

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE ECOLOGIA

Dinâmica de crescimento, sobrevivência, produção de sementes, repartição de biomassa aérea e densidade das gramíneas *Echinolaena inflexa* e *Trachypogon filifolius*, numa comunidade de campo sujo, com e sem fogo.

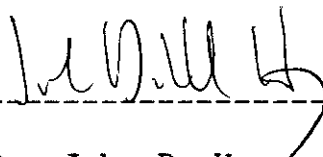
Lucilia Maria Parron

Dissertação apresentada ao Departamento de Ecologia da Universidade de Brasília como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Ecologia.

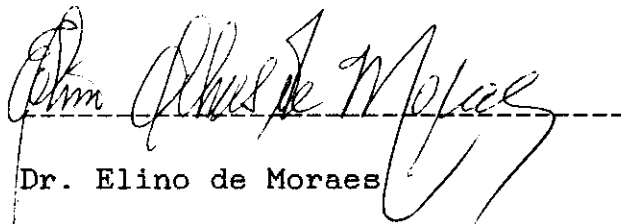
Brasília-DF, 1992

Trabalho realizado junto ao Departamento de Ecologia do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de Brasília, sob orientação do Prof. Dr. John D. Hay, com auxílio financeiro da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Aprovado por:



Prof. Dr. John D. Hay



Dr. Elyno de Moraes



Dr. Carlos Augusto Klink

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. John D. Hay, do Departamento de Ecologia - UnE, pela orientação.

Ao Dr. Elino A. de Moraes, do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CPAC/EMBRAPA), pelo apoio técnico.

Ao Dr. Carlos A. Klink, do CPAC/EMBRAPA - CNPq, pelas sugestões.

Ao Dr. Tarciso S. Filgueiras, do IBGE, pela identificação do material botânico.

A Prof. Maria Teresa L. Costa, do Departamento de Estatística - UnB, pelo auxílio na análise estatística dos dados.

Ao Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal (CPAP/EMBRAPA), pela oportunidade que tive de trabalhar em pesquisa.

Ao CPAC e à UnB, que tornaram possível a realização deste trabalho.

Ao Raymond R. de Sá, pelos desenhos, apoio e carinho, ao longo do curso de mestrado.

Aos meus pais, João e Maria, pelo apoio e carinho, durante toda a vida.

A Dalva, Sandra, Martha, Solange e Mara, pela amizade.

A Deus, que me deu força, inteligência e determinação, para concluir o curso de mestrado em Ecologia após 19 meses de trabalho (abril/91 a outubro/92), incluindo o cumprimento de 36 créditos, e 11 meses de trabalho de campo (julho/91 a maio/92).

ÍNDICE

Agradecimentos	
Lista de figuras	1
Lista de tabelas	vi
Resumo	vii
Abstract	ix
1. INTRODUÇÃO	
1.1. Importância do estudo das pastagens naturais do Cerrado	1
1.2. Objetivos do trabalho	4
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	
2.1. O fogo como elemento de manejo das pastagens naturais	6
2.2. Estudos sobre os efeitos ecológicos do fogo na vegetação herbácea das savanas tropicais	8
3. MATERIAL E MÉTODOS	
3.1. Área de estudo	16
3.2. Descrição botânica das espécies estudadas	20
3.2.1. <i>Echinolaena</i> Desv.	21
3.2.2. <i>Trachypogon</i> Nees, Agrost.	24

3.3. Aplicação dos tratamentos	26
3.3.1. Dinâmica de desenvolvimento	28
3.3.2. Produção de sementes	29
3.3.3. Biomassa aérea	30
3.3.4. Densidade	30
3.3.5. Descrição da análise estatística	31

4. RESULTADOS

4.1. Altura de perfilhos	32
4.2. Sobrevivência de perfilhos	38
4.3. Floração e produção de sementes	41
4.4. Biomassa aérea	46
4.4.1. Biomassa aérea total	50
4.4.2. Repartição de biomassa aérea	50
4.5. Densidade	54

5. DISCUSSÃO

5.1. Altura de perfilhos	54
5.2. Sobrevivência de perfilhos	61
5.3. Floração e produção de sementes	63
5.4. Biomassa aérea	70
5.4.1. Biomassa aérea total	70
5.4.2. Repartição de biomassa aérea	72
5.5. Densidade.....	76
6. Aplicação dos dados	78

6. CONCLUSOES	80
7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	84
APÉNDICE	96

LISTA DE FIGURAS

PÁG.

Figura 1. Localização da área de estudo na Fazenda Agua Limpa-UnB (mapa preparado pela turma de mestrado em Ecologia da UnB, 1979).17

Figura 2. Mapa da área onde está implantado o projeto de pesquisa "Efeitos da queima sobre a composição florística, produtividade e qualidade das forrageiras nativas do Cerrado". No presente estudo, os piquetes apontados com (*) foram utilizados como área queimada, e o piquete apontado com (**), foi utilizado como área controle18

Figura 3. Curva de precipitação (mm) ao longo do período de estudo (dados coletados na Estação Meterológica da Fazenda Agua Limpa - UnB). 19

Figura 4. *Echinolaena inflexa*. Desenho esquemático de um perfilho (A) e uma inflorescência (B). 22

Figura 5. *Trachypogon filifolius*. Desenho esquemático de uma touceira (A), um perfilho (B) e uma inflorescência (C). .25

Figura 6. Dinâmica de alturas de *Echinolaena inflexa* (A) e *Trachypogon filifolius* (B) nas áreas com e sem queima (de setembro/91 a maio/92). As barras verticais indicam o desvio padrão. 33

Figura 7. Distribuição de frequência em classes de altura de indivíduos floridos e indivíduos não floridos de *Echinolaena inflexa* (A) e *Trachypogon filifolius* (B), na área queimada 37

Figura 8. Sobrevivência de perfilhos de *Echinolaena inflexa* e *Trachypogon filifolius* nas áreas queimada e protegida (de setembro/91 a maio/92). 39

Figura 9. Mortalidade cumulativa (%) de *Echinolaena inflexa* e *Trachypogon filifolius* nas áreas queimada e protegida (de setembro/91 a maio/92).40

Figura 10. Percentual de perfilhos de *Echinolaena inflexa* e *Trachypogon filifolius* que floresceram nas áreas queimada e protegida (de setembro/91 a maio/92).42

Figura 11. Número de inflorescências de *Echinolaena inflexa* produzidas nas áreas queimada e protegida (de setembro/91 a maio/92). 43

Figura 12. Número de inflorescências de *Echinolaena inflexa* e *Trachypogon filifolius* produzidas na área com queima (de setembro/91 a maio/92). 44

Figura 13. Peso seco total (g) da parte aérea dos perfilhos de *Echinolaena inflexa* (A) e *Trachypogon filifolius* (B), nas áreas com e sem queima (de setembro/91 a maio/92). As barras verticais indicam o desvio padrão. 47

Figura 14. Alocação de recursos da biomassa aérea de perfilhos nas partes componentes (caule, bainha, limbo foliar e inflorescência) em *Echinolaena inflexa*, nas áreas queimada (A) e sem queima (B) (de setembro/91 a maio/92). 51

Figura 15. Alocação de recursos da biomassa aérea de perfilhos nas partes componentes (caule, bainha, limbo foliar e inflorescência) em *Trachypogon filifolius*, nas áreas queimada (A) e sem queima (B) (de setembro/91 a maio/92). 52

Figura 16. Densidade de perfilhos de *Echinolaena inflexa* e *Trachypogon filifolius*, nas áreas queimada e protegida (medidas feitas em outubro/91, janeiro 92 e maio/92).56

LISTA DE TABELAS

As tabelas 1 a 5 encontram-se no texto (resultados), as demais, estão no apêndice.

Tabela 1. Resultados da Análise de Regressão Aparentemente Não-relacionada, utilizada para comparar as curvas de crescimento em altura de *Echinolaena inflexa* e *Trachypogon filifolius* com e sem queima.....34

Tabela 2. Comparação entre as alturas médias de indivíduos floridos e não floridos de *Echinolaena inflexa* e *Trachypogon filifolius* em área queimada, utilizando o Teste t de Student.....34

Tabela 3. Resultados das Tabelas de Contingência utilizadas para comparar as taxas de mortalidade entre espécies e entre tratamentos. 39

Tabela 4. Resultados dos contrastes entre as curvas de biomassa aérea total de *Echinolaena inflexa* e *Trachypogon filifolius*, nas áreas com e sem queima, utilizando os Modelos Lineares Gerais.48

Tabela 5. Resultados da ANOVA para Amostras Repetidas, utilizada para verificar as interações entre espécie, tratamento (com e sem queima) e período de coleta (outubro, janeiro e maio), sobre a densidade de perfilhos/625 cm². 56

Tabela 6. Médias de altura (em cm) de *Echinolaena inflexa* e *Trachypogon filifolius* nas áreas com e sem queima.97

Tabela 7. Taxas de sobrevivência e mortalidade dos perfilhos marcados de *Echinolaena inflexa* e *Trachypogon filifolius* nas áreas com e sem queima.98

Tabela 8. Floração e frutificação de *Echinolaena inflexa* e *Trachypogon filifolius* nas áreas com e sem queima.99

Tabela 9. Médias de biomassa aérea total (em gramas) de *Echinolaena inflexa* e *Trachypogon filifolius* nas áreas com e sem queima. 100

Tabela 10. Alocação de recursos por componente (%) nos perfilhos de *Echinolaena inflexa*, nas áreas com e sem queima. 101

Tabela 11. Alocação de recursos por componente (%) nos perfilhos de *Trachypogon filifolius* nas áreas com e sem queima. 102

Tabela 12. Densidade de perfilhos (no. indivíduos/625 cm ²) de <i>Echinolaena inflexa</i> e <i>Trachypogon filifolius</i> nas áreas com e sem queima.	103
--	-----

RESUMO

O presente estudo foi conduzido em duas áreas contíguas de campo sujo, uma queimada e a outra protegida, na Fazenda Agua Limpa - UnB, entre setembro de 1991 e maio de 1992, com o objetivo de comparar o crescimento, a sobrevivência, a produção de sementes, a repartição de biomassa aérea e a densidade, entre populações de *Echinolaena inflexa* e *Trachypogon filifolius*, gramíneas nativas, perenes e codominantes dos cerrados.

As duas espécies apresentaram maiores taxas de crescimento em altura e maiores valores de biomassa aérea total na área queimada do que na área protegida de fogo. As taxas de mortalidade, que ocorreram principalmente após a formação de espiguetas, não apresentaram diferenças significativas entre as duas espécies e entre as duas áreas. O mês de maior floração de *E. inflexa* foi janeiro e o de *T. filifolius* foi março. Foi registrada diferença significativa na produção de sementes de *E. inflexa* e de *T. filifolius*, entre os tratamentos com e sem queima. Em *T. filifolius* a grande floração na área queimada e a reduzida formação de inflorescências na área sem queima, evidenciou o efeito do fogo sobre esta espécie. Em *E. inflexa*, apesar do número de espiguetas ter sido maior no tratamento sem queima, não se pode afirmar que o fogo exerça algum efeito

sobre a produção de sementes desta espécie. A maior parte da biomassa aérea de ambas as espécies no estágio inicial de desenvolvimento foi alocada no limbo foliar. No estágio adulto, *E. inflexa* teve maior alocação de seus recursos no colmo, e *T. filifolius* na bainha foliar. A densidade de ambas as espécies dentro de cada área, não se alterou significativamente ao longo do período de estudo. Entre as áreas com e sem queima, a densidade de *E. inflexa* é a mesma, em contraste, a densidade de *T. filifolius* na área com queima é o dobro em relação à área sem fogo.

ABSTRACT

This study was conducted in two contiguous areas of "campo sujo", one burned annually and the other protected from fire on the Fazenda Agua Limpa of the University of Brasilia, Brasilia, DF. The objectives of this study were to compare the growth, survivorship, seed production, allocation of aerial biomass and density of *Echinolaena inflexa* and *Trachypogon filifolius*, both native perennial grasses, codominantes in the Cerrado region.

Both species had higher growth rates and total aerial biomass in the burned area than in the protected area. Mortality occurred principally after formation of inflorescences, and was not significantly different between areas or between species. For *E. inflexa*, peak flowering occurred in January, while for *T. filifolius* the peak was in March. A significant difference in seed production was observed between treatments for both species. In *T. filifolius*, the intense flowering in the burned area and the reduced number of inflorescences in the unburned area point to a fire-related effect for this species. For *E. inflexa*, in spite of the fact that the number of inflorescences was higher in the unburned area, it is not possible to affirm that fire has an effect on seed production in this species. In initial development, the

largest fraction of aerial biomass in both species was allocated to the leaf blade. In the adult stage, *E. inflexa* allocated more biomass to the colm while *T. filifolius* allocated more biomass to the leaf sheath. The density of both species within each area, did not change significantly over the study period. For *E. inflexa* the density in the burned and the unburned area was similar, while for *T. filifolius* the density in the burned area was twice that of the unburned area.

1. INTRODUÇÃO

1.1. IMPORTÂNCIA DO ESTUDO DAS PASTAGENS NATURAIS DO CERRADO

A partir de 1970, foi dado início a uma fase de transformação nas áreas de Cerrado, principalmente na região Centro-Oeste, baseada no aproveitamento agrícola, ocorrendo um aumento na produção de grãos e substituição da pecuária ultra-extensiva tradicional, que ocupava a vegetação nativa, por uma pecuária mais intensiva, com a introdução de pastagens cultivadas (SUDECO 1988).

A substituição da savana por pastagens cultivadas, multiplicou várias vezes a produção e a produtividade pecuária dos Cerrados (Kornelius 1982), contudo, têm apresentado algumas desvantagens, já que as áreas ocupadas com espécies introduzidas, frequentemente vêm exibindo desempenho inferior ao esperado (Vilela *et al.* 1991). Isto pode ser atribuído a vários fatores, tais como a dependência de um único genótipo homogêneo (caso das *Brachiaria* spp. apomíticas), inadaptação à baixa oferta de água em períodos de seca prolongada, infestação de plantas invasoras, e ataque de "pragas". Além disso, a substituição da vegetação natural acarreta a perda de arbustos e árvores nativas que são forrageiras de emergência na seca e que são captadoras de nutrientes do subsolo, perda da diversidade

florística e faunística, e também tem causado problemas de erosão e desertificação.

O Cerrado ocupa mais de 200.000.000 de hectares, e cerca de 39% desta área são ocupadas por pastagens nativas (incluindo todas as fitofisionomias), os quais suportam 50 milhões de cabeças de gado, ou seja, cerca de 40% do rebanho nacional (Filgueiras & Wechsler 1992), com uma lotação animal média de 0.2 UA/ha (Kornelius *et al.* 1982).

Silva *et al.* (1987), num estudo sobre dieta de novilhos fistulados, em pastagem nativa dos Cerrados, encontraram que na época chuvosa, as gramíneas contribuíram com 68% da dieta, enquanto que na seca, predominaram as espécies não-gramíneas (57%), composta de ervas, arbustos e árvores. *Echinolaena inflexa* encontra-se entre as gramíneas mais consumidas no período estudado.

As pastagens naturais representam um potencial que tem sido pouco aproveitado. Allem & Valls (1987), atenta para o fato de que a política governamental na América do Norte estimula o produtor a preservar ao máximo a vegetação nativa das terras sob seu controle, inclusive assistindo-o na estação crítica sazonal, quando a pastagem não suporta a mesma lotação animal do período favorável. Na América Latina, ao contrário, a atitude de conservação geralmente é sobreposta por uma política de interesses imediatistas de alta produtividade representada pela introdução de espécies exóticas, negligenciando a

abordagem econômica, isto é, não leva em conta se a pastagem cultivada produz ou não receita líquida superior à pastagem natural.

O maior problema da pastagem natural de algumas áreas tropicais é a ocorrência de uma estação seca prolongada, que dura de três a seis meses. Também a baixa fertilidade natural da maioria de seus solos limita grandemente a possibilidade de melhores índices de produção animal (Sánchez 1976). Os problemas que o rebanho enfrenta na época seca refletem alterações no índice de natalidade das vacas, problemas de lactação e atraso na época de abate dos animais.

O manejo apropriado da pastagem natural, envolve o conhecimento das espécies componentes da pastagem, e sua reação à instalação da seca, do pastejo e do fogo, buscando então, espécies que se adequam a essas condições e que apresentem valor nutritivo satisfatório aos herbívoros, de maneira que a pastagem natural melhorada possa ser viável economicamente, em paralelo as pastagens introduzidas. Resultados nesse sentido tem sido obtido com a introdução de leguminosas dos gêneros *Stylosanthes* e *Arachis*, e gramíneas do gênero *Paspalum* (França-Dantas & Andrade 1991).

