.; GIBSON, D. J. Effect of fire on tree spatial landscape in a tallgrass prairie. **Bulletin of the Torrey Botanical Club**, v. 119, n. 3, p. 300-307, 1992.
- BROWN, B. J.; ALLEN, T. F. H. The importance of scale in evaluating herbivory impacts. **Oikos**, vol.54, p. 189-194, 1989.
- BROWN, S. C. Remnant seed banks and vegetation as predictors of restored marsh vegetation. **Canadian Journal of Botany Revue Canadienne de Botanique**. vol. 76, n. 4, p. 620-629, 1998.
- BRUNINI, O. 1998a. **Estimativa da demanda hídrica de culturas (versão preliminar)**. Instituto Agronômico, Campinas (SP). 36p.
- BRUNINI, O. 1998b. **Quantificação das necessidades hídricas de culturas para manejo de irrigação (versão preliminar)**. Instituto Agronômico, Campinas (SP).
- BRUNINI, O.; ANGELOCCI, L. R. Resistência ao fluxo de água no sistema solo-planta e recuperação do potencial da água na folha após estresse hídrico em mudas de cafeeiro. **Revista Brasileira de Fisiologia**, vol. 10, n. 1, p. 45-50, 1998.
- BRUNINI, O.; CARDOSO, M. Efeito do déficit hídrico no solo sobre o comportamento estomático e potencial da água em mudas de seringueira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, vol. 33, n.7, p. 1053-1060, 1998.

- BURKART, A. **Flora ilustrada de entre rios (Argentina) parte II. Gramíneas la família botânica de los pastos.** Ed. BURKART, A. Buenos Aires, Argentina. 1969. p. 453-456.
- BUTLER, J. L.; BRISKE, D. D. Population structure and tiller demography of the bunchgrass *Schizachyrium scoparium* in response to herbivory. *Oikos*, vol. 51, n. 3, p. 306-312, 1988.
- CADAVID GARCIA, E. A. 1981. **Índices técnico-econômicos da região do Pantanal Mato-grossense.** Circular Técnica n° 7, EMBRAPA, UEPAE, Corumbá (MS). 81 p.
- CADAVID GARCIA, E. A. 1984. **O clima no Pantanal Mato-grossense.** Circular Técnica n° 14, EMBRAPA, UEPAE, Corumbá (MS). 39 p.
- CADAVID GARCIA, E. A. 1985. **Análise técnico-econômica da pecuária bovina do Pantanal; sub-regiões da Nhecolândia e dos Paiaguás.** Circular Técnica n° 15, EMBRAPA-CPAP, Corumbá (MS). 92 p.
- CALHEIROS, D. F.; FERREIRA, C. J. A. **Alterações limnológicas no rio Paraguai ("Dequada") e o fenômeno natural de mortandade de peixes no Pantanal Mato-grossense - MS.** Corumbá: EMBRAPA-CPAP, 1997. 48p. (EMBRAPA-CPAP. Boletim de Pesquisa, 7).
- CAMARÃO, A. P.; SERRÃO, E. A. S.; MARQUES, J. R. F.; RODRIGUES FILHO, J. A. **Avaliação de Pastagens Nativas de Terra Firme do Médio Amazonas.** Belém: Embrapa-CPATU, 1996. 19p. (Embrapa-CPATU. Boletim de Pesquisa, 169).
- CANALES, M. J.; SILVA, J. F. Efecto de una quema sobre el crecimiento y demografia de vástagos en *Sporobolus cubensis*. *Acta Ecologica*, vol. 8, n. 3, p. 391-401, 1987.
- CARMAN, J. G.; BRISKE, D. D. Morphologic and allozymic variation between long-term grazed and non-grazed populations of the bunchgrass *Schizachyrium scoparium* var. *frequens*. *Oecologia*, vol. 66, p. 332-337, 1985.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: Ciência, Tecnologia e Produção.** 3ª ed., rev. Campinas, Fundação Cargill, 1988. 424 p.

- CASTRO, A. A. J. F.; MARTINS, F. R.; TAMASHIRO, J. Y.; SHEPHERD, G. J. How rich is the flora of Brazilian cerrados? **Annals of the Missouri Botanical Garden**, vol. 86, n. 1, p. 192-224, 1999.
- CASTRO, E. A. de. **Biomass, nutrient pools and response to fire in the Brazilian cerrado**. Oregon State University, 1995. 117 p. M.Sc.Thesis.
- CESAR, H. L. **Efeitos da queima e corte sobre a vegetação de um campo sujo da fazenda Água Limpa, Distrito Federal**. Universidade de Brasília, Instituto de Ciências Biológicas, Brasília (DF), 1980. 65p. (Dissertação de Mestrado).
- COMASTRI FILHO, J. A. . **Pastagens nativas e cultivadas no Pantanal Mato-grossense**. Circular Técnica n° 13, EMBRAPA, UEPAE, Corumbá (MS). 1984a. 48 p.
- COMASTRI FILHO, J. A. . **Pesquisas em forrageiras no Pantanal**. Documento n° 3, EMBRAPA, UEPAE, Corumbá (MS). 1984b. 67 p.
- COMASTRI FILHO, J. A. .; POTT, A. . **Introdução e avaliação de forrageiras em "cordilheira" desmatada na sub-região dos Paiaguás, Pantanal Mato-Grossense**. Corumbá, MS: embrapa-cpap, 1996a. 40p. (EMBRAPA-CPAP. Boletim de Pesquisa, 5).
- COMASTRI FILHO, J. A. .; POTT, A. . **Introdução e avaliação de forrageiras em "cordilheira" desmatada na sub-região da Nhecolândia, Pantanal Mato-Grossense**. Corumbá, MS: embrapa-cpap, 1996b. 47p. (EMBRAPA-CPAP. Boletim de Pesquisa, 4).
- COMASTRI FILHO, J. A.; POTT, A. **Introdução e avaliação de forrageiras em "caronal" na sub-região da Nhecolândia, Pantanal Mato-grossense**. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, vol. 29, n. 10, p. 1637-1650, 1994.
- COOK, R. E. Clonal plants populations. **American Scientist**, vol. 71, p. 244-253, 1983.
- COUGHENOUR, M. B. Graminoid responses to grazing by large herbivores: adaptations, exaptations, and interacting processes. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, vol.72, p.852-863, 1985.

- COUTINHO, L. M. 1994. O uso do fogo em pastagens naturais. In: **Utilizacion Y Manejo de Pastizales**. Ed. PUIGNAU, J. P. Uruguai, Montevideu, IICA-PROCISUR, N.º 40. p. 159-168.
- COUTINHO, L. M. As queimadas e seu papel ecológico. **Brasil Florestal**, num. 44, p. 7-22, 1980.
- COUTINHO, L. M. Aspectos ecológicos do fogo no Cerrado - nota sobre a ocorrência e datação de carvões encontrados no interior de solo sob Cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**, vol. 4, p. 115-117, 1981.
- COUTINHO, L. M. Aspectos ecológicos do fogo no cerrado. III. A precipitação atmosférica de nutrientes minerais. **Revista Brasileira de Botânica**, vol. 2, p. 97-101, 1979.
- COUTINHO, L. M. **Contribuição ao conhecimento do papel ecológico das queimadas na floração de espécies do cerrado**. Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo (SP), 1976. 173p. (Livre Docência Thesis).
- COUTINHO, L. M. O cerrado e a ecologia do fogo. **Revista Ciência Hoje**, vol.12, n.68, p. 23-29, 1990.
- COUTINHO, L. M. O conceito de cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**. Vol 1, p. 17-23. 1978.
- CRAWLEY, M. J. 1997. Plant-Herbivore Dynamics. In: **Plant Ecology**, Ed. CRAWLEY, M.J. United Kingdom, Cambridge. - 2ª ed. p. 401-474.
- CRUTZEN, P. J.; ANDREAE, M. O. Biomass burning in the Tropics: impacts on Atmospheric chemistry and Biogeochemical cycles. **Science**, vol. 250, p. 1669-1678, 1990.
- CUNHA, N. G. da. **Classificação e fertilidade de solos da planície sedimentar do rio Taquari, Pantanal Mato-grossense**. Circular Técnica n. 04, EMBRAPA, UEPAE, Corumbá (MS). 1981. 56 p.
- CUNHA, N. G. da. **Dinâmica de nutrientes em solos arenosos no Pantanal mato-grossense**. Circular Técnica n. 17, EMBRAPA, CPAP, Corumbá (MS). 1985. 69 p.
- CUNHA, N. G. da; POTT, A.; COMASTRI FILHO, J. A.; CASAGRANDE, J. C.; DYNIA, J. F.; COUTO, W. **Respostas de forrageiras a**

- nutrientes em solos da planície sedimentar do rio Taquari, Pantanal Mato-grossense. Circular Técnica nº 8, EMBRAPA, UEPAE, Corumbá (MS). 1981. 43 p.**
- CUNHA, N. G.; DYNIA, J. F. **Respostas de forrageiras a calcário e adubação de podzóis hidromórficos nas sub-regiões da Nhecolândia e dos Paiaguás Pantanal Mato-grossense.** Corumbá, MS: embrapa-cpap, 1985. 94 p. (EMBRAPA-CPAP. Boletim de Pesquisa, 1).
- DAMÉ, P. R. V.; QUADROS, F. L. F. de; KERSTING, C. E. B.; TRINDADE, J. P. P.; LONDERO, F. A. A. Efeitos da queima seguida de pastejo ou diferimento sobre a produção, qualidade cobertura de solo e sistema radicular de uma pastagem natural. **Ciência Rural**, v. 27, n. 1, p. 133-137, 1997.
- DAVIDSON, R. L. Effects of soil nutrients and moisture on root/shoot ratios in *Lolium perenne* L. and *Trifolium repens* L. **Annals of Botany**, v. 33, p. 571-577, 1969.
- DAVIS, J. R.; HOARE, J. R. L.; NANNINGA, P. M. Developing a fire management expert system for Kakadu National Park, Australia. **Journal of Environmental Management**, vol. 22, p. 215-227, 1986.
- DIRZO, R. The role of the grazing animal. 1985. In: **Studies on Plant Demography**. WHITE, J. (Ed.) Academic Press, INC. p. 343-372.
- DYNIA, J. F.; CUNHA, N. G. da Identificação de deficiências de nutrientes em solos do Pantanal Mato-grossense. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 19, n. 12, p. 1449-1455, 1984.
- EITEN, G. Delimitation of the cerrado concept. **Vegetatio**, vol. 36, n. 3, p. 169-178, 1978.
- EITEN, G. **Formas de Vegetação - Uma classificação de trechos de vegetação baseada em estrutura, formas de crescimento dos componentes e periodicidade vegetativa.** São Paulo, SP: Secretaria da Agricultura - Instituto de Botânica, 1968. 88p. (Boletim do Instituto de Botânica, 4).
- EITEN, G. The cerrado vegetation of Brazil. **Botanical Review**, vol.38, p. 201-341, 1972.

- EMPRESA BRASILEIRA PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2 ed. Rio de Janeiro - RJ, 1997. 212 p. (EMBRAPA-CNPS. Documentos, 1).
- ENGLE, D. M.; BIDWELL, A. L.; EWING, A. L.; WILLIAMS, J. R. A technique for quantifying fire behaviour in grassland fire ecology studies. . **The Southwestern Naturalist**, vol.34, n.1, p. 79-84, 1989.
- ERICKSON, D. O.; BARKER, W. T.; HAUGSE, C. N. The feeding value of native grasses in the Sheyenne National grasslands. **North Dakota Farm Research. Agric. Exp. Stn.** vol. 36, p. 8-12, 1978.
- EVERSON, C. S.; GEORGE, W. J.; SCHULZE, R. E. Fire regime effects on canopy cover and sediment yield in the montane grasslands of Natal. **South African Journal of Science**, vol. 85, p. 113-116, 1989.
- EVERSON, T. M.; SMITH, F. R.; EVERSON, C. S. Characteristics of fire behaviour in the montane grasslands of Natal. **Journal Grassland Soc. Sth. African**, vol. 2, n.3, p. 13-21, 1985.
- EVERSON, T. M.; WILGEN, B. W.; EVERSON, C. S. Adaptation of a model for rating fire danger in the Natal Drakensberg. **South African Journal of Science**, vol. 84, p. 44-49, 1988.
- FAULKNER, J. L.; CLEBSCH, E. C.; SANDERS, W. L. Use of prescribes burning for managing natural and historic resouces in Chickamauga and Chattanooga National Military Park, USA. **Environmental Management**, vol.13, n.5, p. 603-612, 1989.
- FELDMAN, L. J. Regulation of roots development. **Annual Review of Plant Physiology**, v. 35, p. 223-242, 1984.
- FELDMAN, L. J. The habitats of roots. What's up down under? **Bioscience**. v. 38, n. 9, p. 612-618, 1988.
- FELLIPE, G. M.; SILVA, J. C. S. Estudos de germinação em espécies do cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**, vol. 7, n. 2, p. 157-163, 1984.
- FERREIRA, C. J. A.; SORIANO, B. M. A.; GALDINO, S.; HAMILTON, S. K. Anthropogenic factors affecting waters of the Pantanal wetland and associated rivers in the upper Paraguay river

- basin of Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensia**. vol.5, p. 135-148, 1994.
- FFOLLIOTT, P. F.; GUERTIN, D. P., RASMUSSEN, W. D. Simulating the impacts of fire: a computer program. **Environmental Management**, vol.12, num.6, p. 809-814, 1988.
- FILGUEIRAS, T. S. Gramíneas e herbívoros - considerações sobre o processo de coevolução adaptativa. **Ciência e Cultura**, vol.41, n.2, p. 158-162, 1989.
- FISCH, G.; WRIGHT, I. R.; BASTABLE, H. G. Albedo of tropical grass: a case study of pre and post burning. **International Journal of Climatology**, vol.14, p. 103-107, 1994.
- FOSBERG, M.; FURMAN, W. Fire climates in the southwest. **Agricultural Meteorology**, vol. 12, p. 27-34, 1973.
- GALDINO, S.; CLARKE, R. T. **Probalidade de ocorrência de cheia no rio Paraguai, em Ladário, MS - Pantanal**. Corumbá: EMBRAPA-CPAP, 1997. 58 P. (EMBRAPA-CPAP. Circular Técnica, 23).
- GAMMON D. M.; ROBERTS, B. R. Characteristics of the herbage on offer during continuous and rotational grazing of the Matopos Sandveld of Rhodesia. **Rhod. Journal Agric. Res.**, vol. 16, p. 3-22, 1978a.
- GAMMON D. M.; ROBERTS, B. R. Patterns of defoliation during continuous and rotational grazing of the Matopos Sandveld of Rhodesia. 1. Selectivity of grazing. **Rhod. Journal Agric. Res.**, vol. 16, p. 117-131, 1978b.
- GAMMON D. M.; ROBERTS, B. R. Patterns of defoliation during continuous and rotational grazing of the Matopos Sandveld of Rhodesia. 2. Severety of defoliation. **Rhod. Journal Agric. Res.**, vol. 16, p. 133-145, 1978c.
- GAMMON D. M.; ROBERTS, B. R. Patterns of defoliation during continuous and rotational grazing of the Matopos Sandveld of Rhodesia. 2. Frequency of defoliation. **Rhod. Journal Agric. Res.**, vol. 16, p. 147-164, 1978d.
- GARDNER, A. L.; ALVIM, M. J. **Manejo de Pastagem**. Coronel Pacheco, MG: Embrapa-Cnpq, 1985. 54 p. (EMBRAPA-CNPGL. Documentos, 19).