Diversos autores sugerem que o acúmulo de material seco nas pastagens, que ocorre no período de estiagem, pode ser evitado pela suplementação com uma fonte de nitrogênio, seja uréia ou leguminosas (Paladines & Leal 1979, Zoby et al. 1987, Pott 1989). A adição de pequena

quantidade de nitrogênio à dieta, estimula a atividade bacteriana no rúmen, com o incremento da digestão celulósica. Isso leva os animais a aceitarem espécies menos palatáveis, que contêm considerável dose de matéria seca e energia. Dessa forma, a pastagem nativa pode ser utilizada para as fases de cria e recria, o que não dispensa a formação de pastagens cultivadas para manter o gado durante o período de engorda.

1.2. OBJETIVOS DO TRABALHO

O presente trabalho insere-se numa linha de pesquisa, desenvolvida pelo CPAC/EMBRAPA, que tem o propósito de conhecer as espécies das pastagens nativas do Cerrado, e as potencialidades representadas por elas, visando fornecer subsídios para o manejo adequado dessas pastagens naturais. Com esse intuito, neste trabalho se estudou a dinâmica de populações de duas espécies de gramíneas (*Echinolaena inflexa* e *Trachypogon filifolius*) da comunidade herbácea do Cerrado e sua resposta ao regime anual de queima. O estudo tem como objetivo responder à seguinte questão: Qual o efeito da queima sobre a dinâmica de crescimento, sobrevivência, produção de sementes, repartição de biomassa aérea e densidade, dessas duas espécies? Com isso, queremos testar a hipótese de que o comportamento de *Echinolaena inflexa* e *Trachypogon*

filifolius, em relação a esses parâmetros, é influenciado pelo fogo.

Este estudo faz parte do projeto de pesquisa "Efeitos da queima sobre a composição florística, produtividade e qualidade das forrageiras nativas do Cerrado", desenvolvido em convênio pelo CPAC/EMBRAPA e UnB, com o apoio do CNPq.

2. REVISAO BIBLIOGRÁFICA

2.1. O FOGO COMO ELEMENTO DE MANEJO DAS PASTAGENS NATURAIS

A função do fogo no manejo de pastagem nativa é remover o material não palatável, estimular o crescimento das plantas, atrair os animais para áreas não pastejadas, reduzir plantas indesejáveis, destruir pestes animais e vegetais, e controlar a composição das pastagens (Anderson, *et al.* 1988). Nos Cerrados dos estados da região centro-oeste e adjacências, o fogo é uma prática empregada frequentemente, de maneira geral e indiscriminada à vegetação herbácea, arbustiva e arbórea, nos meses de agosto a setembro, isto é, no final da estação seca (Allem & Valls 1987). No Pantanal Matogrossense o uso do fogo é eminentemente seletivo e localizado, procurando eliminar ou conter a expansão de espécies indesejáveis (Pott 1982) e estimular a emissão de perfilhos. Nas savanas de Roraima, o fogo é aplicado sobre a vegetação herbácea escalonadamente, em até três vezes por ano.

Segundo Coutinho (1990), no Cerrado, muitas espécies do estrato herbáceo são altamente resistentes ao fogo. Algumas são anuais, crescendo e desenvolvendo-se somente na estação chuvosa, escapando da queima na forma de sementes. Muitas espécies perenes exibem

orgãos subterrâneos, como bulbos, tubérculos, rizomas e xilopódios que, devido ao isolamento fornecida pela camada superficial do solo, também escapam da ação destrutiva do fogo. As gemas de graminóides tunicados são protegidas pelo adensamento das bainhas foliares, onde a combustão é limitada pela aeração inadequada.

A queima da savana, de um modo geral, visa a eliminação do material seco das gramíneas, que se acumula no período de estiagem, e a estimulação da emissão de brotações, através de rizomas ou estolões, proporcionando o aporte de material fresco e mais nutritivo ao gado (Coradin 1978). Dessa forma, a queimada programada e controlada pode ser utilizada como ferramenta de manejo de pastagem natural, pois aumenta a produtividade primária ao acelerar a ciclagem dos nutrientes minerais (escassos) imobilizados na palha acumulada (Coutinho 1989).

O fogo é sem dúvida um dos fatores ecológicos de maior efeito sobre a savana tropical, já que este influi notavelmente sobre a composição florística e a estrutura da vegetação (San José & Farinas 1983). Esta diferença é particularmente acentuada nas savanas estacionais onde o volume das precipitações é suficiente para produzir uma quantidade suficiente de matéria orgânica combustível (Frost 1985).

O fogo atua como um tipo de perturbação a que as savanas podem estar sujeitas. O tipo, frequência, intensidade, duração, tempo, e heterogeneidade espacial de

uma perturbação pode influenciar a história de vida e as características demográficas das plantas (Bazzaz 1984). Segundo este autor, a perturbação pode alterar o tamanho e a estrutura de uma população de plantas pela sua influência no crescimento, sobrevivência, produção de sementes, e/ou recrutamento de plântulas.

A ausência prolongada de fogo parece reduzir o vigor e a força competitiva das espécies nativas do estrato herbáceo/subarbustivo do Cerrado, ou por atraso na ciclagem de nutrientes ou por decréscimo na capacidade reprodutiva (Coutinho 1990).

Como elemento de manejo da pastagem natural, portanto, o fogo geralmente é empregado nas áreas de savanas, principalmente onde concentram-se espécies mais palatáveis (que apresentam alta proporção de proteína em relação às fibras e à lignina) aos herbívoros, convivendo com espécies fibrosas (Paladines 1975). Contudo, como desvantagens do fogo, podem ser enumerados, a perda de nutrientes, a perda de forragem, mudanças indesejáveis na composição botânica das pastagens, e aumento na erosão (Anderson *et al.* 1988).

2.2. ESTUDOS SOBRE OS EFEITOS ECOLÓGICOS DO FOGO NA VEGETAÇÃO HERBÁCEA DAS SAVANAS TROPICAIS

Os estudos dos efeitos ecológicos do fogo na vegetação herbácea das savanas tropicais da América

Latina, sul da Africa e Austrália, podem ser comparáveis, apesar dos resultados encontrados serem diversos, devido à influência de determinadas variáveis (tais como a frequência e a época de queima, a quantidade de matéria seca acumulada, o clima, a topografia, a umidade do solo e a espécie em estudo), sobre o efeito final de uma queima.

Nas savanas da Austrália e da Africa do Sul, os primeiros estudos enfocaram basicamente os aspectos ligados ao comportamento do fogo, prevenção e controle de queimadas (Scott 1984). Todavia, a importância da queima controlada foi reconhecida, depois que estudos mostraram que a proteção contínua do fogo pode ser extremamente prejudicial devido à acumulação de material combustível (matéria seca). A partir daí, os estudos se voltaram para o aspecto de manejo de ecossistemas com o uso do fogo. Consequentemente, os efeitos do fogo na vegetação passou a ser o tema central das pesquisas com queima controlada, com ênfase nos efeitos da época, frequência, intensidade e tipo de queima, sobre a dinâmica das espécies.

Nas savanas estacionais da Venezuela, a comunidade de herbáceas, e em particular de gramíneas, é uma das que mais tem sido enfatizadas nos estudos sobre efeito de fogo (Vareschi 1962, Blydenstein 1962, 1963, Daubenmire 1968, San Jose & Farinas 1971, 1991, San Jose & Medina 1975, Canales 1982, Canales & Silva 1987, Silva & Castro 1989, Baruch *et al.* 1989, Silva *et al.* 1990, 1991).

Canales & Silva (1987), buscando conhecer os efeitos do fogo que ocorre no final da estação seca sobre *Sporobolus cubensis*, uma gramínea precoce das savanas estacionais da Venezuela, mediram as variações na fitomassa epígea e hipógea e a demografia de seus perfilhos, em plantas sob efeito e ausência de queima. Apesar do fogo estimular a floração das plantas, tanto a biomassa da parte aérea, quanto a das raízes e dos rizomas, assim como o número de perfilhos por planta, foram mais altos entre as plantas protegidas.

Baruch et al. (1989) procuraram explicar porque a gramínea introduzida *Melinis minutiflora* desloca a nativa *Trachypogon plumosus*, comparando a dinâmica de crescimento, a fenologia e a repartição de biomassa de ambas, e constatou que o maior poder competitivo de *M. minutiflora*, pode ser atribuído a uma maior taxa de crescimento e uma maior proporção de assimilados dedicados à síntese da biomassa e da área foliar.

Silva & Castro (1989) monitoraram a sobrevivência, tamanho da planta, densidade de plântulas, dano por fogo e distância ao adulto mais próximo, em *Andropogon semiberbis*, numa savana da Venezuela, excluída de fogo e pastejo e queimada anualmente ao final da estação seca. Eles verificaram que a mortalidade mais alta ocorreu durante a estação seca, e atribuíram-na ao fogo. A densidade de plântulas foi menor sob efeito de queima e a competição

entre raízes, parece ter sido responsável pela interferência de adultos sobre as plântulas em crescimento.

Silva *et al.* (1990) acompanharam o destino de plantas adultas e jovens de *Andropogon semiberbis* e *Sporobolus cubensis*, numa área queimada no fim da estação seca e numa outra protegida de fogo, e sugeriram que *A. semiberbis* é melhor colonizadora sob savana queimada, mas uma vez estabelecida, a resistência de *S. cubensis* ao fogo é maior.

Silva *et al.* (1991) utilizaram modelos matriciais para comparar respostas (taxas de crescimento, distribuição de classes de tamanho e valor reprodutivo) de populações sob regimes de queima anual e exclusão do fogo para *Andropogon semiberbis*, uma gramínea comum nas savanas da Venezuela. Esta espécie é drasticamente afetada pela exclusão do fogo, mas a população pode crescer rapidamente sob um regime de queima anual.

No Brasil existem algumas pesquisas a respeito dos efeitos ecológicos do fogo na vegetação herbácea do Cerrado *sensu lato*. Alguns desses estudos preocuparam-se com a quantificação de biomassa do estrato rasteiro após uma queimada, sem discriminação dos grupos vegetais (Cavalcanti 1978, Cesar 1980, Meirelles 1981).

Cavalcanti (1978) mostrou a importância das cinzas que resultam das queimadas, na produção primária da camada rasteira de um campo cerrado. Ela observou que parcelas queimadas que tiveram suas cinzas removidas,

apresentaram menor produção de biomassa do que aquelas parcelas onde as cinzas permaneceram.

Cesar (1980) constatou que a biomassa total do estrato rasteiro de um campo sujo, alcançada no primeiro ano após o fogo foi um pouco menor em área queimada do que em área não queimada. Ela verificou também que a vegetação apresentou uma resposta fenológica semelhante aos tratamentos de queima e de corte, concluindo então que o fogo agiu como um instrumento de eliminação dos fatores competitivos favorecendo o brotamento e a floração das espécies pelo seu efeito de poda.

Meirelles (1981) estudou a produção primária líquida aérea (PPLA), do estrato rasteiro de um campo sujo de Cerrado durante a estação chuvosa e observou que neste período, a PPLA foi maior na área queimada do que na área protegida de fogo. Esta autora verificou também, que na área sem queima, a biomassa aérea morta foi bastante superior à viva, ocorrendo o inverso na área queimada.

Batmanian (1983) mostrou a variação ao longo do primeiro ano na biomassa da camada rasteira de um Cerrado *sensu strictu*. Ele separou a vegetação herbácea em dois grupos (gramíneas e não-gramíneas) e quantificou a biomassa aérea (as gramíneas representaram 68-78% da biomassa aérea total) após o fogo. A PPLA da área queimada no primeiro ano foi inferior à obtida na área sem queima, e quinze meses após o fogo, a biomassa de cada componente era semelhante, nas áreas com e sem queima.

Rosa (1990) num estudo que tratou da recuperação da biomassa aérea e da cobertura vegetal a nível de espécie, numa comunidade de campo sujo, após uma queimada accidental, verificou que as espécies que apresentaram maiores valores de importância ao longo do ano, foram *Tristachya leiostachya*, *Echinolaena inflexa*, *Mimosa radula*, *Campomanesia sessiliflora*, *Leptocoryphium lanatum* e *Axonopus marginatus*. Além disso, ela identificou seis padrões de variação temporal de biomassa aérea e cobertura para a vegetação.

Os efeitos do fogo na floração, na deiscência de frutos, na dispersão de sementes, na ciclagem de nutrientes, na produtividade, e na temperatura do solo, têm sido abordados por Coutinho (1976, 1977, 1978, 1979, 1980, 1982, 1989, 1990) e Coutinho *et al.* (1982).

Coutinho (1976) mostrou o aumento de nutrientes no xilopódio de algumas espécies da camada rasteira do Cerrado após uma queimada, e observou que a produção anual final da camada rasteira não apresentou diferença significativa quando queimada em julho ou em janeiro. Estudando respostas de floração, ele sugeriu que o estímulo causado pelo fogo deve-se à remoção da parte aérea das plantas (poda) e não ao aumento da temperatura, ao aumento de nutrientes no solo ou aos gases produzidos durante a combustão.

Além do estímulo à floração, o fogo atua em outros aspectos da biologia reprodutiva de muitas

espécies do estrato rasteiro do Cerrado *sensu lato*, através da promoção da deiscência de frutos e dispersão de sementes (Coutinho 1978).

Souza Filho *et al.* (1986), comparando épocas de queima (setembro e novembro) na utilização do fogo nos Cerrados do Amapá, obtiveram maior produção de matéria seca de gramíneas nativas quando o fogo foi utilizado em novembro, e associaram este resultado com a maior disponibilidade de água neste período do ano.

Moraes *et al.* (1991), estudando o efeito do período de queima (maio, julho e agosto), sobre a frequência de espécies do estrato herbáceo-arbustivo, na mesma área de Cerrado, onde foi desenvolvido o presente trabalho, verificaram que a frequência de *Trachypogon* sp. aumentou independentemente da presença ou ausência de queima nos três períodos, já *Echinolaena inflexa* apresentou redução na frequência no tratamento com queima, exceto em outubro e acréscimo no tratamento sem queima nos três períodos de observação.

Almeida (1985), estudando época de floração e rebrota de gramíneas nativas dos Cerrados, sob efeito e ausência de pastejo, registrou na fase de rebrota, o consumo de oito espécies de gramíneas, inclusive *E. inflexa* e *T. filifolius*. Também foi observado o efeito do pastejo sobre a floração de *E. inflexa*, entre outras espécies, mas não sobre *T. filifolius*.

São muitos os aspectos a serem conhecidos no estudo das espécies de potencial forrageiro da pastagem nativa dos Cerrados. Questões autoecológicas, como aspectos do ciclo reprodutivo, repartição de biomassa entre as partes funcionais das plantas, assim como questões sincológicas, envolvendo aspectos de interação e competição entre espécies, sob efeito de fogo, pastejo e ausência destes fatores, necessitam de investigação nas espécies que compõem o estrato herbáceo-subarbustivo. De uma maneira geral, os trabalhos conduzidos a respeito dos efeitos ecológicos do fogo na vegetação herbácea das savanas tropicais, tem ao longo do tempo, fornecido informações que podem ser viabilizadas num manejo adequado das pastagens, no que diz respeito tanto à conservação, quanto à utilização desses ecossistemas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado na Fazenda Agua Limpa (FAL) (Fig.1) cuja área é de 4062 ha, pertencente à Universidade de Brasília. Os dados de campo foram tomados numa área de Cerrado, onde está instalado o projeto de pesquisa "Efeitos da queima sobre a composição florística, produtividade e qualidade das forrageiras nativas do Cerrado" (CPAC-UnB, CNPq) (Figura 2). O tipo de solo é classificado como latossolo vermelho-amarelo, com profundidade mediana e boa drenagem, e moderado conteúdo argiloso.

A comunidade vegetal é um campo sujo, dominada no estrato herbáceo por gramíneas perenes e codominantes tais como *Echinolaena inflexa*, *Trachypogon filifolius*, *Schizachirium tenerum*, *Axonopus barbigerus*, *A. marginatus*, *A. aureus*, *A. chrysolepharis*, *Paspalum erianthum*, *P. pectinatum*, *P. gardenerianum*, *Panicum cyanescens*, *Mesosetum loliiforme*, *Aristida riparia*, *A. megapotamica*, e *Andropogon* spp (espécies identificadas pelo Dr. T. S. Filgueiras, a partir de material reprodutivo coletado).

O clima no Distrito Federal encontra-se sob um regime biestacional bem marcado. A estação chuvosa

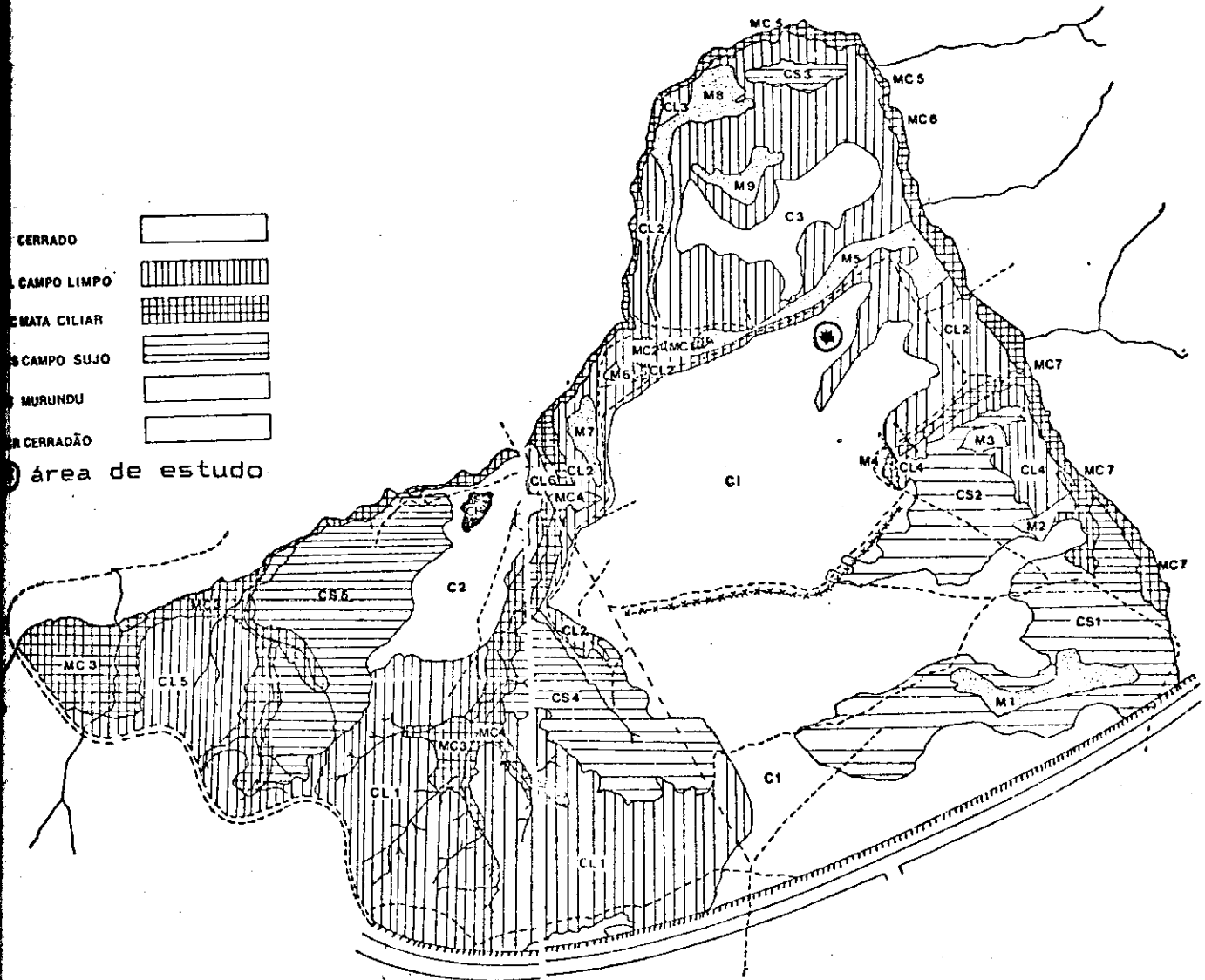


Figura 1. Localização da área de estudo na Fazenda Água Limpa-UnB (mapa preparado pela turma de mestrado em Ecologia da UnB, 1979).

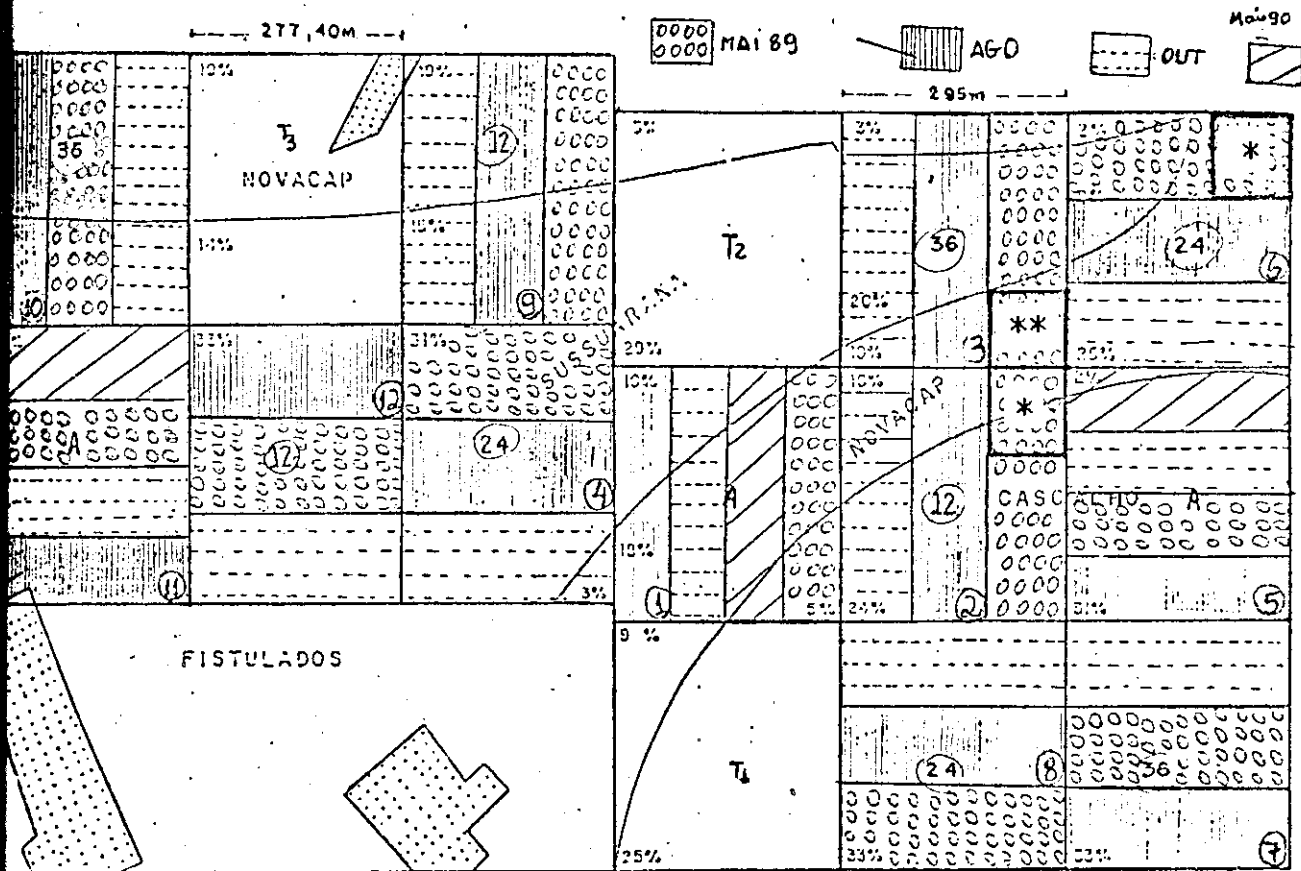


Figura 2. Mapa da área onde está implantado o projeto de pesquisa "Efeitos da queima sobre a composição florística, produtividade e qualidade das forrageiras nativas do Cerrado", que ocupa 148 ha da Fazenda Agua Limpa-UnB. Os números 12, 24 e 36 indicam a periodicidade de queima (anual, bianual ou trianual) em cada área de 8.70 ha. As faixas dentro de cada área indicam a estação de queima (maio, agosto ou outubro). As áreas denominadas T1, T2 e T3 são áreas controle (protegidas de fogo). No presente estudo, os piquetes apontados com (*) foram utilizados como área queimada, e o piquete apontado com (**), foi utilizado como área controle.

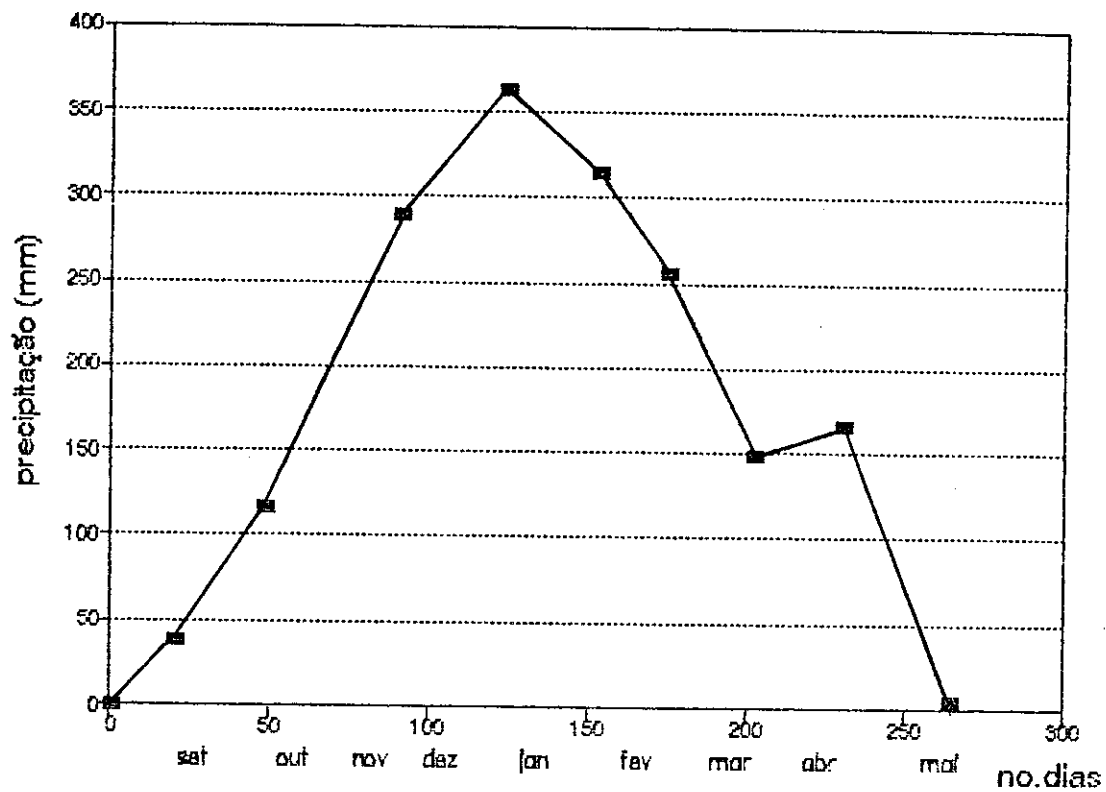


Figura 3. Curva de precipitação (mm) ao longo do período de estudo (dados coletados na Estação Meterológica da Fazenda Agua Limpa - UnB).

(outubro a abril) apresenta maior pluviosidade de dezembro a março, onde concentra-se mais de 80% da precipitação, enquanto a estação seca (maio a setembro) é rigorosa, com escassez de chuvas (CODEPLAN 1984) (Figura 3). O total anual de precipitação é aproximadamente 1600 mm. O crescimento das gramíneas nativas dos Cerrados concentra-se no período das chuvas, quando a temperatura e umidade do solo são favoráveis (EMBRAPA-CPAC 1976), apresentando uma produção de forragem estacional, seguindo a curva de precipitação (Kornelius *et al.* 1982). A temperatura média anual da região varia entre 22 e 24°C, sendo que a máxima no verão ultrapassa a 25°C e a mínima no inverno atinge menos de 18°C (Morais 1990).

Além da marcada estacionalidade hídrica, o Cerrado é submetido a queimadas periódicas. Esta queima comumente ocorre uma vez ao ano, entre maio e setembro. As áreas de campo sujo no Cerrado geralmente são utilizadas para criação extensiva de gado.

3.2. DESCRIÇÃO BOTÂNICA DAS ESPÉCIES ESTUDADAS

O Cerrado do Estado de Goiás e do Distrito Federal tem sua composição forrageira integrada em grande parte por espécies do gênero *Trachypogon* e *Echinolaena inflexa* (capim-flexinha), que coexistem em áreas

de cerrado *sensu strictu*, campo sujo e campo limpo (Filgueiras 1991).

3.2.1. *ECHINOLAENA* Desv.

Gênero da tribo Paniceae R. Br., subfamília Pooideae, família Gramineae (Tzvelev 1989).

3.2.1.1. DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA:

Um pequeno gênero, com espécies distribuídas na América Central, estendendo-se até o Brasil (Coradin 1978). Duas espécies no Distrito Federal (Filgueiras 1991).

3.2.1.2. DESCRIÇÃO BOTÂNICA:

Gramíneas perenes, com base do colmo estolonífero ou decumbente; colmo delgado, linear, ramificado, sólido; bainha arredondada ou levemente achatada na porção superior, aberta; lígula pilosa; lâmina larga, lanceolada ou linear, firme, levemente pubescente na face superior, glabra na face inferior, as margens branco-cartilaginosa, mais ou menos papilo-ciliada em direção à base; inflorescência delgada, de racemos curtos, unilaterais, solitários ou vários sobre um eixo, terminal ou axilar; espiguetas lanceoladas, hispido-tuberculado ou piloso, lateralmente comprimidas, arranjado em duas linhas sobre o raque; uma espiguetas séssil e uma curto-pedicelada e fértil, a espiguetas séssil geralmente é abortiva, raramente

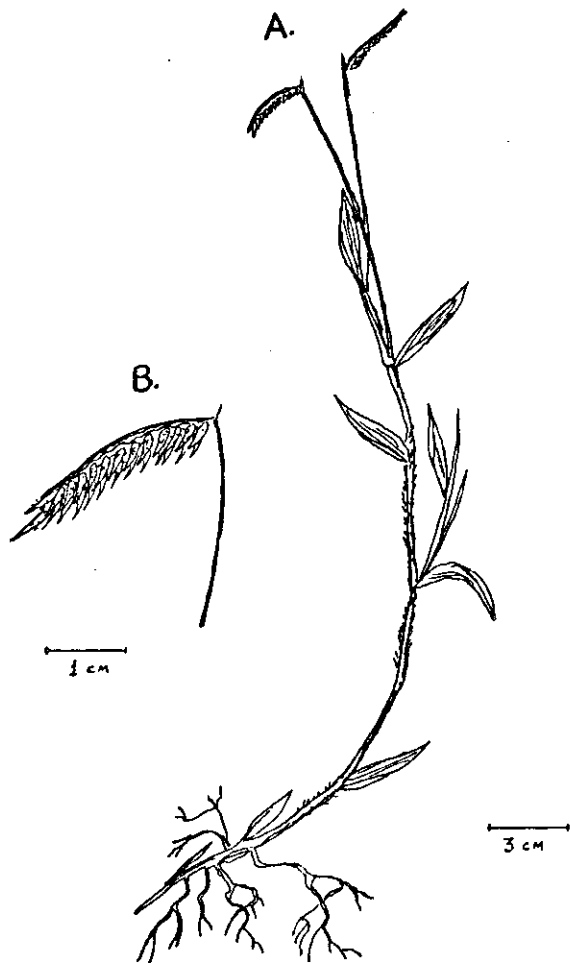


Figura 4. *Echinolaena inflexa*. Desenho esquemático de um perfilho (A) e uma inflorescência (B).

desenvolve-se; as espiguetas férteis lateralmente comprimidas; glumas firmes, largas, acuminadas, a gluma inferior é igual ou maior que a gluma superior; lemna, acuminada, larga, agarrada à pálea; pálea dura, planoconvexa, elíptica; 2 lodículos; 3 estâmeros; flósculo inferior macho ou estéril; flósculo superior hermafrodita (Coradin 1978; Renvoize 1984).

Echinolaena inflexa (Poir.) Chase

(Figura 4)

Glabra ou hispida, ereta, não entouceirada, estolonífera ou rizomatosa, anual ou perene; colmos de 20-50 (-100) cm de comprimento, ereto, ascendente de uma base decumbente ou estolonífera. Lâmina foliar lanceolada, raramente linear, 4-9 cm x (2-)5-10 mm, achatada, dobrada ou enrolada, obtusa, acuta ou acuminada, pungente. Inflorescência terminal, com um racemo recurvado, solitário de 1-5 cm de comprimento, sustentado por uma pequena bráctea. Espiguetas de 5.5-8.5 mm de comprimento, hispido-tuberculado. Gluma inferior coriácea com margens membranosas, 7-9 nervuras, acuminada. Gluma superior mais curta que a gluma inferior, 7 nervuras, acuminada. Lemna inferior levemente coriácea, com 5 nervuras, acuta, sua pálea bem desenvolvida mas estéril. Lema e pálea superiores coriáceas, pálidas, e compridas (Renvoize 1984).

3.2.2. *TRACHYPOGON* Nees, Agrost.

Gênero da tribo Andropogoneae Dum.,
subfamília Pooideae, família Gramineae (Tzvelev 1989).

3.2.2.1. DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA:

Um gênero de 15 espécies, nas regiões
tropical-subtropical da África e das Américas.