- GARDNER, P. D.; CORTNER, H. J.; WIDAMAN, K. F. Forest-user attitudes toward alternative fire management policies. **Environmental Management**, vol.9, n.4, p. 303-312, 1985.
- GERASKIS, P. A.; GUERREIRO, F. P.; WILLIAMS, W. A. Growth, water relations and nutrition of three grassland annuals as affected by drought. **Journal of Applied Ecology**, v. 12, n. 1, p. 125-135, 1975.
- GIBSON, D. J. Regeneration and fluctuation of tallgrass prairie vegetation in response to burning frequency. **Bulletin of the Torrey Botanical Club**, vol. 115, num. 1, p. 1-12, 1988.
- GIBSON, D. J.; HARTNETT, D. C.; MERRILL, G. L. S. Fire temperature heterogeneity in contrasting fire prone habitats: Kansas tallgrass prairie and Florida sandhill. **Bulletin of the Torrey Botanical Club**, vol.117, n.4, p. 349-356, 1990.
- GILL, A. M. Fire and The Australian Flora: A Review. **Australian Forestry**, v.38, n.1, p.4-25, 1975.
- GILL, A. M. Management of fire-prone vegetation for plant species conservation in Australia. **Search**, vol.8, n.1-2, p. 20-26, 1977.
- GILLON, D. 1983. The fire problem in tropical savannas. In: BOURLIÈRE, F., ed. **Tropical Savannas**. Amsterdam, Elsevier. p. 617-641. (Ecosystems of the World, 13).
- GLITZENSTEIN J. S.; PLATT, W. J.; STRENG, D. R. Effects of fire regime and habitat on tree dynamics in north Florida longleaf pine savannas. **Ecological Monographs**, vol.65, n.4, p. 441-476, 1995.
- GOLDSMITH, F.B. Multivariate analyses of tropical grassland communities in Mato Grosso, Brasil. **Journal of Biogeography**. vol.1, p.111-122, 1974.
- GRIFFIN, G. F.; FRIEDEL, M. H. Effects of fire on central Australian rangelands. I. Fire and fuel characteristics and changes in herbage and nutrients. **Australian Journal of Ecology**, vol. 9, p. 381-393, 1984.
- GUARIM NETO, G. Plantas do Brasil - Angiospermas do Estado de Mato Grosso - Pantanal. **Acta bot. Bras.** 5 (1):25-47, 1991.

- HAMBLIN, A. P. The influence of soil structure on water movement, crop root growth, and water uptake. **Advances in Agronomy**, v. 38, p. 95-158, 1985.
- HANSMIRE, J. A.; DRAWE, D. L.; WESTER, D. B.; BRITTON, C. M. Effect of winter burns on forbs and grasses of the Texas coastal prairie. **The Southwestern Naturalist**, vol.33, n.3, p. 333-338, 1988.
- HARPER, J.L. 1977. **Population Biology of Plants**. Academic Press. London, 891 p.
- HARRINGTON, G. N. Fire effects on a Ugandan savanna grassland. **Tropical Grasslands**. vol.8, n.2, p. 87-101, 1974.
- HAUKIOJA, E. The influence of grazing on the evolution, morphology and physiology of plants as modular organisms. **Phil. Trans. Soc. Lond. B**. vol. 333, p. 241-247, 1991.
- HAY, J. D. 1995. Vegetação da Amazônia. In: **Conhecimento científico para gestão ambiental - Amazônia, Cerrado e Pantanal**. Brasília: Instituto Brasileiro do meio Ambiente e dos Recursos Naturais renováveis. Tomo II, p. 467-522.
- HAYNES, D. C.; SEASTEDT, T. R. Nitrogen dynamics of soil water in burned and unburned Tallgrass Prairie. **Soil Biol. Biochem.**, v. 21, n. 8, p. 1003-1007, 1989.
- HESTER, A. J.; SYDES, C. Changes in burning of Scottish heather moorland since the 1940s from aerial photographs. **Biological Conservation**, vol.60, p. 25-30, 1992.
- HUERTAS, H. B.; ALARCÓN, E.; MENDOZA, P. E. Valor nutritivo de los pastos guaratara (*Axonopus purpusii* Metz) y paja llanera (*Trachypogon vestitus* Anders) nativos de los Llanos Orientales de Colombia. **Revista ICA**, vol. XIII, n. 3, p. 519-526, 1978.
- HUMPHREYS, L. R. 1975. Defoliation and regrowth. In: **Management of improved tropical pastures**. Australian Inst. Agric. Science, Queensland Branch, p. 26-38.
- HYDER, D. N. 1972. Defoliation in relation to vegetative growth. In: **The biology and utilization of grasses**. Eds. YOUNGER, V. B. e McKELL, C. M. Academic Press. New York, NY. p. 304-317.

- JACKSON, R. B.; CANADELL, J.; EHLERINGER, J. R.; MOONEY, H. A.; SALA, O. E.; SCHULZE, E. D. *Oecologia*, v. 108, p. 389-411, 1996.
- JAMES, W. An unexpected effect of autumn burning on Tallgrass Prairie. *The American Midland Naturalist*, vol. 114, n. 2, p. 400-403, 1985.
- JEEVANANDA REEDY, S.; TIMBERLAKE, J. R. A simple method for the estimation of potential primary pasture productivity over Mozambique. *Agricultural and Forestry Meteorology*, vol 39, p. 335-349, 1987.
- JOLY, C. A. 1990. Adaptações de plantas de savanas e florestas neotropicais a inundação. In: **Las Sabanas Americanas - Aspecto de su biogeografia, ecologia y utilizacion**. Ed. SARMIENTO, G. Fund. F. Ed. Acta C. Venezolana. M rida, Venezuela. p. 245-257.
- JONES, M. B.; COLLETT, B.; BROWN, S. Sward growth under cutting and continuous stocking managements: sward canopy structure, tiller density and leaf turnover. *Grass and Forage Science*, vol. 37, p. 67-73, 1982.
- JONES, M. M. ; TURNER, N. C. ; OSMOND, C. B. 1981. Mechanisms of drought resistance. In: PALEG, L. G. ; ASPINALL, D. **The physiology and biochemistry of drought resistance in plants**. Austrália: Academic Press Australia. p. 15 - 53.
- KALMBACHER, R. S. Distribution of dry matter and chemical constituents in plant parts of four Florida native grasses. *Journal of Range Management*, v. 36, n. 3, p. 298-301, 1983.
- KAUFFMAN, J. B.; CUMMINGS, D. L.; WARD, D. E. Relationships of fire, biomass and nutrient dynamics along a vegetation gradient in the Brazilian cerrado. *Journal of Ecology*, v. 82, p. 519-531, 1994.
- KELLMAN, M.; MIYANISHI, K.; HIEBERT, P. Nutrient retention by savanna ecosystems. II. retention after fire. *Journal of Ecology*, v. 73, p. 953-962, 1985.
- KLINK, C. A. **A comparative Study of the Ecology of Native and Introduced African Grasses of the Brazilian Savannas**. Harvard University, Cambridge, 1992. 206 p. Ph.D.Thesis.

- KLINK, C. A. Effects of clipping on size and tillering of native and African grasses of the Brazilian savannas (the cerrado). *Oikos*, vol. 70, p. 365-376, 1994.
- KREBS, C. J. 1978. **Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance**. Second Edition, Harper & Row, Publishers. New York, NY. 678 p.
- LANGE, J. H. de; BOUCHER, C. Autoecological studies on *Audouinia capitata* (Bruniaceae). 8. Role of fire in regeneration. **South African Journal Botanical**, vol. 59, n.2, p. 188-202, 1993.
- LANGER, R. H. M. **How Grasses Grow**. 2^a ed. Great Britain, Institute of Biology, n. 34, 1979, 66 p.
- LLOYD, P. S. The ecological significance of fire in limestone grassland communities of the Derbyshire Dales. **Journal of Ecology**, v.56, n.3, p. 811-826, 1968.
- LOBERT, J. M.; SCHARFFE, D. H.; HAO, W. M.; CRUTZEN, P. J. Importance of biomass burning in the atmospheric budgets of nitrogen-containing gases. **Nature**, vol. 346, p.552-554, 1990.
- LORETI, J.; OESTERHELD, M. Intraespecific variation in the resistance to flooding and drought in populations of *Paspalum dilatatum* from different topographic positions. **Oecologia**, vol. 108, p. 279-284, 1996.
- LÖSCH, R. Plant water relations. **Progress in Botany**, vol. 52, p.35-60. 1991.
- LUCHESI, A. A. 1984. Utilização prática da análise de crescimento vegetal. In: **ANAIS E.S.A. LUÍS DE QUEIROZ**. Vol. XLI, p.181-202.
- MARASCHIN, G. E. 1994. Experiências de avaliação de pastagens com bovinos de corte no Brasil. In: **Metodologia de Evaluacion de Pasturas**. Ed. PUIGNAU, J. P. Uruguai, Montevideu, IICA-PROCISUR, N.º 40. p. 127-146.
- MARTEN G. C. Measurement and significance of forage palatability. National Conference on Forage Quality Evaluation and Utilization. Proceedings. Nebraska, USA, 1969, p. 3-44.

- MATTOS, J. C. A. A influência do fogo na vegetação e o seu uso no estabelecimento e manejo de pastagens. **Zootecnia**, vol.7, n.4, p. 45-58, 1970.
- MATTOS, J. C. A. **A influência do fogo na vegetação e o seu uso no estabelecimento e manejo de pastagens**. São Paulo, SP: Instituto de Zootecnia, 1971. 21 p. (INSTITUTO DE ZOOTECNIA. Boletim Técnico, 1).
- MAURO, R.; POTT, A.; SILVA, M.P. Una Propuesta de Modelos de Estados y Transiciones para una Sabana tropical Inundable: El Pantanal Arenoso. **Ecotropicos**, v.10, n.2, p.99-112, 1998.
- McIVOR, J. G. Seasonal changes in the growth, dry matter distribution and herbage quality of three native grasses in the northern Queensland. **Aust. Journal Agric. Anim. Husb.** v. 21, p. 600-609, 1981.
- McIVOR, J.G.; GARDENER, C.J. Germinable soil seed banks in native pastures in north-eastern Australia. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, vol.34, p.1113-1119, 1994.
- McNAUGHTON, S. J. Compensatory plant growth as a response to herbivory. **Oikos**, vol.40, p. 329-336, 1983.
- McNAUGHTON, S. J. Grazing lawns: animals in herds, plant form, and coevolution. **The American Naturalist**, vol.124, n.6, p. 863-886, 1984.
- McNAUGHTON, S. J.; STRONACH, N. R. H.; GEORGIADIS, N. J. Combustion in natural fires and global emissions budgets. **Ecological Applications**, vol.8, n.2, p. 464-468, 1998.
- MEDINA, E.; SILVA, J. F. Savannas of northern South America: a steady state regulated by water-fire interactions on a background of low nutrient availability. **Journal of Biogeography**, vol. 17, p. 403-413, 1990.
- MEIRELLES, M. L. **Produção primária e suas relações com os fatores ambientais em pastagem artificial e campo sujo de cerrado, queimado e natural**. Universidade de Brasília, Instituto de Ciências Biológicas, Brasília (DF), 1981. 76p. (Dissertação de Mestrado).

- MENAUT, J. C.; CESAR, J. Structure and primary productivity of Lamto savannas, Ivory Coast. **Ecology**, vol. 60, n. 6, p. 1197-1210, 1979.
- MILCHUNAS, D. G.; LAUENROTH, W. K. Quantitative effects of grazing on vegetation and soils over a global range of environments. **Ecological Monographs**, vol.63, n.4, p.327-366, 1993.
- MILCHUNAS, D. G.; SALA, O. E.; LAUENROTH, W. K. A generalized model of the effects of grazing by large herbivores on grassland community structure. **The American Naturalist**, vol.132, n.1, p. 87-106, 1988.
- MIRANDA, A. C.; MIRANDA, H. S.; DIAS, I. F. O.; DIAS, B. F. S. Soil and air temperatures during prescribed cerrado fires in Central Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, vol. 9, p. 313-320, 1993.
- MONK, C. Ecological importance of root/shoot ratios. **Bulletin of the Torrey Botanical Club**, v. 93, n. 6, p. 402-406, 1966.
- MOONEY, H. A. The carbon balance of plants. **Annual Review Ecology Systematics**, v. 3, p. 315-346, 1972.
- MUTCH, R. W. Wildland fires and ecosystems - a hypothesis. **Ecology**, vol.51, n.6, 1970.
- NASCIMENTO JR., D. do. **Pastagens (Glossário)**. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa (MG). n. 145. 1989. 15 p.
- NASCIMENTO JR., D. do.; VILELA, H. **Pastagens - Efeito do pastejo nas plantas forrageiras**. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa (MG). n. 76. 1981. 11 p.
- NAVEH, Z. The evolutionary significance of fire in the Mediterranean region. **Vegetatio**, vol.29, n.3, p. 199-208, 1975.
- NIERING, W. A.; DREYER, G. D. Effects of prescribes burning on *Andropogon scoparius* in a postagricultural grassland in Connecticut. **The American Midland Naturalist**, v. 122, n. 1, p. 88-102, 1989.
- NOBRE, C. A.; MEIRA FILHO, L. G. 1995. Clima . In: **Conhecimento científico para gestão ambiental - Amazônia, Cerrado e**

- Pantanal**. Brasília: Instituto Brasileiro do meio Ambiente e dos Recursos Naturais renováveis. Tomo II, p. 339-410
- NOORDWIJK, M. van 1993. Toots: length, biomass, production and mortality. In: **Tropical Soil Biology and Fertility - A Handbook of Methods**. Ed. ANDERSON, J. M. e INGRAM, J. S. I. 2 Ed. p. 132-144.
- O'TOOLE, J. C.; BLAND, W. L. Genotypic variation in crop plant roots systems. **Advances in Agronomy**, v. 41, p. 91-145, 1987.
- OLFF, H.; RITCHIE, M. E. Effects of herbivores on grassland plant diversity (Review). **Trends in Ecology & Evolution**, v. 13, n. 7, p. 261-265, 1998.
- OLSON, B. E.; RICHARDS, J. H. Annual replacement of the tillers of *Agropyron desertorum* following grazing. **Oecologia**, vol. 76, p. 1-6, 1988.
- PADULA, L.Z.; COLLURA, A.M.; RONDINA, R.V.D.; MIZRAHI, I.; COUSSIO, J.D.; JUAREZ, M.A. Cultivo experimental de *Elyonurus muticus* (Sprengel) O. Kuntze en la Argentina. Analisis cualitativo y cuantitativo de su aceite esencial. **Rivista Italiana Essenze**. v.59, n.2, p.58-63, 1977.
- PAINTER, E. L.; DETLING, J. K.; STEINGRAEBER, D. A. Plant morphology and grazing history: relationships between native grasses and herbivores. **Vegetatio**, vol.106, p. 37-62, 1993.
- PANTIS, J. D.; MARDIRIS, T. A. The effects of grazing and fire on degradation processes of mediterranean ecosystems. **Israel Journal of Botany**, v. 41, p. 233-242, 1992.
- PARSONS D. J.; GRABER, D. M.; AGEE, J. K.; WAGTENDONK, J. W. VAN. Natural fire management in National Parks. **Environmental Management**, vol.10, n.1, p. 21-24, 1986.
- PEDREIRA, J. V. S. Hábitos de perfilhamento do capim-colonião, *Panicum maximum* Jacq. **Boletim Indústria Animal**, vol. 32, n. 1, p. 111-114, 1975.
- PELÁEZ, D. V.; BUSSO, C. A.; ELIA, O. R.; FEDORENKO, D. E. F.; FERNÁNDEZ, O. A. Demography and growth of *Medicago minima* and *Erodium cicutarium*: water stress effects. **Journal of Arid Environments**, vol. 30, p.75-81, 1995.