3.2.2.2. DESCRIÇÃO BOTÂNICA:

Plantas perenes; colmos cespitosos,
gramíneas moderadamente altas; bainha glabra ou algumas
vezes pubescente, arredondada ou levemente achatada, aberta;
ligula membranosa; lâminas longas, estreitas e lineares;
inflorescência composta de uma ponta isolada, racemos
digitadamente como espiga; espiguetas nos racemos terminais,
(estes, simples ou agrupados), em pares, ao longo de um
raque delgado e contínuo, uma sub-séssil, estaminada, sem
arista, a outra pedicelada, perfeita, com arista longa; o
pedicelo da espiguetas perfeita obliquamente desarticulado
perto da base, formando um calo macio abaixo da espiguetas;
a primeira gluma firme-membranácea, arredondada no dorso,
várias nervuras, obtusa; a segunda gluma é firme, levemente
nervada; lemna fértil estreita, com lados hialinos, arista
frequentemente plumosa; pálea do flósculo fértil obsoleto ou
ausente; 2 lodículos; 3 estâmeros; $x=10$; espiguetas séssil



Figura 5. *Trachypogon filifolius*. Desenho esquemático de uma touceira (A), um perfilho (B) e uma inflorescência (C).

persistente, tão grande quanto a espiguetta fértil e semelhante mas sem arista. (Hitchcock 1936, Coradin 1978).

Trachypogon filifolius (Hach.) Hitchc.

(Figura 5)

T. polymorphus var. *filifolius* Hack.

Delgado, alongado, entouceirado, 1 a 1.3 m de altura; lígula de 2 a 4 mm de comprimento; lâmina ereta, involuta, delgada, alongada, lisa; racemos solitários, 8 a 12 cm de comprimento, a maioria muito delgados; arista geralmente não mais do que 5 cm de comprimento, esparsamente pilosa (Hitchcock, 1936).

3.3. APLICAÇÃO DOS TRATAMENTOS

Este estudo consistiu em comparar o crescimento, produção de biomassa aérea total e por componentes, produção de sementes e densidade, de indivíduos de duas espécies de gramíneas codominantes da pastagem nativa do Cerrado, *Echinolaena inflexa* (Poir.) Chase e *Trachypogon filifolius* (Hach.) Hitchc., sob efeito e ausência do fogo.

Plantas são organismos modulares, cujos módulos acrescentam-se verticalmente, através de ramos ou estendem horizontalmente (planta clonal) através de estruturas, como rizomas ou estolões. Crescimento clonal ou vegetativo pode ser definido como a extensão horizontal de

uma planta pela adição de "ramets" que desenvolvem suas próprias raízes. O crescimento clonal pode produzir arranjos lineares, em pontos ou touceiras (Silvertown 1987). Em *T. filifolius* o crescimento clonal ocorre através de rizomas, formando touceiras. Desta forma, várias touceiras podem fazer parte de um mesmo "genet", e cada perfilho da touceira pode ser considerado um "ramet" (Harper 1977). *Echinolaena inflexa* também se reproduz vegetativamente através do crescimento de rizomas, mas não forma touceiras, e vários perfilhos ("ramets"), que partem das gemas localizadas nos rizomas, podem fazer parte de um único "genet". Portanto, a produção de "ramets" e "genets" pode ser examinado como dois processos integrados, a medida que, o crescimento clonal aumentando a sobrevivência de um "genet" e melhorando o seu "fitness", para uma futura reprodução sexual (Harper 1977, Bell 1980). A partir destes conceitos, e dada a dificuldade em se definir o que é um indivíduo nestas plantas, na maior parte das espécies de gramíneas perenes, optamos por considerar cada perfilho como um "indivíduo".

Uma área de 1,8 ha de pastagem nativa submetida à queima anual no início da seca (maio), há dois anos, foi queimada na segunda quinzena de julho de 1991. Antes da queima, touceiras ou grupos de indivíduos das duas espécies estudadas foram localizados e marcados, e no início da rebrota, estas touceiras ou grupos de indivíduos foram recuperados, e tiveram alguns perfilhos marcados. A marcação

dos perfilhos foi feita na base de cada perfilho, com fio cobre de 1 mm de espessura, encapado com plástico colorido. Uma estaca de arame galvanizado de 1,2 metros, com uma placa de alumínio numerada, identificava cada touceira ou grupo de indivíduos, que contivesse um perfilho marcado. Nesta área sob efeito do fogo (referida como área A), foram marcados, 150 perfilhos de cada espécie.

Em outra área de 0,9 ha, justaposta à primeira, queimada em maio de 1989 e depois protegida, foi instalado o tratamento sem queima. Nesta área (referida como área B), foram marcados da mesma maneira, 54 perfilhos de cada espécie. A diferença entre o número de perfilhos marcados nas áreas A e B, se deve ao fato, de que não era esperado na área B, alterações importantes no desenvolvimento dos perfilhos ao longo do período de estudo. Nas duas áreas (A e B), foram acompanhados, a partir do período da queima, o crescimento, a mortalidade e a produção de inflorescências dos perfilhos marcados, e por conseguinte, a produção de sementes de cada perfilho marcado.

3.3.1. DINAMICA DE DESENVOLVIMENTO

Por ser difícil determinar a idade de espécies perenes, que se reproduzem tanto por propagação vegetativa quanto por germinação de sementes, Werner (1975) sugeriu que o tamanho seria um critério mais útil para determinar a sobrevivência, morte ou reprodução dos indivíduos.

Depois de marcar os perfilhos, procedeu-se ao acompanhamento da dinâmica de desenvolvimento de cada indivíduo. O crescimento foi determinado pela medida do comprimento da parte aérea do perfilho, desde a base (rente ao chão), até o ápice da folha mais longa.

Nos primeiros dois meses do experimento (setembro e outubro), em que houve maior crescimento das plantas, foi medido o comprimento de cada perfilho a cada semana. Nos quatro meses seguintes (novembro a fevereiro), essas medidas foram feitas quinzenalmente, e a partir daí, quando a maioria das plantas atingiram um platô de crescimento, as medidas foram feitas a cada mês, até o final do trabalho.

3.3.2. PRODUÇÃO DE SEMENTES

A partir de janeiro, todo perfilho marcado de *E. inflexa* que floresceu, teve sua espiguetta (madura) retirada e levada para laboratório onde foram pesadas individualmente, em balança analítica, e determinado o número de sementes (cariópses) por espiguetta. O mesmo procedimento foi utilizado para *T. filifolius*, a partir de abril.

3.3.3. BIOMASSA AÉREA

O aumento relativo da biomassa aérea das duas espécies também foi comparado durante todo o período de estudo, utilizando perfilhos que não estavam marcados.

A cada vez em que eram realizadas as medidas de comprimento dos perfilhos marcados, dez indivíduos não marcados de cada espécie, escolhidos aleatoriamente em cada área de estudo (A e B) eram cortados rente ao chão, colocados em sacos de papel e levados para laboratório. Cada perfilho era dividido em quatro componentes: caule, bainha, limbo foliar e inflorescência (quando presentes), secados em estufa a 70°C e pesados em balança analítica, para determinação da biomassa aérea total, e por componentes, de cada espécie.

3.3.4. DENSIDADE

Para verificar se o número de perfilhos por área variou com o tempo, foram colocados tanto na área queimada, quanto na área sem queima, dez quadrados fixos de 625 cm² feitos de arame galvanizado, dispostos aleatoriamente. O número de perfilhos das duas espécies em questão, foi contado após o primeiro mês de rebrota (em outubro), em janeiro e no final da coleta de dados (maio).

3.3.5. DESCRIÇÃO DA ANÁLISE ESTATÍSTICA

Na análise estatística dos dados foi utilizado o programa estatístico SAS (Statistical Analysis System) versão 6.04 (SAS/ETS 1984). Foram aplicados as seguintes técnicas:

Regressão Aparentemente Não-relacionada

- para comparar as curvas de crescimento em altura,

Tabelas de Contingência - para comparar

as taxa de mortalidade entre espécies e tratamentos,

Teste Log-rank para Tabelas de

Sobrevivência - para comparar as taxas de mortalidade entre períodos,

Modelos Lineares Gerais - para comparar

as curvas de biomassa aérea total,

Análise de Variância para Amostras

Repetidas - para os cálculos de variação na densidade,

Teste t de Student (Sokal & Rolf 1981) -

para comparar as médias de altura entre indivíduos floridos e não floridos,

Prova de Kolmogorov-Smirnov para Duas

Amostras (Siegel 1977) - para comparar o número de perfilhos que floresceram em cada tratamento.

Os gráficos apresentados foram feitos na planilha QPRO versão 3.1.

4. RESULTADOS

4.1. ALTURA DE PERFILHOS

Para conhecer a dinâmica de crescimento dos indivíduos numa população, acompanhamos a variação na altura dos perfilhos marcados de *Echinolaena inflexa* e *Trachypogon filifolius*, ao longo de nove meses, em áreas com e sem queima. As médias de altura para as duas espécies, na área queimada e na área protegida, aparecem na Figura 6.

Como a queima se deu aproximadamente cem dias após a última chuva na área, o fogo atuou consumindo toda a parte aérea do estrato herbáceo, que se encontrava seco. Na área queimada, o aparecimento de perfilhos das espécies estudadas parece vir na sua grande parte da rebrota. Como os perfilhos do estudo estavam em touceiras ou grupos de perfilhos já marcados antes da queima, o crescimento da população de ambas as espécies ocorreu, provavelmente, a partir de gemas localizadas nos rizomas.

A rebrota de *T. filifolius* e *E. inflexa* na área queimada, ocorreu em torno de 30 e 40 dias, respectivamente, após a queima. Ambas as espécies nesta área, apresentaram padrões de crescimento semelhantes, isto é, taxas de crescimento rápido e relativamente constante, a partir da rebrota em setembro, até o início do período reprodutivo (Figura 6A e B), porém mais altas em

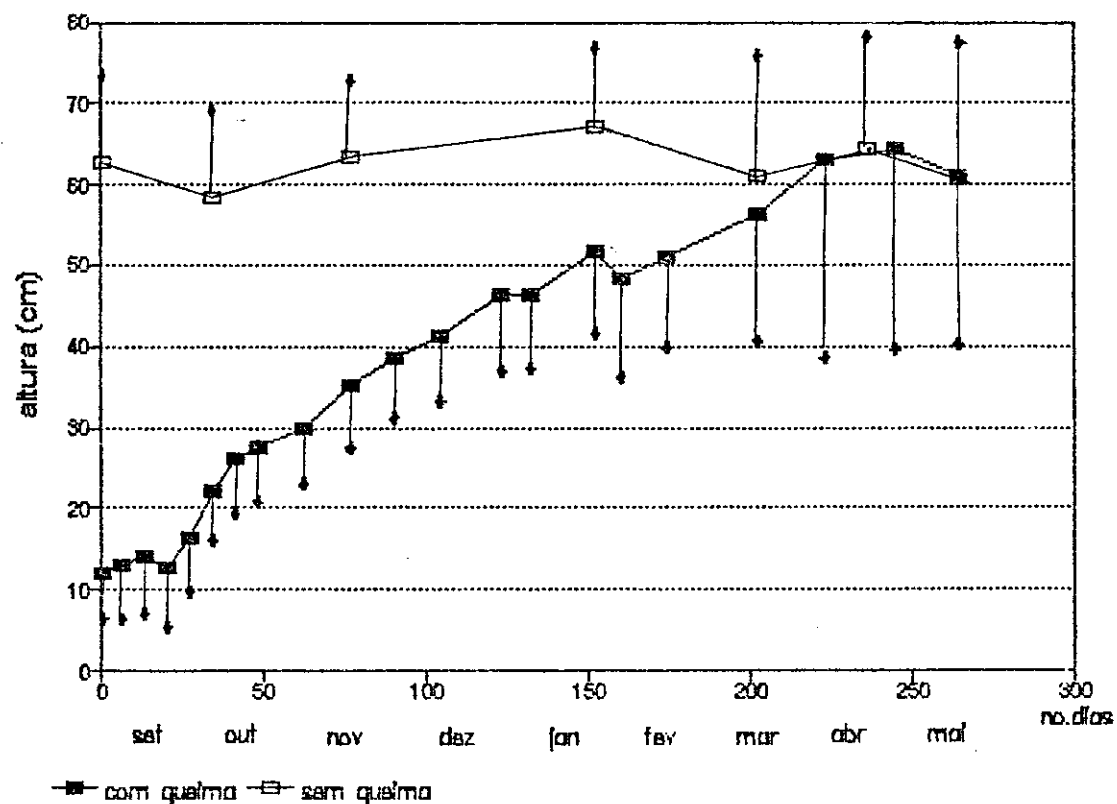
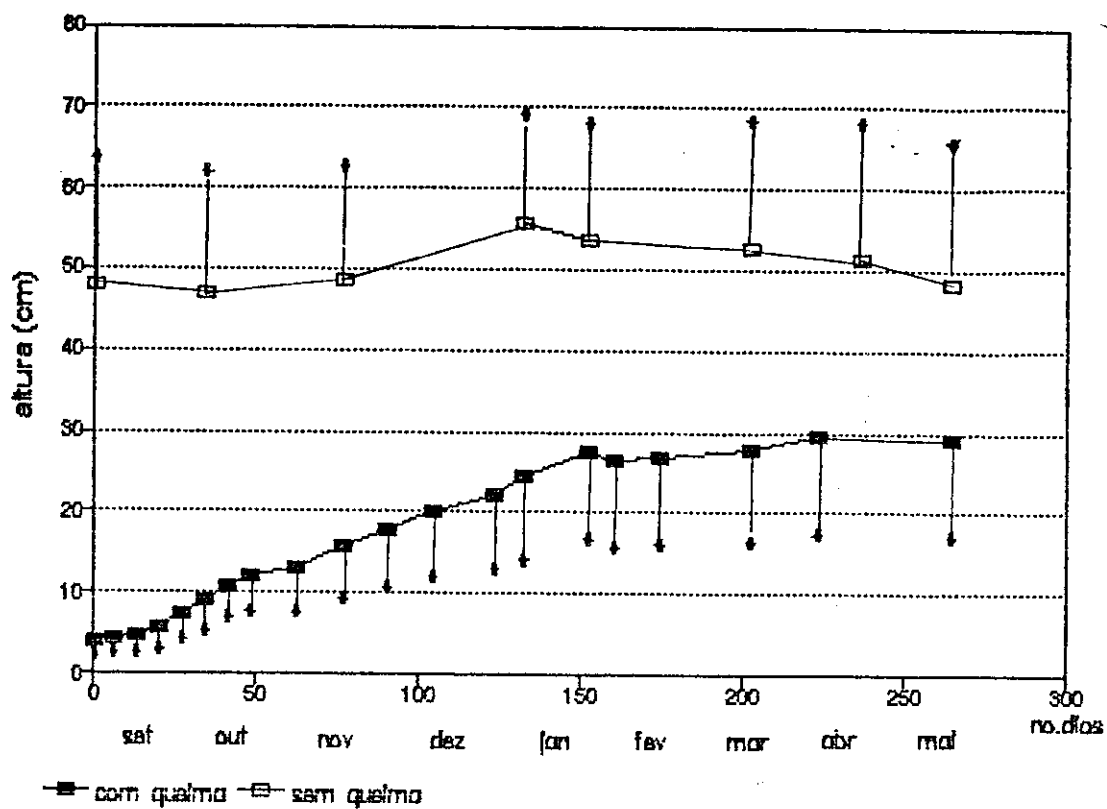


Figura 6. Dinâmica de alturas de *Echinolaena inflexa* (A) e *Trachypogon filifolius* (B) nas áreas com e sem queima (de setembro/91 a maio/92). As barras verticais indicam o desvio padrão.

Tabela 1. Resultados da Análise de Regressão Aparentemente Não-relacionada, utilizada para comparar as curvas de crescimento em altura de Echinolaena inflexa e Trachypogon filifolius com e sem queima.

- A - intersecção das retas
 B - inclinação das retas
 1. E. inflexa com queima
 2. T. filifolius com queima
 3. E. inflexa sem queima
 4. T. filifolius sem queima

parâmetro	estimativa	desvio padrão	estatística T	P> T	aprox.
A1	6.115	0.574	10.65		0.0001
A2	13.572	0.708	19.15		0.0001
A3	50.450	1.087	46.39		0.0001
A4	62.728	1.011	62.04		0.0001
B1	0.111	0.005	23.42		0.0001
B2	0.211	0.007	28.01		0.0001
B3	0.017	0.008	1.95		0.0524
B4	0.001	0.007	0.15		0.8831

Tabela 2. Comparação entre as alturas médias de indivíduos floridos e não floridos de Echinolaena inflexa e Trachypogon filifolius em área queimada, utilizando o Teste t de Student. (por apresentarem valores de desvios padrão muito elevados, os valores de altura de T. filifolius foram transformados em raiz quadrada para normalizar a variância.

	<u>Echinolaena inflexa</u>		<u>Trachypogon filifolius</u>			
			dados originais		dados transformados	
	FLOR.	N.FLOR.	FLOR.	N.FLOR.	FLOR.	N.FLOR.
numero indiv.	59	91	54	96	54	96
media	31.39	22.17	93.4	54.16	9.56	7.33
desvio padrao	11.01	6.63	26.83	11.64	1.4	0.8
no. maximo	63	42	152	96	12.33	9.79
no. minimo	11	9.5	48	23	6.93	4.79
valor de t		0.74		0.67		11.78
GL		148		148		148

T. filifolius. Nesta espécie, a altura média dos perfilhos aumentou de 12.0 cm na primeira semana de setembro para mais de 60.0 cm em abril e maio, quando alcançaram altura máxima, sendo que os indivíduos que produziram inflorescências atingiram 93.4 cm de altura, em média, com um mínimo de 48.0 cm e um máximo de 152.0 cm. Em *T. filifolius*, os perfilhos que floresceram geralmente têm o colmo quebrado após a dispersão das sementes, devido ao peso da espiguetta, resultando numa redução na altura das plantas.

A altura média dos indivíduos de *E. inflexa* na área queimada, no final de maio, encontra-se inferior à altura média dos indivíduos na área protegida (Figura 6A e B). Isto deve-se ao fato, de que 87.0% dos perfilhos da área protegida atingiram o estágio reprodutivo, enquanto que na área queimada, essa percentagem foi menor (41.3%). Da mesma forma, em *T. filifolius*, a altura média dos indivíduos na área queimada é menor do que na área sem queima, apesar da quase ausência de floração na população não queimada (Figura 6A e B). Entretanto, deve ser lembrado, que na área sem queima, estão acumuladas as biomassas de três estações de crescimento (maio/89-maio/92). Comparando as curvas de crescimento em altura de ambas as espécies, foi verificada diferença significativa entre *E. inflexa* e *T. filifolius*, no tratamento com queima ($t=-11.26$) (Tabela 1).

Após o período reprodutivo, o crescimento pára e continua em seguida, mas a taxas muito reduzidas. O período de maior altura, é aquele em que

acontece a reprodução. Nesta fase, em que a alocação de energia nas estruturas reprodutivas é maior (Figuras 10-12), as taxas de crescimento diminuem. Perfilhos que floresceram na área queimada, não apresentaram diferença significativa quanto à altura, em relação aos perfilhos que não floresceram, para *E. inflexa* ($t=0.74$, $p>0.05$). Para *T. filifolius*, ao contrário, uma diferença significativa foi encontrada ($t=11.78$, $p>0.05$) (Figura 7 e Tabela 2).

O crescimento de *E. inflexa* na área sem queima ocorreu, na maioria dos perfilhos marcados a partir das ramificações laterais. Os indivíduos continuaram o crescimento após as chuvas de setembro, a partir de axilas foliares que se formaram nos colmos alongados durante a estação de crescimento anterior. Além disso, na maioria das vezes a região apical do perfilho morre durante a seca prolongada, o que leva a uma redução na altura da planta.

Na ausência de fogo, houve pequeno aumento no comprimento médio dos perfilhos nas duas espécies (Figura 6A e B). O período de maior crescimento foi nos meses de dezembro e janeiro para *E. inflexa*, coincidindo com o período de maior precipitação, decrescendo aos valores iniciais logo após o período reprodutivo. Para *T. filifolius*, no entanto, os comprimentos médios praticamente não oscilaram ao longo do período de estudo. Comparando as curvas de crescimento em altura para ambas as espécies nesta área, não foi diferença significativa entre *Echinolaena inflexa* e *Trachypogon filifolius* ($t=1.37$) (Tabela 1).

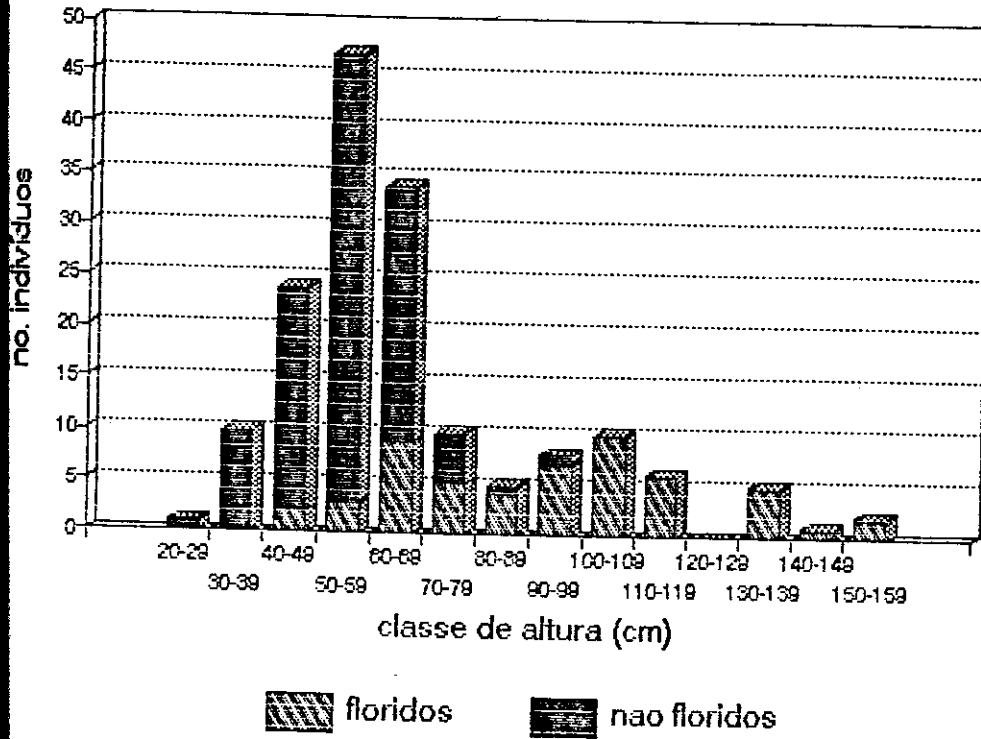
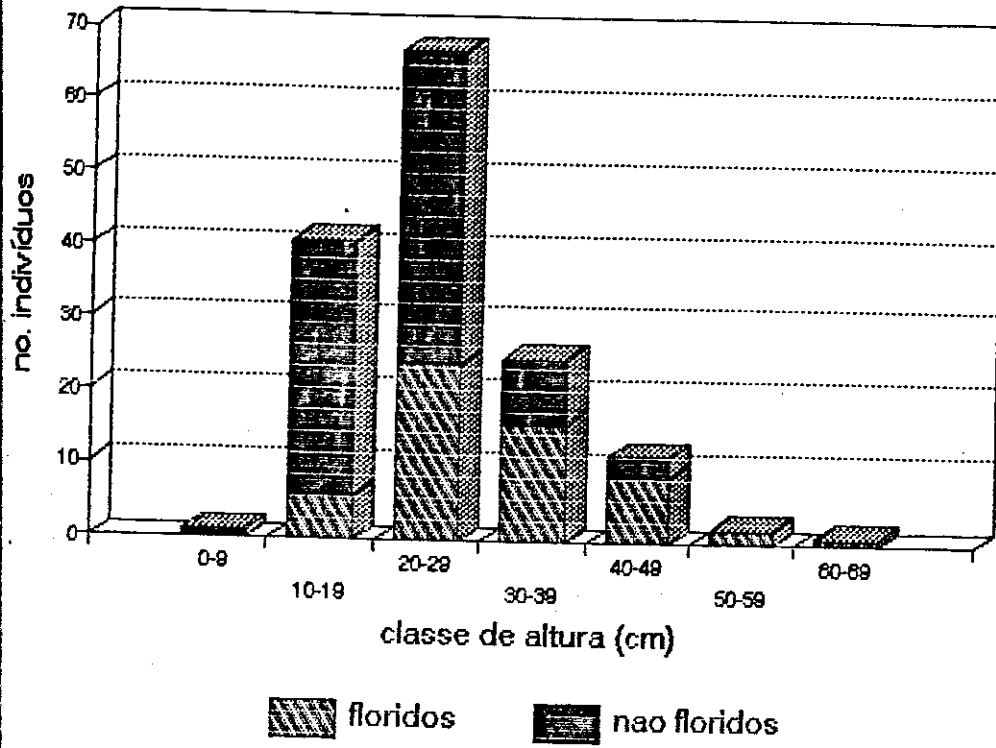


Figura 7. Distribuição de frequência em classes de altura de indivíduos floridos e indivíduos não floridos de *Echinolaena inflexa* (A) e *Trachypogon filifolius* (B), na área queimada.

4.2. SOBREVIVÊNCIA DE PERFILHOS

Para eliminar confusões que se pode criar em função da diferença no número de perfilhos entre os tratamentos, os dados estão expressos em percentagem.

As taxas de mortalidade dos perfilhos de *E. inflexa* e *T. filifolius* apresentam um comportamento semelhante (Figuras 8 e 9). No início do trabalho, as taxas de mortalidade em *E. inflexa* nos dois tratamentos e de *T. filifolius* no tratamento sem queima, foram baixas, enquanto que de *T. filifolius* com queima foi mais alta, alcançando quase 11% em fevereiro. A partir deste mês, aumentou a taxa de mortalidade de *E. inflexa* com e sem queima e de *T. filifolius* sem queima, alcançando em maio, um máximo de 10.7; 7.4 e 9.2% de mortalidade, respectivamente. Em *T. filifolius* com queima, esse aumento atingiu 16.0% em maio.

Apesar da quantidade de indivíduos vivos ser consideravelmente maior na área sem queimar, os resultados obtidos pela tabela de contingência (Tabela 3) não evidenciam diferença significativa na taxa de mortalidade entre *E. inflexa* com e sem queima ($p \leq 0.49$), entre *T. filifolius* com e sem queima ($p \leq 0.22$), entre *E. inflexa* e *T. filifolius* com queima ($p \leq 0.12$), entre *E. inflexa* e *T. filifolius* sem queima ($p \leq 0.50$), assim como entre os períodos de coleta para as duas espécies e os dois tratamentos ($p \leq 0.05$).

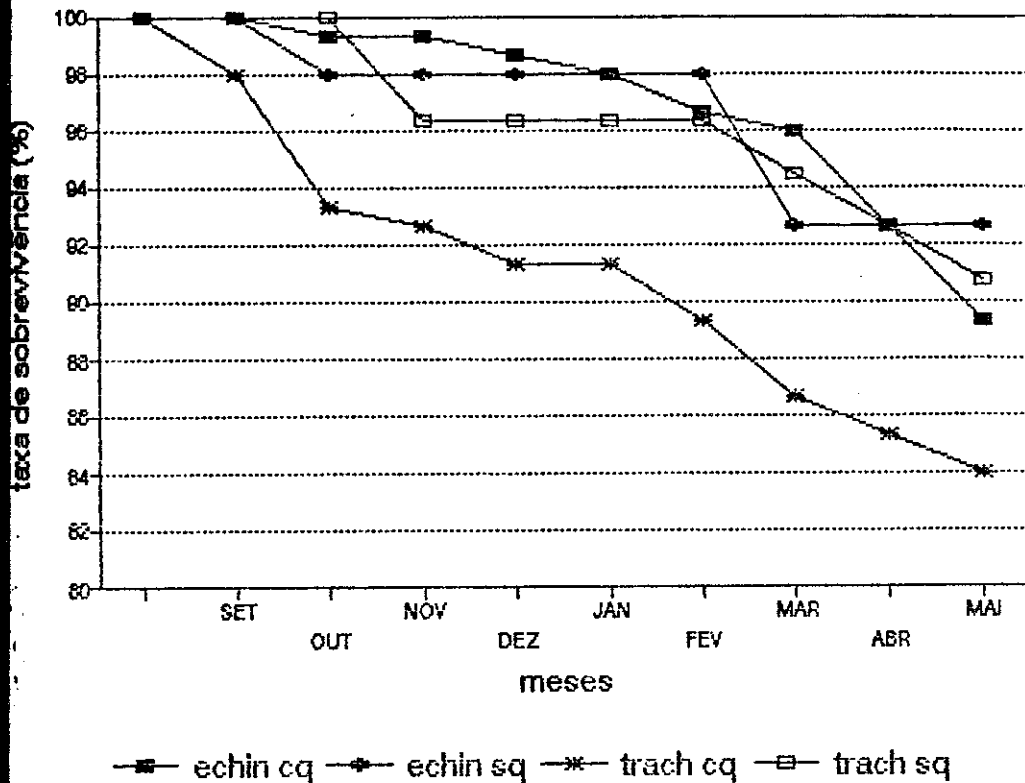


Figura 8. Sobrevivência de perfilhos de *Echinolaena inflexa* e *Trachypogon filifolius* nas áreas queimada e protegida (de setembro/91 a maio/92).

Tabela 3. Resultados das Tabelas de Contingência utilizadas para comparar as taxas de mortalidade entre espécies e entre tratamentos.

ESPÉCIE x TRATAMENTO	TESTE	GL	VALOR	PROB.
Echin.cq x Echin.sq	Qui-quadrado	1	0.477	0.49
Trach.cq x Trach.sq	Qui-quadrado	1	1.479	0.224
Echin.cq x Trach.cq	Teste exato de Fisher(Esq.)	1	1.84	0.175
Echin.sq x Trach.sq	Teste exato de Fisher(Esq.)	1	0.12	0.5

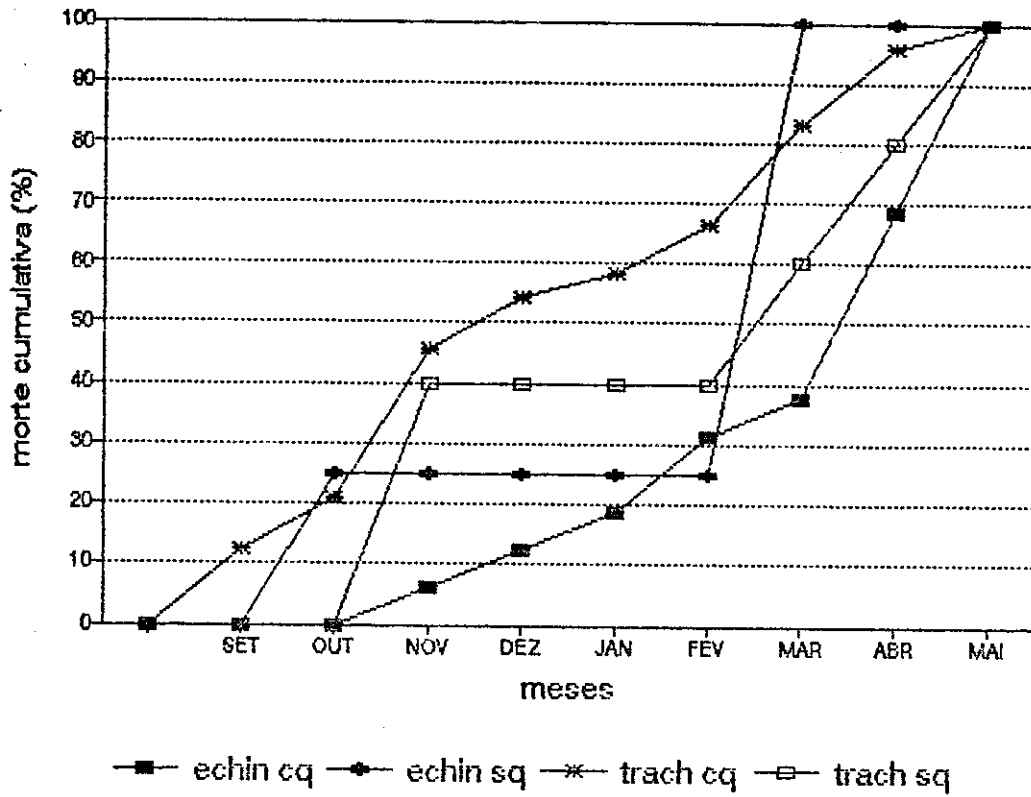


Figura 9. Mortalidade cumulativa (%) de *Echinolaena inflexa* e *Trachypogon filifolius* nas áreas queimada e protegida (de setembro/91 a maio/92).

4.3. FLORAÇÃO E PRODUÇÃO DE SEMENTES

A floração ocorreu num mesmo período (dezembro a março) para os perfilhos de *E. inflexa* para os dois tratamentos, e de março a maio para os indivíduos de *T. filifolius* em área queimada (Figuras 10 a 12).

Os períodos de manifestação morfológica da indução do florescimento, alongamento do colmo e "emborrachamento", de acordo com Zadoks *et al.* (1974), nas espécies em questão, não puderam ser identificados separadamente neste trabalho, já que a observação não foi diária. De uma maneira geral, a indução e conseqüentemente, alongamento do colmo e emborrachamento, tiveram início na primeira quinzena de dezembro para *E. inflexa* e na segunda quinzena de março para *T. filifolius*. O alongamento do colmo em *E. inflexa* é pouco notório, já que a média de altura dos perfilhos que floresceram é de 31.4 cm e dos que não floresceram é de 22.2 cm. Já em *T. filifolius*, o colmo dobra em tamanho num espaço de 15-20 dias que antecedem a emergência da inflorescência, atingindo 93.4 cm de altura em média, contra 54.2 cm nos perfilhos que não floresceram. Em *T. filifolius*, houve casos de perfilhos que foram induzidos a florescer, mas as inflorescências não emergiram, tendo sido, provavelmente, abortadas.