- PEMADASA, M. A. Tropical grasslands of Sri Lanka and India. **Journal of Geography**, vol. 17, p. 395-400, 1990.
- PICKETT, S. T. A.; WHITE, P. S. 1985. Patch Dynamics: A Synthesis. In: **The Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics**. Eds. PICKETT, S. T. A.; WHITE, P. S. Academic Press Inc., London, p. 371-384.
- PIVELLO, V. R.; COUTINHO, L. M. Transfer of macro-nutrients to the atmosphere during experimental burnings in an open cerrado (Brazilian savanna). **Journal of Tropical Ecology**, v. 8, p. 487-497, 1992.
- PIVELLO, V. R.; NORTON, G. A. Firetool: an expert system for the use of prescribed fires in Brazilian savannas. **Journal of Applied Ecology**, vol.33, p. 348-356, 1996.
- PONNAMPERUMA, F. N. 1984. Effects of flooding on soils. In: **Flooding and plant growth**. Ed. KOZLOWSKI, T. T. Academic Press, Orlando, p. 10-47.
- POTT, A. 1994. Ecosistema Pantanal. In: **Utilizacion Y Manejo de Pastizales**. Ed. PUIGNAU, J. P. Uruguai, Montevideu, IICA-PROCISUR, N.º 40. p. 31-44.
- POTT, A. Flora do Pantanal. Vegetação campestre. In: ENCONTRO DE BOTÂNICA DO CENTRO OESTE, 2., 1993, Corumbá, MS. **Resumos**. Brasília, DF: Sociedade do Botânica do Brasil/ SBB-RCO / CNPq/ EMBRAPA, 1993a. p.45.
- POTT, A. Forrageiras não-gramíneas dos cerrados e campos do Pantanal mato-grossense. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO: Savanas: alimento e energia, 6., 1982. Brasília, DF. **Anais**. EMBRAPA-CPAC, 1988a. p. 381-388.
- POTT, A. **Levantamento ecológico da vegetação de um campo natural sob três condições: pastejado, excluído e melhorado**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre (RS), 1974. 177 p. (Tese de Mestrado).
- POTT, A. **Pastagens das sub-regiões dos Paiaguás e da Nhecolândia do Pantanal Mato-grossense**. Circular Técnica nº 10, EMBRAPA, UEPAE, Corumbá (MS). 1982. 49 p.

- POTT, A. Pastagens nativas. In: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal (Corumbá, MS). **Tecnologias e informações para a pecuária de corte no Pantanal**. Corumbá, MS: EMBRAPA-CPAP, 1997. 7-19 p.
- POTT, A. **Pastagens no Pantanal**. Corumbá (MS), EMBRAPA-CPAP, 1988b. 58 p. (EMBRAPA-CPAP. Documentos, 7).
- POTT, A.; COMASTRI FILHO, J. A. 1995. Pastagens no ecossistema Pantanal: pesquisas para o desenvolvimento sustentável. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, XXXII. Simpósio sobre Pastagens nos Ecossistemas Brasileiros, Brasília - DF, 1995. **Anais**. p. 1-27.
- POTT, A.; POTT, V. J. Flora do Pantanal - Lista preliminar de fanerógamas. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 45., 1994, São Leopoldo. **Resumos**. São Leopoldo, RS: Universidade do Vale do Rio dos Sinos / Sociedade Botânica do Brasil. 1994b. p. 373-374.
- POTT, A.; POTT, V. J. **Plantas do Pantanal**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal - Corumbá, MS. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994a. 320p.
- POTT, A; POTT, V. J. Flora do Pantanal - Listagem atual de fanerógamas. In: SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SÓCIO-ECONÔMICOS NO PANTANAL, 2, 1996, Corumbá (MS). Manejo e Conservação. **Resumos**. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1996. p.95.
- POTT, A; POTT, V. J. Flora do Pantanal. In: SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SÓCIO-ECONÔMICOS NO PANTANAL, 2, 1996, Corumbá (MS). Manejo e Conservação. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1999. **Anais**.
- POTT, A; SILVA, J. dos S. V. da; ABDON, M.M.; POTT, V.J.; RODRIGUES, L.M.R.; SALIS, S.M.; HATSCHBACH, G.G. Vegetação. In: BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. **Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai-PCBAP**: diagnósticos dos meios físico e biótico. Brasília: MA/SEMAM/PNMA, 1997. v.2, n.2, p. 1-179.
- POTT, E. B.; BRUM, P. A. R. de; ALMEIDA, I. L. de; COMASTRI FILHO, J. A.; DYNIA, J. F. Nutrição mineral de bovinos de corte no Pantanal Mato-grossense. I. Levantamento de

- macronutrientes na Nhecolândia (parte central). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 22, n.9/10, p. 1093-1109, 1987.
- POTT, E. B.; CATTO, J. B.; BRUM, P. A. R. de. Períodos críticos de alimentação para bovinos em pastagens nativas, no Pantanal Mato-grossense. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, vol. 24, n. 11, p. 1427-1432, 1989.
- POTT, E. B.; POTT, A. Níveis de nutrientes em plantas não-gramíneas pastejadas por bovinos na sub-região dos Paiaguás, do Pantanal Mato-grossense. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, vol. 22, n. 11/12, p. 1293-1299, 1987.
- POTT, V. J. Flora aquática do Pantanal. In: ENCONTRO DE BOTÂNICOS DO CENTRO OESTE, 2., 1993b. Corumbá, MS. **Resumos**. Brasília, DF: Sociedade Botânica do Brasil / SBB-RCO / CNPq / EMBRAPA, 1993b. p.15.
- POTT, V. J.; POTT, A.; RATTER, J. A.; VALLS, J. F. M. 1986. **Flora da Fazenda Nhumirim, Nhecolândia, Pantanal. Relação preliminar. Pesquisa em Andamento** n. 5, Corumbá (MS), EMBRAPA, CPAP.
- POTVIN, M. A. Establishment of native grass seedlings along a topographic/moisture gradient in the Nebraska Sandhills. **Am. Midl. Nature**, vol. 130, p.248-261, 1993.
- PRANCE, G. T.; SCHALLER, G. B. Preliminary study of some vegetation types of the Pantanal, Mato Grosso, Brasil. **Brittonia**, 34(2):228-251, 1982.
- RACHID-EDWARDS, M. Alguns dispositivos para proteção de plantas contra a seca e o fogo. **Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP Botânica**, vol.13, p.37-69, 1956.
- RAISON, R. J. Modification of the soil environment by vegetation fires, with particular reference to nitrogen transformations: a review. **Plant and Soil**, v. 51, p. 73-108, 1979.
- RAISON, R. J.; KHANNA, P. K.; WOODS, P. V. Mechanisms of element transfer to the atmosphere during vegetation fires. **Canadian Journal of Forest Research**, v. 15, n. 1, p. 132-140, 1985.
- RAM, J.; SINGH, J. S.; SINGH, S. P. Plant biomass, species diversity and net primary production in a central Himalayan