As etapas de emergência da inflorescência, antese, maturação do espiguetta e produção de sementes (cariópses), ocorreram em *E. inflexa*, a partir da última semana de dezembro, com um pico na segunda quinzena

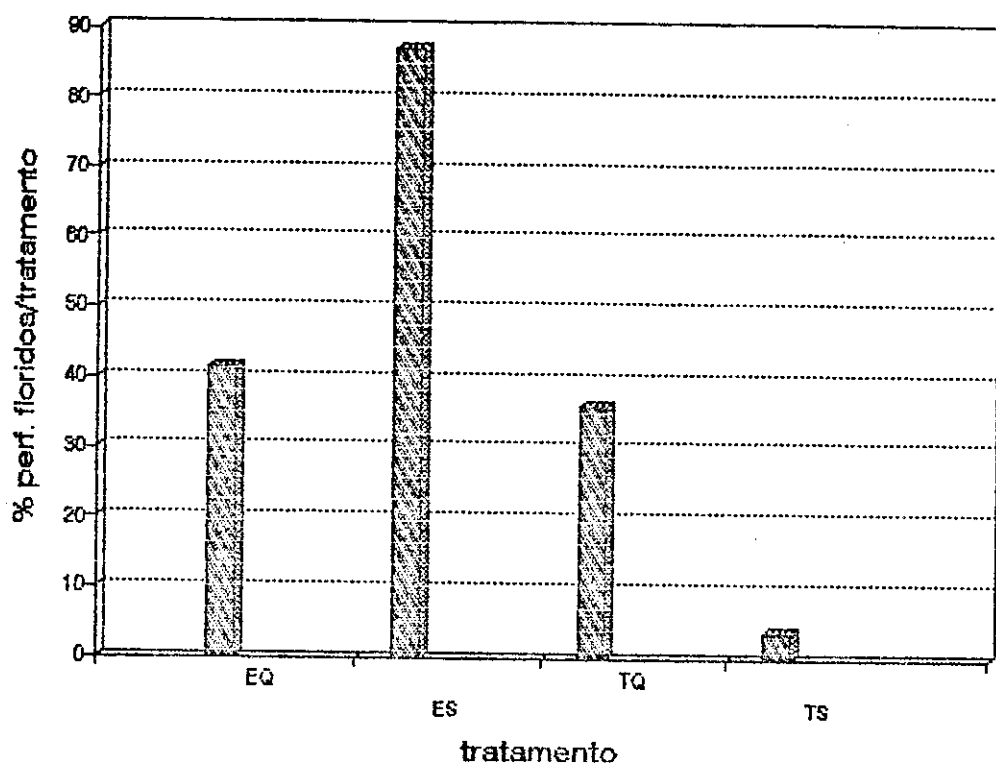


Figura 10. Percentual de perfilhos de *Echinolaena inflexa* e *Trachypogon filifolius* que floresceram nas áreas queimada e protegida (de setembro/91 a maio/92).

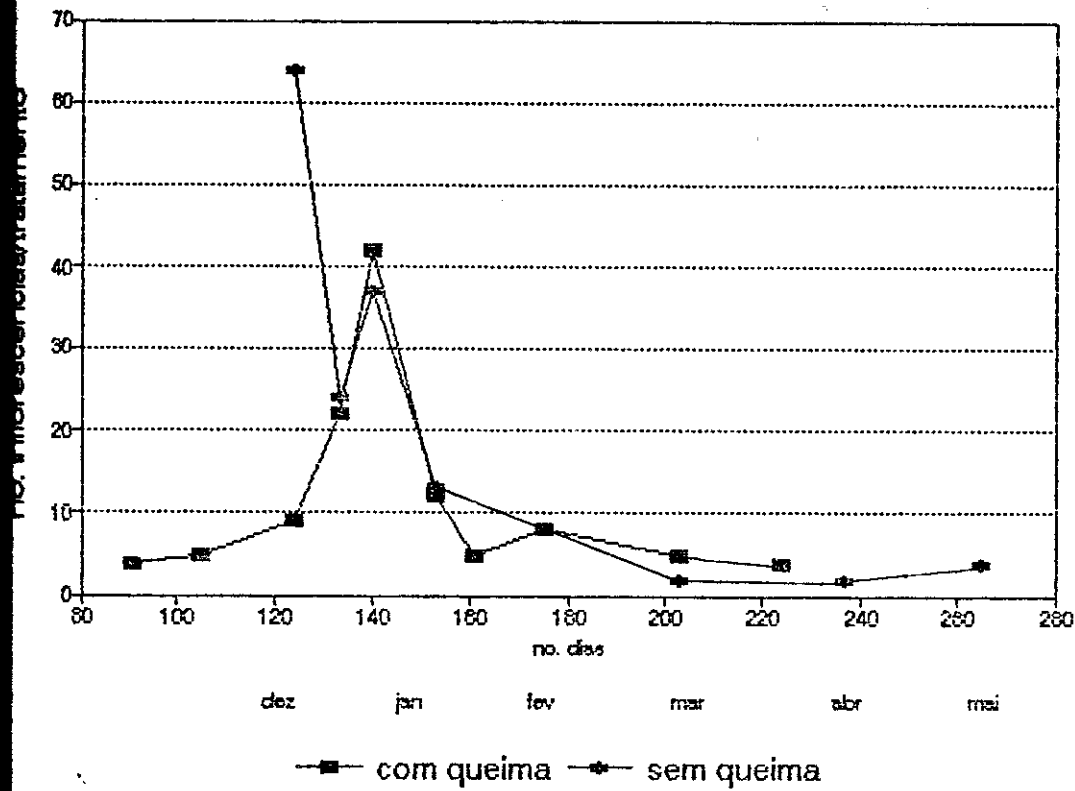


Figura 11. Número de inflorescências de *Echinolaena inflexa* produzidas nas áreas queimada e protegida (de setembro/91 a maio/92).

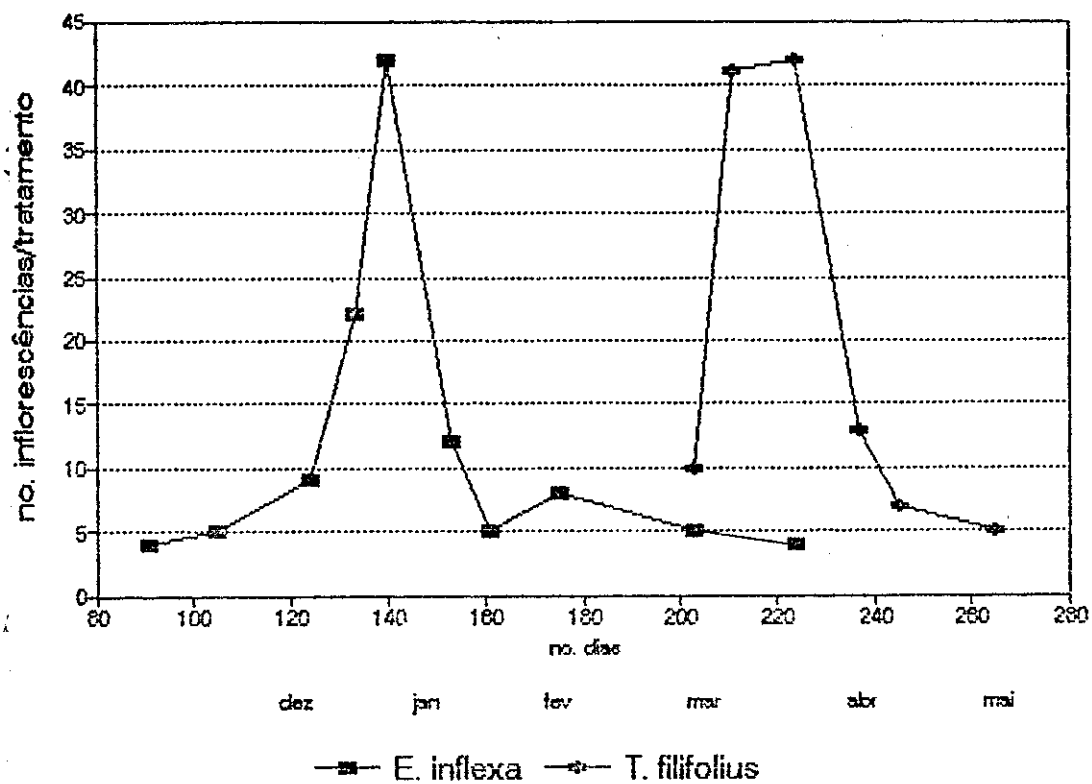


Figura 12. Número de inflorescências de *Echinolaena inflexa* e *Trachypogon filifolius* produzidas na área com queima (de setembro/91 a maio/92).

de janeiro; enquanto que em *T. filifolius*, estas etapas se deram durante o mês de abril.

Os perfilhos de *E. inflexa* floresceram nas duas áreas no mesmo período, porém em maior quantidade na área protegida (87.0%) contra 41.3% na área queimada (Figura 9), o que é uma diferença significativa ($D=22.60$, $p>0.23$). Na área protegida, foram registradas 146 inflorescências nos 54 perfilhos marcados ($\bar{X}= 2,7$ inflorescências/indivíduo). Na área queimada, os 150 perfilhos marcados produziram um total de 116 inflorescências ($\bar{X}=0,8$ inflorescências/indivíduo). *Trachypogon filifolius* apresentou 36% de floração nos 150 perfilhos da área queimada, com 118 inflorescências nos indivíduos marcados, enquanto somente 3,7% dos perfilhos floresceram na área protegida, apresentando, portanto, uma diferença significativa ($D=78.63$, $p>0.23$) (Figura 10). Em área queimada *E. inflexa* e *T. filifolius* apresentaram percentuais de floração muito próximos, apesar de que, em períodos diferentes (Figura 12).

As espiguetas de *E. inflexa* contêm um mínimo de 6 e um máximo 21 sementes ($\bar{X}= 11.8$, $s=3.5$), e pesam em torno de 0.01 e 0.05 mg ($\bar{X}= 0.03$ g, $s=0.01$). Já as espiguetas de *T. filifolius*, são bem maiores, com um mínimo de 23 e um máximo de 135 sementes ($\bar{X}= 63$, $s=21.9$), e os pesos oscilam entre 0.07 a 0.27 mg ($\bar{X}= 0.14$ g, $s=0.05$). Deste total de sementes, somente cerca de 50.0% possuíam cariópses, as outras encontravam-se murchas, tendo

provavelmente, deixado cair suas cariópses antes da coleta das espiguetas.

Para testar a viabilidade das sementes maduras, produzidas por *E. inflexa* e *T. filifolius*, colocamos algumas cariópses de ambas as espécies (coletadas nos perfilhos da área queimada) para germinar, uma semana após a coleta, em estufa incubadora a 70°C; contudo, a taxa de germinação foi igual a zero.

4.4. BIOMASSA AÉREA

4.4.1. BIOMASSA AÉREA TOTAL

Quanto aos resultados da estimativa de peso seco (em gramas) da biomassa aérea de indivíduos de *E. inflexa* e *T. filifolius*, sob o efeito e ausência do fogo, as duas espécies exibiram padrões de incremento semelhante no primeiro mês de crescimento, em área queimada, e a partir daí, as curvas se diferenciam (Figura 13A e B). *Echinolaena inflexa*, teve um acréscimo de biomassa de setembro a janeiro, decrescendo logo em seguida, e em *T. filifolius*, esses acréscimos foram parecidos e se estenderam de setembro a novembro, estacionando nos dois meses seguintes, continuando em fevereiro e março, e decrescendo a partir de abril. Em *T. filifolius* com queima, é possível ajustar uma reta, enquanto que em *E. inflexa*, a reta não é a melhor função, necessitando, portanto, de mais observações para ajustar uma curva. Comparando-se as médias de biomassa aérea

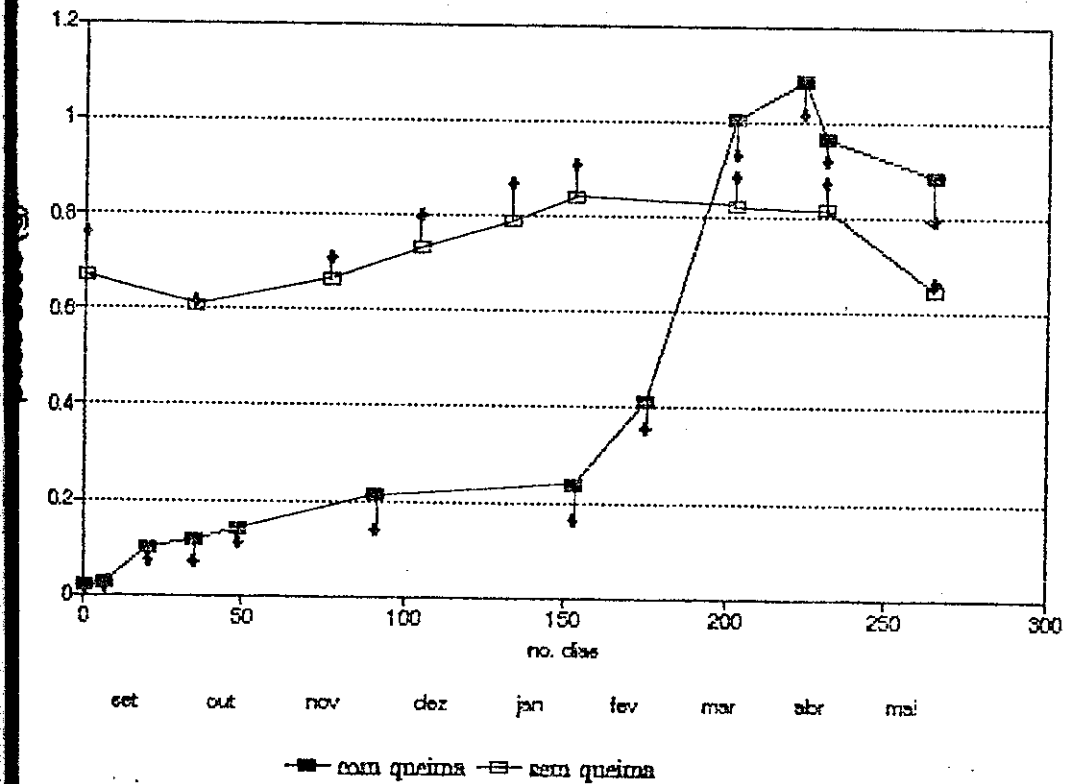
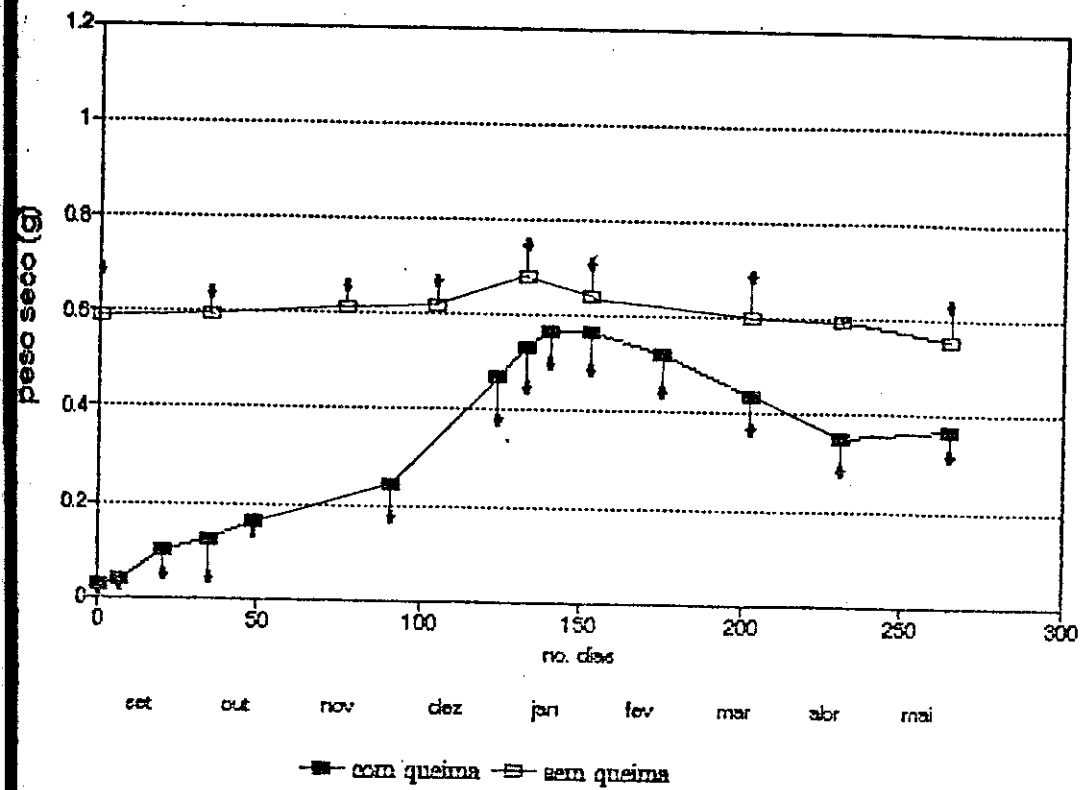


Figura 13. Peso seco total (g) da parte aérea dos perfilhos de *Echinolaena inflexa* (A) e *Trachypogon filifolius* (B), nas áreas com e sem queima (de setembro/91 a maio/92). As barras verticais indicam o desvio padrão.