- high altitude grassland. **Journal of Ecology**, vol. 77, p. 456-468, 1989.
- RAMIA, M. Observaciones fenológicas en Las Sabanas Del Medio Apure. **Acta Botanica Venezuelica**, vol. 12, n. 1-4, p. 171-206, 1977.
- RATTER, J. A.; RIBEIRO, J. F. Biodiversity of the flora of the cerrado. In: Simpósio Sobre o Cerrado, VIII. Simpósio Internacional Sobre Savanas Tropicais, 1º, Brasília - DF, 1996. **Anais**. EMBRAPA-CPAC. p. 3-5.
- RAY, D. L. Entrevista. **Isto É**, n.1183, p. 5-7, 1992.
- RODRIGUES, A. C. da G.; ZEVALLOS, A. C. Efeito da intensidade de pastejo sobre o sistema radicular de pastagem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 26, n. 3, p. 439-445, 1991.
- RODRIGUES, C. A. G. **Germinação e crescimento da parte aérea e sistema radicular de duas leguminosas forrageiras tropicais sob diferentes níveis de umidade**. Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal (SP), 1993. 114 p. (Dissertação de Mestrado).
- ROSITO, J. M.; DENARDIN, C.; UHDE, L. T. Levantamento florístico de uma pastagem nativa através do método botanal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, vol. 24, n. 7, p. 865-871, 1989.
- SABIITI, E. N.; WEIN, R. W. Fire behaviour and the invasion of *Acacia sieberiana* into savanna grassland openings. **African Journal Ecology**, vol.26, p. 301-313, 1988.
- SAN JOSE, J. J.; BERRADE, F.; RAMIREZ, J. Seasonal changes of growth, mortality and disappearance of below ground root biomass in the *Trachypogon* savanna grass. **Acta Ecologica**, v. 3, n. 17, p. 347-358, 1982.
- SAN JOSE, J. J.; MEDINA, E. 1975. Effect of fire on organic matter production and water balance in a tropical savanna. In: **Tropical Ecological Systems**. Eds. GOLLEY, F. B.; MEDINA. E. Springer-Verlag, New York, NY. p. 251-264.
- SARMIENTO, G. 1983a. The savannas of Tropical America. In: BOURLIÈRE, F., ed. **Tropical Savannas**. Amsterdam, Elsevier. p. 245-288. (Ecosystems of the World, 13).

- SARMIENTO, G. 1984. **The Ecology of Neotropical Savanas**. Harvard University Press. Harvard. 235 p.
- SARMIENTO, G. Patterns of specific and phenological diversity in the grass community of the Venezuelan tropical savannas. **Journal of Biogeography**, vol. 10, p. 373-391, 1983b.
- SARMIENTO, G.; MONASTÉRIO, M. 1975. A critical consideration of the environmental conditions associated with the occurrence of savanna ecosystems in tropical America. In: F.B. Golley and E. Medina, eds. **Tropical Ecological Systems**. New York, Springer-Verlag. 223-250 p.
- SARMIENTO, G.; MONASTÉRIO, M. 1983. Life forms and phenology. In: BOURLIÈRE, F., ed. **Tropical Savannas**. Amsterdam, Elsevier. p. 79-108. (Ecosystems of the World, 13).
- SARMIENTO, G.; VERA, M. Composición, estructura, biomasa y producción primaria de diferentes sabanas en los Llanos occidentales de Venezuela. **Sociedad Venezolana de Ciências Naturales**, vol. 34, n. 136, p. 5-41, 1979.
- SCHMOLDT, D. L. Organizing knowledge for tutoring fire loss prevention. **Environmental Management**, vol.13, num.5, p. 573-582, 1989.
- SCRAMIN, S.; SAITO, M.L.; POTT, A.; MARQUES, M.O.M. Essential oil of *Elyonurus muticus* (Sprengel) O. Kuntze (Gramineae). **Journal of Essential Oil Research** (no prelo).
- SILVA, J, F.; RAVENTOS, J.; CASWELL, H. Fire and fire exclusion effects on the growth and survival of two savanna grasses. **Acta Ecologica**, vol. 11, n. 6, p. 783-800, 1990.
- SILVA, J. dos V. da; ABDON, M. de M.; SILVA, M. P. da; ROMERO, H. R. Levantamento do desmatamento no Pantanal brasileiro até 1990/91. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 33, núm. esp., p. 1739-1745, 1998.
- SILVA, J. dos V. S. da; ABDON, M. M. Delimitação do Pantanal brasileiro e suas sub-regiões. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 33, num. esp., p.1703-1711, 1998.
- SILVA, J. F.; CASTRO, F. Fire, growth and survivorship in a Neotropical savanna grass *Andropogon semiberbis* in Venezuela. **Journal of Tropical Ecology**, vol. 5, p. 387-400, 1989.

- SILVA, J. F.; RAVENTOS, J.; CASWELL, H.; TREVISAN, M. C. Population responses to fire in a tropical savanna grass, *Andropogon semiberbis*: a matrix model approach. **Journal of Ecology**, vol. 79, p. 345-356, 1991.
- SINGH, J. S.; JOSHI, M. C. 1979. Primary production. In: **Grassland ecosystems of the world: analysis of grasslands and their uses**. Ed. COUPLAND, R. T. p. 197-218.
- SINGH, R. S.; RAGHUBANSHI, A. S.; SINGH, J. S. Nitrogen-mineralization in dry tropical savanna: effects of burning and grazing. **Soil Biological Biochemistry**, v. 23, n. 3, p. 269-273, 1991a.
- SINGH, R. S.; SRIVASTAVA, A. S.; RAUGHUBANSHI, A. S.; SINGH, J. S.; SINGH, S. P. Microbial C, N and P in dry tropical savanna: effects of burning and grazing. **Journal of Applied Ecology**, v. 28, p. 869-878, 1991b.
- SOARES, R. V. Os incêndios florestais na região do cerrado. **Brasil Florestal**, vol.41, p. 39-43, 1980.
- SOARES, R. V. Perfil dos incêndios florestais no Brasil de 1984 a 1987. **Brasil Florestal**, n. 67, p. 41-58, 1989.
- SORIANO, B. M. A. **Boletim Agrometeorológico: 1997** (Fazenda Nhumirim). Corumbá, MS. EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal, 1998. 81p.
- SORIANO, B. M. A. Caracterização climática da sub-região da Nhecolândia, Pantanal - MS. In: SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SÓCIO-ECONÔMICOS NO PANTANAL, 2, 1996, Corumbá (MS). Manejo e Conservação. **Resumos**. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1996. p.52.
- SORIANO, B. M. A. **Caracterização climática de Corumbá - MS**. Corumbá: EMBRAPA-CPAP. 1997. 25 p. (EMBRAPA-CPAP. Boletim de Pesquisa, 11).
- STEBBINS, G. L. Coevolution of grasses and herbivores. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, vol.68, p.75-86, 1981.
- STEUTER, A. A. C3/C4 production shift on seasonal burns - northern mixed prairie. **Journal of Range Management**, vol.40, n.1, p. 27-31, 1987.

- STRONACH, N. R. H.; McNAUGHTON, S. J. Grassland fire dynamics in the Serengeti ecosystem, and a potential method of retrospectively estimating fire energy. **Journal Applied Ecology**, vol. 26, p.1025-1033, 1989.
- TAINTON, N. M.; MENTIS, M. T. 1984. Fire in Grasslands. In: **Ecological Effects of Fire in South African Ecosystems**. BOOYSEN, P. de V.; TAINTON, N. M. (eds). Springer-Verlag, New York. p. 117-147.
- TARIFA, J. R. O sistema climático do Pantanal. Da compreensão ao sistema à definição de prioridades de pesquisa climatológica. In: SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SÓCIO-ECONÔMICOS NO PANTANAL, 1, 1984, Corumbá (MS). **Anais**. Brasília: EMBRAPA-DDT, 1986. p. 9-27. (EMBRAPA-CPAP. Documentos, 5).
- TCHIE, N.; GAKAHU, G. C. Responses of important woody species of Kenya's rangeland to a prescribed burning. **African Journal Ecology**, vol. 27, p. 119-128, 1989.
- TENNANT, D. A test of a modified line intersect method of estimating root length. **Journal of Ecology**, v. 63, p. 995-1001, 1975.
- THOMPSON, K. 1992. The Functional Ecology of Seed Banks. In: **Seeds. The Ecology of Regeneration in Plant Communities**. Ed. FENNER, M. CAB International, Wallingford, UK, p. 231-258.
- TOTHILL, J.C. The effects of grazing, burning and fertilizing on the botanical composition of a natural pasture in the subtropics of south-east Queensland. International Grasslands Congress. **Proceedings**. Moscou, USSR, 1974, section, p. 515-521.
- TRAPNELL, C. G. Savanna fires and seasonal temperatures: a case for research? **Environmental Conservation**, vol.20, n.2, p. 168-170, 1993.
- TROLLOPE, W. S. W. 1984. Fire in Savanna. In: **Ecological Effects of Fire in South African Ecosystems**. BOOYSEN, P. de V.; TAINTON, N. M. (eds). Springer-Verlag, New York. p. 149-175.
- TURNER, N. C. Crop water deficit: a decade of progress. **Advances in Agronomy**, v. 39, p. 1-51, 1986.