Tabela 4. Resultados dos contrastes entre as curvas de biomassa aérea total de Echinolaena inflexa e Trachypogon filifolius, nas áreas com e sem queima, utilizando os Modelos Lineares Gerais.

CONTRASTE	GL	SQ	QM	F	Pr>F
espécies	1	0.0112	0.0112	0.66	0.42
queima x não queima	1	1.2136	1.2136	71.64	0,0001
espécies (queima)	1	0.0639	0.0639	3.77	0.06
espécies (s/queima)	1	0.0031	0.0031	0.19	0.66

total através de contrastes, verifica-se que existe diferença significativa entre os tratamentos com e sem queima ($p < 0.001$), contudo, não existe diferença entre espécies, independente do tratamento ($p > 0.42$) e entre as espécies no tratamento com queima ($p > 0.06$) (Tabela 4).

Na região do Distrito Federal, a estação seca inicia-se em maio, e dura aproximadamente quatro meses. Sob essas condições de déficit hídrico, a biomassa aérea dos perfilhos na fase anterior à queima, sofre um decréscimo, haja visto que grande parte da vegetação gramínea no período de seca, morre. Os indivíduos de *T. filifolius* e *E. inflexa*, na área sem queima, que atravessaram esse período desfavorável, apresentaram taxas de variação na biomassa aérea próximas a zero, durante todo o período de estudo (Figura 13B). Devido a esses valores constantes, não foi encontrada uma regressão linear para os valores de média de biomassa aérea total de ambas as espécies na área sem queima, e não existe diferença significativa entre as espécies no tratamento sem queima ($p < 0.67$) (Tabela 4).

Mesmo com a acumulação de biomassa que ocorreu de setembro até janeiro, os indivíduos de *E. inflexa* sob efeito de fogo, não alcançaram os valores acumulados no período anterior à queima (Figura 13A). Em contraste, *T. filifolius* com queima, suplantou os valores de biomassa anteriores à passagem do fogo, a partir de março.

4.4.2. REPARTIÇÃO DE BIOMASSA AÉREA

Em relação à alocação da biomassa aérea em compartimentos, pode ser observado o seguinte:

4.4.2.1. *Echinolaena inflexa*:

Sob efeito da queima, esta espécie alocou 53% de seus recursos no limbo foliar, desde o período da rebrota (setembro) até a antese (janeiro) (Figura 14A). Durante os primeiros três meses, a partir da rebrota, as folhas eram mais largas ($X=1\text{cm}$) e o caule se apresentava curto. Com o crescimento, as folhas tenderam a diminuir em largura. Por conseguinte, a maior produção de folhas ocorreu de setembro até dezembro, pois a partir deste mês, diminuiu a produção de folhas novas e aumentou a transferência de energia para a produção de flores. O período de floração durou aproximadamente dois meses e a energia alocada em tecidos reprodutivos foi relativamente alta, atingindo o máximo de 14.8% no mês de janeiro. A quantidade destinada à bainha foi mais ou menos constante durante todo o ciclo. As proporções destinadas ao caule teve um aumento progressivo durante a fase inicial, e a partir de janeiro, a maior parte dos recursos foram alocados neste componente (48.0%).

Na área controle, a divisão de recursos no estágio inicial é parecida com a divisão nos indivíduos da área queimada (Figura 14B). Grande parte da biomassa foi investida no limbo (48.0%), durante os primeiros meses, porém a partir da produção de

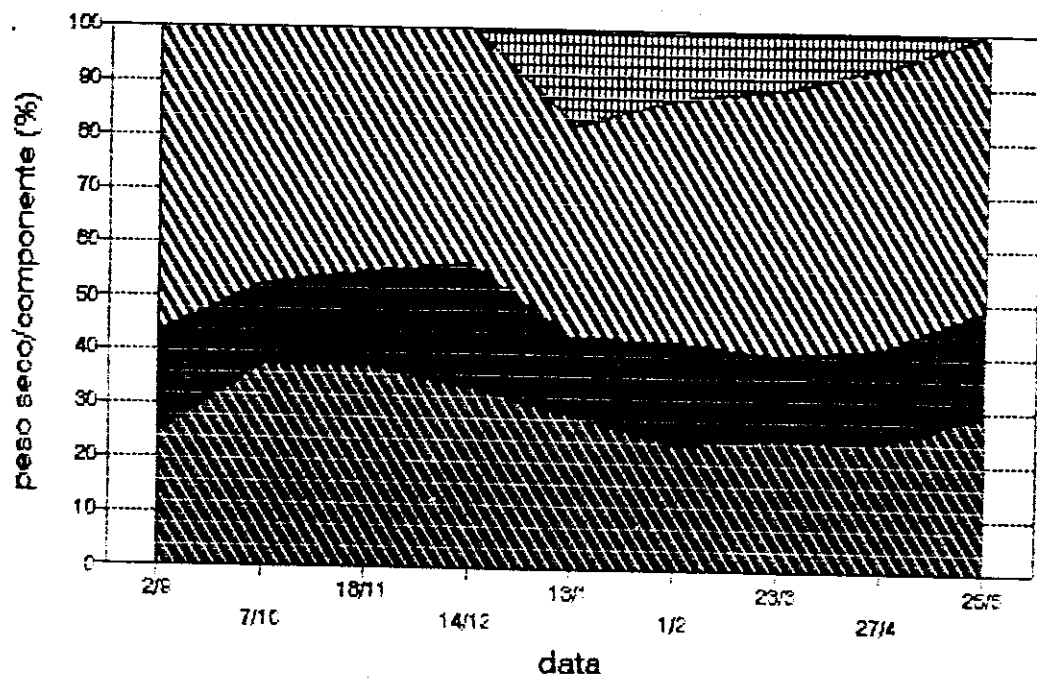
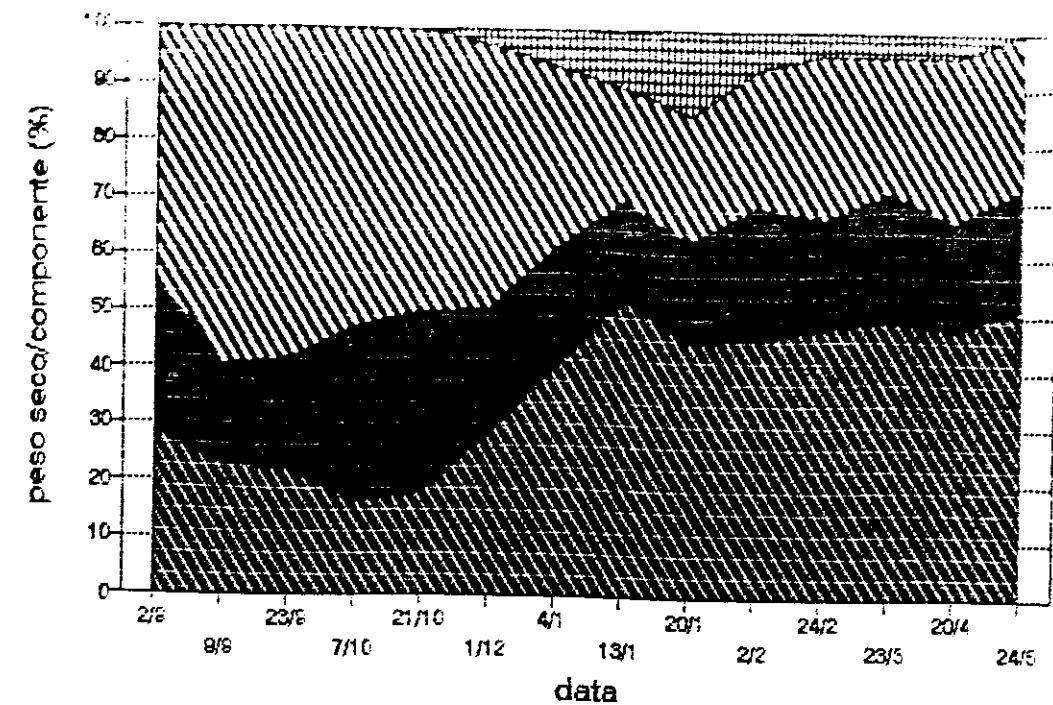


Figura 14. Alocação de recursos da biomassa aérea de perfilhos nas partes componentes (caule, bainha, limbo foliar e inflorescência) em *Echinolaena inflexa*, nas áreas queimada (A) e sem queima (B) (de setembro/91 a maio/92).

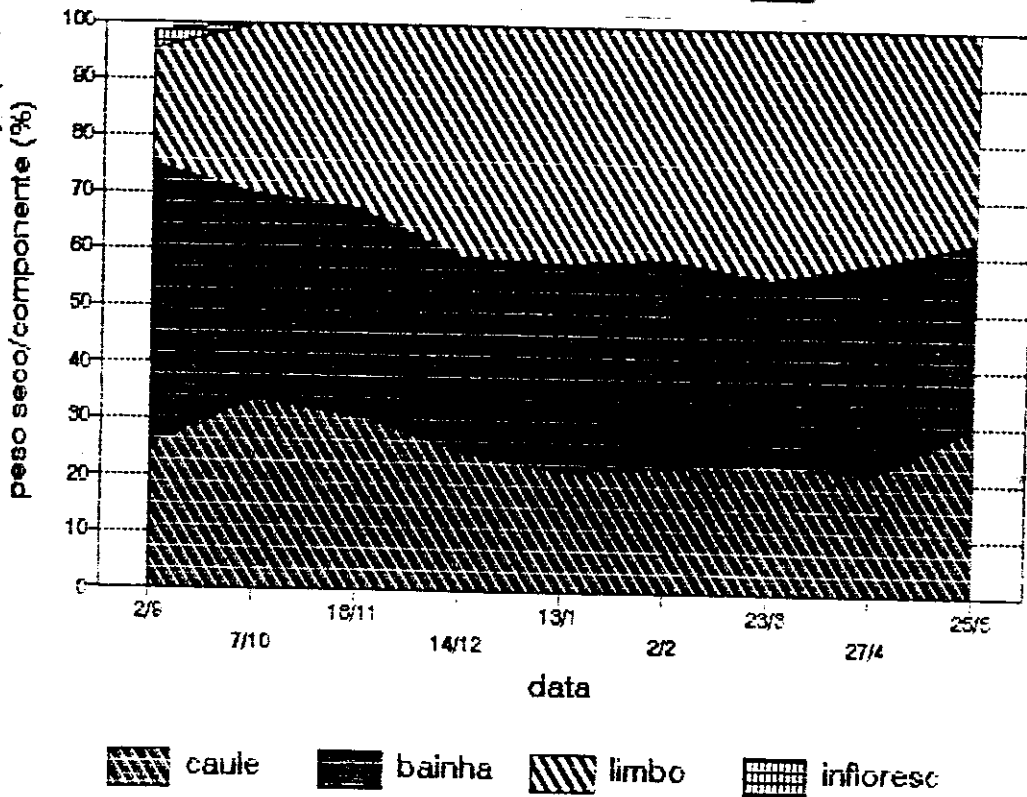
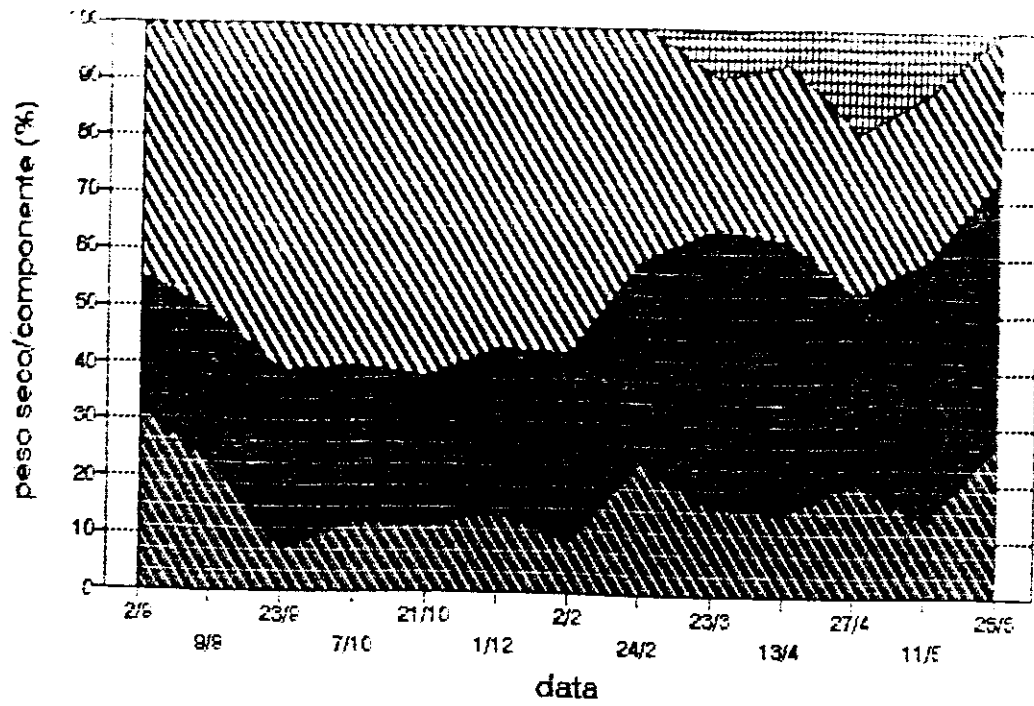


Figura 15. Alocação de recursos da biomassa aérea de perfilhos nas partes componentes (caule, bainha, limbo foliar e inflorescência) em *Trachypogon filifolius*, nas áreas queimada (A) e sem queima (B) (de setembro/91 a maio/92).

inflorescências, a maior alocação é continua sendo no limbo (50.0%), uma vez que nesta área, o caule apresenta ramificações, o que aumenta o número de folhas no ápice; 17% foram destinados à bainha, que geralmente reveste apenas os entrenós mais jovens. No período reprodutivo, um máximo de 17.4% da biomassa destinou-se às inflorescências.

4.4.2.2. *Trachypogon filifolius*:

Na área queimada, durante os primeiros quatro meses de crescimento (setembro a dezembro), *T. filifolius* investiu mais na formação de folhas (56.0% no limbo e 28.0% na bainha) do que no colmo (16.0%) (Figura 15A). No entanto, quando iniciou o período reprodutivo, os colmos se alongaram rapidamente, e os recursos se detiveram mais na bainha foliar (44.0%), e o limbo apresentou menor expressão (28.0%), assim como o colmo (18.0%). O investimento de energia nas estruturas reprodutivas foi relativamente alto (até 18.0%).

Na área sem queima, a alocação de recursos na parte aérea da planta apresentou pouca flutuação durante todo o ciclo, já que sob este tratamento, a floração foi inexpressiva (Figura 15B). A divisão foi feita da seguinte maneira: 28.0% para o caule, 34.0% para a bainha e 42.0% para o limbo, em média.

As diferenças entre *E. inflexa* e *T. filifolius* quanto à repartição da biomassa aérea, podem ser resumidas da seguinte maneira:

. No estágio inicial, ambas investiram a maior parte da energia no limbo foliar. Já no estágio adulto, enquanto *E. inflexa* inverteu a distribuição de recursos a partir da formação das estruturas reprodutivas (dezembro-janeiro), e passou a investir mais nos colmos; em *T. filifolius*, a alocação foi sempre maior nas folhas.

. Em *E. inflexa*, a formação de folhas novas não se deteve após a formação de inflorescências, apesar da reduzida taxa de crescimento neste período. Em *T. filifolius*, devido ao peso das espiguetas, os colmos tendem a se quebrar na altura do 5º nó, após a fase de produção de sementes.

. A porção de matéria orgânica alocada em estruturas reprodutivas de caráter sexual, foi semelhante em *E. inflexa* para os dois tratamentos, que apresentaram reprodução sexual explosiva (muitas inflorescências/área num curto espaço de tempo), mas diferiu grandemente em *T. filifolius*, onde foi escasso o número de inflorescências na área controle.

4.5. DENSIDADE

A densidade de *E. inflexa* e *T. filifolius* na área queimada praticamente não se modificou ao longo do período (Figura 16), indicando que todo o recrutamento ocorreu numa única etapa, isto é, em setembro-outubro, no início do período de chuvas. Na área sem queima,

tanto *E. inflexa*, quanto *T. filifolius*, demonstram um pequeno aumento na densidade ao longo do estudo, porém, com uma pequena redução na última medida (maio), para *T. filifolius*. Contudo, não foi encontrada interação entre espécie e tempo ($p \geq 0.01$), assim como entre tempo e tratamento ($p \geq 0.01$), e entre tempo, espécie e tratamento ($p \geq 0.01$) (análise de variância para amostras repetidas, Tabela 5).