- TURNER, N. C.; BEGG, J. E. 1978. Responses of pasture plants to water deficits. In: **Plant Relations In Pastures**. Ed. WILSON, J. R. Austrália: CSIRO, p. 50-56.
- VALLS, J. F. M. 1994. O espectro taxonômico das gramíneas do Pantanal. In: **Utilizacion Y Manejo de Pastizales**. Ed. PUIGNAU, J. P. Uruguai, Montevidéo, IICA-PROCISUR, N.º 40. p. 227-237.
- VIEIRA, I. C. G.; UHL, C.; NEPSTAD, D. The role of the shrub *Cordia multispicata* Cham. as a 'succession facilitator' in an abandoned pasture, Paragominas, Amazônia. **Vegetatio**, v. 115, p. 91-99, 1994.
- VILELA, H.; NASCIMENTO JR., D. do. **Pastagens - Regiões pastoris do Brasil**. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa (MG). n. 74. 1981. 22 p.
- VILLARES, J. B. Melhor queimar em etapas. **Coopertia**, p. 53-55, 1966.
- VOGL, R. J. 1974. Effects of fire on grasslands. In: **Fire and Ecosystems**. Eds. KOZLOWSKI, T. T. e AHLGREN, C. E. Madison, Wiscosin. Academic Press. p. 139-194.
- VOGL, R. J. Some basic principles of grassland fire management. **Environmental Management**, v. 3, n. 1, p. 51-57, 1979.
- WAAL, H. O. Animal production from a native pasture (veld) in the Free State Region - A perspective of the grazing ruminant. **South African Journal Animal Science**, v. 20, n. 1, 1990.
- WALDROP, T. A.; WHITE, D. L.; JONES, S. M. Fire regimes for pine-grassland communities in the southeastern United States. **Forest Ecology and Management**, vol.47, n.1-4, p. 195-210, 1992.
- WATSON, L.; DALLWITZ, M. J. **The Grass Genera of the World**. CAB International, Wallingford, UK, Revised Edition, 1994, p. 366-367.
- WHELAN, R. J. **The Ecology of Fire**. Cambridge, Cambridge University Press, 1995. 346 p.
- WHITE, R. S.; CURRIE, P. O. Prescribed burning in the Northern Great Plains: yield and cover responses of 3 forage species

- in the mixed grass prairie. **Journal of Range Management**, vol.36, num. 2, p. 179-183, 1983.
- WILGEN, B. W.; WILLS, A. J. Fire behaviour prediction in savanna vegetation. **South African Journal Wild. Res.**, vol. 18, n.2, p. 41-46, 1988.
- WILSON, M.F. 1992. The Ecology of Seed Dispersal. In: **Seeds. The Ecology of Regeneration in Plant Communities**. Ed. FENNER, M. CAB International, Wallingford, UK, p. 61-85.
- WRIGHT, H. A. Range burning. **Journal of Range Management**, vol. 27, n.1, p. 5-11, 1974.
- WRIGHT, H. A.; BAILEY, A. W. **Fire Ecology - United States and Southern Canada**. Wiley-Interscience Publication. USA. 1982. 501p.
- YADAVA, P. S. Savannas of north-east India. **Journal of Geography**, vol. 17, p. 385-394, 1990
- YEATON, R. I.; FROST, S.; FROST, P. G. H. The structure of a grass community in *Burkea africana* savanna during recovery from fire. **South African Botanical Journal**, vol. 54, n. 4, p. 367-371, 1988.
- YOUNGER, V. B. 1972. Physiology of defoliation and regrowth. In: **The biology and utilization of grasses**. Eds. YOUNGER, V. B. e MCKELL, C. M. Academic Press. New York, NY. p. 292-303.
- ZAMMIT, C. A.; ZEDLER, P. H. The influence of dominant shrubs, fire, and time since fire on soil seed banks in mixed chaparral. **Vegetatio**, vol. 75, p. 175-187, 1988.

APÊNDICE

Tabela 1. Balanço hídrico da fazenda Nhumirim, sub-região da Nhecolândia, Pantanal, de 10 em 10 dias do período de janeiro/97 a março/99 para CAD = 50 mm. Arm corresponde à quantidade de água armazenada no solo, Alt alteração no solo quanto à quantidade de água armazenada, Deficiência de água para a vegetação e Excesso a quantidade de água para o solo.

Data	Precipitação P (mm)	Evapotrans piração Potencial EP (mm)	Evapotrans piração Real ER (mm)	P-EP	Arm (mm)	Excesso (mm)	Deficiência (mm)	Alt (mm)
10/01/97	28,0	47,2	43,9	-19,2	34,1	0,0	3,3	-15,9
20/01/97	146,0	44,9	44,9	101,1	50,0	85,2	0,0	15,9
31/01/97	51,0	46,4	46,4	4,6	50,0	4,6	0,0	0,0
10/02/97	66,0	45,7	45,7	20,3	50,0	20,3	0,0	0,0
20/02/97	18,0	43,6	38,1	-25,6	29,9	0,0	5,6	-20,1
28/02/97	26,0	45,6	35,7	-19,6	20,2	0,0	9,9	-9,7
10/03/97	19,0	38,5	25,6	-19,5	13,7	0,0	13,0	-6,6
20/03/97	18,0	39,4	22,8	-21,4	8,9	0,0	16,6	-4,8
31/03/97	43,0	38,3	38,3	4,7	13,7	0,0	0,0	4,7
10/04/97	0,0	31,0	6,3	-31,0	7,4	0,0	24,7	-6,3
20/04/97	98,0	31,6	31,6	66,4	50,0	23,7	0,0	42,6
30/04/97	43,0	29,9	29,9	13,1	50,0	13,1	0,0	0,0
10/05/97	0,0	26,9	20,8	-26,9	29,2	0,0	6,1	-20,8
20/05/97	31,0	25,8	25,8	5,2	34,3	0,0	0,0	5,2
31/05/97	23,0	22,9	22,9	0,1	34,5	0,0	0,0	0,1
10/06/97	46,0	22,3	22,3	23,7	50,0	8,1	0,0	15,5
20/06/97	57,0	22,5	22,5	34,5	50,0	34,5	0,0	0,0
30/06/97	0,0	21,9	17,7	-21,9	32,3	0,0	4,2	-17,7
10/07/97	0,0	21,0	11,0	-21,0	21,2	0,0	9,9	-11,0
20/07/97	0,0	22,7	7,8	-22,7	13,5	0,0	15,0	-7,8
31/07/97	0,0	21,5	4,7	-21,5	8,8	0,0	16,8	-4,7
10/08/97	12,0	20,2	13,3	-8,2	7,4	0,0	6,9	-1,3
20/08/97	0,0	28,0	3,2	-28,0	4,2	0,0	24,8	-3,2
31/08/97	0,0	26,4	1,7	-26,4	2,5	0,0	24,7	-1,7
10/09/97	0,0	31,7	1,2	-31,7	1,3	0,0	30,5	-1,2
20/09/97	0,0	37,4	0,7	-37,4	0,6	0,0	36,7	-0,7
30/09/97	53,0	36,4	36,4	16,6	17,2	0,0	0,0	16,6
10/10/97	0,0	36,9	9,0	-36,9	8,2	0,0	27,9	-9,0
20/10/97	3,0	43,7	7,6	-40,7	3,6	0,0	36,2	-4,6
31/10/98	58,0	43,9	43,9	14,1	17,7	0,0	0,0	14,1
10/11/97	9,0	45,6	18,2	-36,6	8,5	0,0	27,4	-9,2
20/11/97	29,0	45,4	31,4	-16,4	6,1	0,0	14,0	-2,4
30/11/97	29,0	45,1	30,7	-16,1	4,5	0,0	14,4	-1,7
10/12/97	69,0	43,3	43,3	25,7	30,2	0,0	0,0	25,7
20/12/97	25,0	46,9	35,7	-21,9	19,5	0,0	11,2	-10,7
31/12/97	0,0	49,4	12,2	-49,4	7,3	0,0	37,2	-12,2

10/01/98	13,0	48,9	16,7	-35,9	3,5	0,0	32,2	-3,7
20/01/98	100,0	46,9	46,9	53,1	50,0	6,7	0,0	46,5
31/01/98	40,0	47,7	47,1	-7,7	42,9	0,0	0,6	-7,1
10/02/98	91,0	47,0	47,0	44,0	50,0	36,8	0,0	7,1
20/02/98	12,0	44,0	35,6	-32,0	26,4	0,0	8,3	-23,6
28/02/98	180,0	44,8	44,8	135,2	50,0	111,6	0,0	23,6
10/03/98	43,0	45,4	45,3	-2,4	47,7	0,0	0,1	-2,3
20/03/98	26,0	38,3	36,4	-12,3	37,3	0,0	1,9	-10,4
31/03/98	42,0	40,9	40,9	1,1	38,4	0,0	0,0	1,1
10/04/98	77,0	39,6	39,6	37,4	50,0	25,9	0,0	11,6
20/04/98	31,0	32,8	32,7	-1,8	48,3	0,0	0,0	-1,7
30/04/98	50,0	33,4	33,4	16,6	50,0	14,9	0,0	1,7
10/05/98	5,0	26,6	22,6	-21,6	32,4	0,0	4,1	-17,6
20/05/98	8,0	24,0	16,9	-16,0	23,6	0,0	7,1	-8,9
31/05/98	59,0	24,3	24,3	34,7	50,0	8,3	0,0	26,4
10/06/98	0,0	24,0	19,0	-24,0	31,0	0,0	4,9	-19,0
20/06/98	6,0	20,5	13,8	-14,5	23,2	0,0	6,7	-7,8
30/06/98	3,0	21,6	10,2	-18,6	16,0	0,0	11,4	-7,2
10/07/98	1,0	22,1	6,5	-21,1	10,5	0,0	15,6	-5,5
20/07/98	0,0	22,1	3,7	-22,1	6,7	0,0	18,4	-3,7
31/07/98	0,0	24,3	2,6	-24,3	4,1	0,0	21,7	-2,6
10/08/98	43,0	23,5	23,5	19,5	23,7	0,0	0,0	19,5
20/08/98	7,0	30,4	15,9	-23,4	14,8	0,0	14,6	-8,9
31/08/98	0,0	23,5	5,6	-23,5	9,3	0,0	18,0	-5,6
10/09/98	22,0	27,7	23,0	-5,7	8,3	0,0	4,7	-1,0
20/09/98	0,0	32,6	4,0	-32,6	4,3	0,0	28,7	-4,0
30/09/98	45,0	29,9	29,9	15,1	19,4	0,0	0,0	15,1
10/10/98	49,0	35,6	35,6	13,4	32,7	0,0	0,0	13,4
20/10/98	0,0	40,7	18,2	-40,7	14,5	0,0	22,4	-18,2
31/10/98	108,0	40,3	40,3	67,7	50,0	32,2	0,0	35,5
10/11/98	0,0	42,0	28,4	-42,0	21,6	0,0	13,6	-28,4
20/11/98	112,0	43,3	43,3	68,7	50,0	40,3	0,0	28,4
30/11/98	23,0	45,8	41,3	-22,8	31,7	0,0	4,5	-18,3
10/12/98	157,0	43,6	43,6	113,4	50,0	95,1	0,0	18,3
20/12/98	0,0	47,5	30,7	-47,5	19,3	0,0	16,9	-30,7
31/12/98	49,0	45,2	45,2	3,8	23,1	0,0	0,0	3,8
10/01/99	54,0	45,9	45,9	8,1	31,3	0,0	0,0	8,1
20/01/99	50,0	47,7	47,7	2,3	33,6	0,0	0,0	2,3
31/01/99	5,0	48,7	24,6	-43,7	14,0	0,0	24,2	-19,6
10/02/99	0,0	47,2	8,6	-47,2	5,4	0,0	38,7	-8,6
20/02/99	4,0	48,7	7,2	-44,7	2,2	0,0	41,5	-3,2
28/02/99	4,0	44,9	5,2	-40,9	1,0	0,0	39,7	-1,2
10/03/99	79,0	43,1	43,1	35,9	36,8	0,0	0,0	35,9
20/03/99	87,0	39,9	39,9	47,1	50,0	34,0	0,0	13,2
31/03/99	35,0	41,3	40,9	-6,3	44,1	0,0	0,4	-5,9
Total	2720	2948,1	2130,8		2073,6	595,3	817,9	

Tabela 2. Média da profundidade do lençol freático sob os tratamentos fogo e presença animal em cada um dos blocos, a cada 14 dias durante o período experimental, na fazenda Nhumirim.

Profundidade do lençol freático (m) data	blocos			
	1	2	3	4
26/08/97	2,043	1,320	1,340	1,170
02/09/97	2,038	1,378	1,380	0,983
10/09/97	2,113	1,423	1,390	1,273
24/09/97	2,161	1,411	1,414	1,281
09/10/97	2,308	1,524	1,493	1,375
21/10/97	2,260	1,610	1,550	1,450
06/11/97	2,513	1,568	1,823	1,420
18/11/97	2,465	1,615	1,690	1,339
02/12/97	2,505	1,643	1,620	1,304
13/12/97	2,453	1,390	1,363	1,195
07/01/98	2,559	1,699	1,722	1,509
27/01/98	2,380	1,519	1,273	1,489
11/02/98	2,320	1,283	0,900	1,320
04/03/98	1,921	0,933	0,670	1,136
13/03/98	1,798	0,784	0,617	1,018
25/03/98	1,671	0,548	0,187	1,034
07/04/98	1,428	0,660	0,503	0,806
21/04/98	1,504	0,678	0,568	0,770
05/05/98	1,444	0,886	0,625	0,949
19/05/98	1,585	0,998	0,820	1,051
02/06/98	1,474	0,863	0,553	0,865
17/06/98	1,661	1,070	0,843	1,066
30/06/98	1,744	1,144	0,938	1,131
14/07/98	1,868	1,276	1,072	1,316
28/07/98	1,944	1,381	1,223	1,355
11/08/98	1,990	1,281	0,958	1,298
24/08/98	2,030	1,410	1,145	1,399
09/09/98	2,119	1,509	1,205	1,513
22/09/98	2,153	1,580	1,387	1,613
07/10/98	2,069	1,203	1,222	1,250
20/10/98	1,960	1,345	1,255	1,360
03/11/98	1,588	1,115	0,933	1,206
17/11/98	1,301	0,863	0,737	0,993
01/12/98	1,508	0,670	0,000	0,858
04/12/98	1,015	0,015	0,000	0,026
14/12/98	0,926	0,464	0,492	0,460
06/01/99	0,533	0,030	0,020	0,000
19/01/99	0,846	0,360	0,327	0,236
03/02/99	1,115	0,770	0,690	0,516
18/02/99	1,344	0,971	0,908	0,845
02/03/99	1,465	0,984	0,852	0,890
16/03/99	1,080	0,751	0,750	0,496



Figura 1. Vista de uma parcela aceirada do campo de capim-carona (*Elyonurus muticus*), na fazenda Nhumirim.



Figura 2. Raízes de uma touceira do capim-carona (*Elyonurus muticus*) no campo, na fazenda Nhumirim.