A densidade de *E. inflexa* na área com queima, é o dobro da densidade na área sem queima em outubro, mas essa diferença se modifica com o tempo e em maio a densidade para esta espécie é a mesma nas duas áreas. Já em *T. filifolius*, o número de indivíduos por unidade de área, nas três medidas realizadas, foi muito superior na área queimada ($X=24.6$ perfilhos/625 cm²), em relação à área protegida de queima ($X=10.4$ perfilhos/625 cm²) (Figura 16).

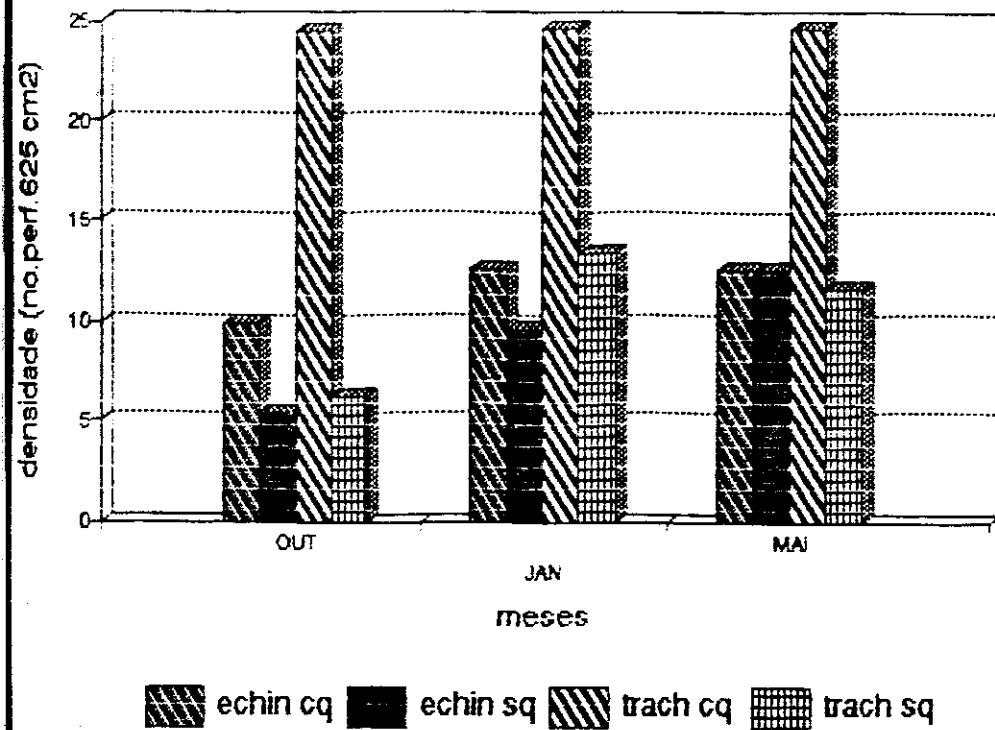


Figura 16. Densidade de perfilhos de *Echinolaena inflexa* e *Trachypogon filifolius*, nas áreas queimada e protegida (medidas feitas em outubro/91, janeiro/92 e maio/92).

Tabela 5. Resultados da ANOVA para amostras repetidas utilizada para verificar as interações entre espécie, tratamento (com e sem queima) e período de coleta (outubro, janeiro e maio), sobre a densidade de perfilhos/625 cm².

INTERAÇÕES	TESTE	VALOR	F	GL	Pr > F
tempo x espécie	Wilks' Lambda	0.8828	2.2557	2	0.1203
tempo x tratamento	Wilks' Lambda	0.8525	2.9412	2	0.0664
tempo x esp. x trat.	Wilks' Lambda	0.9177	1.5227	2	0.2326

5. DISCUSSAO

5.1. ALTURA DE PERFILHOS

Os indivíduos de *Trachypogon filifolius* e *Echinolaena inflexa*, respondem diferentemente à ação e à exclusão do fogo, em relação ao crescimento, produção de sementes, repartição de biomassa e densidade. Esse efeito da queima concorda com o que foi encontrado para outras áreas de savanas, sob efeito e exclusão do fogo (Farinas & San Jose 1987 e Silva *et al.* 1991).

Tanto o desenvolvimento vegetativo como o reprodutivo dessas espécies, estiveram relacionados com o ciclo local de precipitação. Apesar do crescimento ser contínuo, sua magnitude variou com a pluviosidade. O aumento da taxa de crescimento e da maior produção de perfilhos de ambas as espécies, que ocorre com o início da época chuvosa, é um comportamento que tem sido encontrado em diversas gramíneas que se encontram em lugares onde há um período desfavorável. A redução da biomassa viva e da produtividade, durante a estiagem é uma característica comum das gramíneas perenes da savana (Monasterio & Sarmiento 1976, San Jose & Medina 1977, Canales 1982, Bourliere & Hadley 1983). Isto representa um período de latência ou dormência, quando só algumas folhas jovens e os meristemas permanecem vivos. Sob condições adversas, as plantas cessam ou diminuem seu

crescimento, no entanto, os rizomas permanecem vivos e acumulam gemas latentes, o que permite à planta, a habilidade de regenerar-se com a chegada de condições favoráveis (Noble *et al.* 1979), no nosso caso, as chuvas. Neste trabalho, com o início do período chuvoso, a taxa de crescimento nos indivíduos que se desenvolveram a partir da rebrota, foi maior em *T. filifolius* do que em *E. inflexa*, especialmente no compartimento foliar. Isto pode ser atribuído à maior taxa fotossintética de *T. filifolius*, que sob condições ótimas, apresenta área foliar seis vezes maior do que em *E. inflexa* (obs.pes.). Além disso, a maior alocação de assimilados para a formação de superfície foliar, provavelmente, contribui positivamente para as maiores taxas de crescimento exibidas por *T. filifolius*.

Sob efeito da queima, as taxas de crescimento dos indivíduos de ambas as espécies são maiores, do que na área sem queimar. Canales (1982), num estudo sobre os efeitos da queima no final da estação seca, em *Sporobolus cubensis*, uma gramínea precoce, dominante em algumas savanas estacionais venezuelanas, encontrou maior área foliar nas touceiras queimadas, o que permitiu aos indivíduos, segundo o autor, maior taxa de fotossíntese, o que implica numa maior disponibilidade de recursos para o crescimento de perfilhos existentes. Hulbert (1969) também verificou a importância da remoção de partes mortas e secas da vegetação, no crescimento de *Andropogon gerardi*.

Por outro lado, Canales (1982) verificou que a queima produzida no final da estação seca teve um efeito negativo sobre a produção de matéria orgânica em *S. cubensis*. As plantas sem queimar tiveram uma vantagem inicial, já que alocaram uma maior quantidade de biomassa no crescimento. No nosso caso, o perfilhamento em *E. inflexa* e *T. filifolius* na área sem queimar foi pequeno (obs. pes.), provavelmente, em consequência da reduzida proporção de gemas basais. Segundo Vogl (1974), em pastagens temperadas e tropicais, a acumulação da biomassa morta resulta em baixas taxas de decomposição, redução do crescimento por sombreamento (o que reduz a quantidade de luz vermelha sobre a base da planta), limitação do espaço e lenta reciclagem de nutrientes. A radiação ao nível do solo é 5 a 20 vezes menor em área não queimada do que em área queimada, no fim da estação de crescimento, depois da exclusão do fogo na estação seca, e esta diferença é maior no início da estação de crescimento seguinte (Silva *et al.* 1990).

E necessário levar em conta também, a temperatura atingida durante a queima, além do tempo de duração desta. No presente trabalho, a queima foi superficial, atingindo somente a biomassa aérea do estrato herbáceo, de forma que os rizomas das gramíneas, provavelmente, não sofreram grandes danos (Coutinho 1990).

De acordo com Yougner (1972, citado em Canales 1982), nas plantas com meristemas enterrados a eliminação de toda a biomassa aérea reduz a assimilação de

carbono, e isto traz como consequência, um atraso no começo da produção de perfilhos, já que os recursos armazenados são alocados na produção de novas folhas dos perfilhos existentes. No presente estudo, após dois meses sem chuva, grande parte da área foliar da biomassa aérea do estrato herbáceo das áreas com e sem queima, se encontrava morta, e portanto os recursos encontravam-se armazenados na parte subterrânea da planta. Com a retirada dessa biomassa seca pelo fogo na área queimada, as gemas que estavam latentes foram estimuladas, principalmente com o fim da estação seca. Na área sem queima, porém, o crescimento dos perfilhos ocorreu em pequena intensidade e somente com o início da estação chuvosa.

O crescimento de indivíduos em área protegida de fogo, também foi registrada por Daubenmire (1972), em *Hyparrhenia rufa*, a partir de ramos axilares que se desenvolvem nos nós da metade do colmo, onde as folhas velhas ainda tem algum tecido verde. Tal regeneração começa tarde na estação seca, mas bem antes do início da estação chuvosa, e é uma característica de algumas espécies de gramíneas de savana^s tropical^s.

Nos perfilhos que chegaram à fase reprodutiva, o crescimento vegetativo cessou durante as fases de florescimento e produção de sementes, e recomeçou a taxas muito pequenas, em torno de duas semanas após a aparição dos botões florais. Essa parada no crescimento pode ser explicado pela mobilização de recursos para os órgãos

florais. Werner (1975) apontou a função da altura ou da taxa de crescimento relativo, sobre a reprodução sexuada das plantas, de maneira que uma altura ou uma biomassa mínima deve ser alcançada antes da floração ocorrer. Outros estudos indicam que dentro de uma população a variação no tamanho de um indivíduo é uma função da disponibilidade de recursos, tais como as diferenças genéticas entre as plantas (Solbrig 1981). Entre os indivíduos de uma espécie, a alocação reprodutiva pode ou aumentar ou diminuir com a altura, dependendo de características morfológicas. Entre espécies, a alocação reprodutiva é geralmente mais alta em espécie com maiores taxas de crescimento relativo (Bazzaz *et al.* 1987).

5.2. SOBREVIVÊNCIA

Na área queimada o fogo aumenta a ciclagem de nutrientes e abre mais espaços, o que aumenta a incidência de luz no solo, de maneira que estes aspectos favorecem o estabelecimento dos perfilhos. Contudo, Canales (1982), apontou em *Sporobolus cubensis*, valores mais altos de mortalidade nos primeiros três meses após a queima realizada em março, e uma redução na segunda metade do ano, enquanto que no grupo de plantas não queimadas, a mortalidade foi baixa durante os primeiros meses de crescimento, seguida por um pico em julho e outro em novembro, de forma que neste grupo, a mortalidade foi maior. Segundo essa autora, o segundo pico de mortalidade, pode ser

visto como uma mortalidade pós-reprodutiva, já que quase todos os perfilhos que floresceram morreram após a produção de sementes, e pode ser atribuído a uma maior competição entre os perfilhos.

Algumas possibilidades para explicar um aumento na mortalidade no período pós-reprodutivo, que se produziu também nos perfilhos em *E. inflexa*, seriam: 1) mudança em alguma variável ambiental, 2) que o fogo pode ter, além de um efeito imediato, um efeito retardado, 3) um aumento na competição entre as espécies presentes na área, 4) relação com deficiências hídricas ou senescência dos perfilhos. Estas possibilidades podem também, ter produzido um efeito conjunto.

Silva & Castro (1989), num estudo realizado em *Andropogon semiberbis*, uma gramínea nativa das savanas da Venezuela, atribuíram a mortalidade que ocorreu com maior intensidade durante a estação seca, ao fogo, enquanto que outros fatores de mortalidade tais como dessecação, desenraizamento e sombreamento, foram associados com a taxa de mortalidade baixa e constante, observada durante a estação úmida.

Na área sem queimar, pouco mais de 90% dos perfilhos marcados de *E. inflexa* e *T. filifolius*, permaneceram vivos durante a realização das medidas, isto é, completaram o seu ciclo de crescimento. Isto implica que, sem perturbação, a maioria dos perfilhos tem mais de um ano de vida, e que a população aumenta tanto pela produção de

meristemas axilares quanto pela produção de meristemas basais.

5.3. FLORAÇÃO E PRODUÇÃO DE SEMENTES

O fato de tanto *E. inflexa* quanto *T. filifolius*, terem florescido no meio da época das chuvas, é característico também de outras gramíneas de savanas, e possui claras vantagens adaptativas, enquanto elimina os efeitos da seca e do fogo (Baruch *et al.* 1989). Sarmiento & Monasterio (1983) distinguem estratégias fenológicas em espécies de gramíneas da savana tropical dos Llanos da Venezuela, de acordo com o período em que cada espécie floresce durante a estação de crescimento (espécies precoces ou tardias), periodicidade de assimilação de carbono (anual ou estacional), forma de vida (plantas anuais ou perenes) e tipo de crescimento (contínuo ou estacional). Segundo esta classificação, a ocorrência da floração está relacionada com a presença de recursos suficientes para a reprodução.

O efeito do fogo observado sobre a floração de *T. filifolius* tem sido encontrado em outras gramíneas, por diversos autores (Curtis & Partch 1950, Aristeguieta 1959, Kucera & Ehrenreich 1962, Old 1969, Strugnell & Pigott 1978, Hover & Bragg 1981, Baruch *et al.* 1989, Leigh *et al.* 1991). As razões dadas para explicar a indução de floração pelo fogo são várias. Old (1969), por exemplo, defende que é devido a uma maior disponibilidade de

nitrogênio, outros autores dizem que é devido ao incremento da temperatura do solo em seguida à queima ou ao aumento de luminosidade disponível aos brotos, após a queimada (Curtis & Partch 1950, Daubenmire 1968).

Neste estudo, nas touceiras ou grupos de indivíduos queimados, só alguns perfilhos floresceram. Silva (1983), sugere que pode existir uma certa especialização dentro da planta, no sentido de que a energia necessária para desenvolver os colmos, e logo, suas inflorescências, provém de cada perfilho, e que aqueles perfilhos que não se desenvolveram e portanto não floresceram custeariam os gastos energéticos da produção de novos perfilhos.

Langer (1957), trabalhando com *Phleum pratense* encontrou que a oportunidade para que um perfilho floresça, não depende só do momento em que ele se originou, mas também da posição que tenha na touceira e na idade desta última. Neste sentido, pode-se pensar que os perfilhos dentro de uma touceira constituem uma população heterogênea, com diferenças morfológicas e fisiológicas, e daí vem a diferença na resposta às condições que determinam a floração.

Segundo Robson (1968), as diferenças que são produzidas no momento da aparição e posição na planta dos perfilhos, determinam que alguns sejam inibidos em seu crescimento e portanto, menos capazes de competir por luz e nutrientes, e de florescer. O fato de que nem todos os

perfilhos floresceram, não é, portanto, uma desvantagem, uma vez que, os que permanecem no estado vegetativo (que talvez floresçam no período seguinte de crescimento), sobrevivem de uma estação favorável à seguinte, isto é, o hábito perene depende da inabilidade de muitos perfilhos para florescer (Langer 1957). O reduzido peso e reduzida propoção de tecido fotossintético nos perfilhos vegetativos de touceiras ou grupos de indivíduos que também apresentem perfilhos floridos, podem ser consequências do desvio de recursos para sementes, às custas de crescimento vegetativo. Reekie (1991) sugere que as diferenças entre populações na alocação para sementes *versus* rizoma estão relacionadas com as diferenças no custo de produção. Quando o custo de produção de sementes é alto em relação à produção de rizomas, a alocação do rizoma é favorecido. Inversamente, quando o custo da produção do rizoma é alto em relação à produção de sementes, a alocação para infrutescências é favorecido.

Uma vez que tanto *E. inflexa* quanto *T. filifolius* investem na produção de sementes, é importante questionar a vantagem da reprodução sexuada para o recrutamento de novos indivíduos, se estas gramíneas são capazes de se reproduzir vegetativamente através do crescimento clonal. O crescimento clonal pode produzir estandes densos e grandes de um único genótipo dominando uma população, ainda que mutações somáticas possam ocorrer nos meristemas. O crescimento clonal é vantajoso quando a distribuição horizontal é favorecida sobre o crescimento

vertical. Além disso, ele parece ser favorecido em ambientes onde a mortalidade de sementes e plântulas é alta e onde o fogo é frequente, assim como outros estresses ambientais (Bazzaz *et al.* 1987). O custo em termos de alocação de biomassa para reprodução sexuada é maior do que para crescimento clonal e o risco de mortalidade de uma plântula é maior do que num perfilho novo, pois os perfilhos desenvolvem-se com suprimentos de recursos da planta-mãe.

A alta densidade, assim como a uniformidade genética decorrente do crescimento clonal, parecem aumentar a suscetibilidade das populações de plantas a doenças epidêmicas ou a ataque de insetos. A reprodução sexuada, ao contrário, permite aos organismos produzir uma prole geneticamente diversificada (Silvertown 1987). Em média, estes organismos são menos suscetíveis do que progênies geneticamente uniformes de reprodução assexuada ou crescimento clonal, porque a resistência a doenças geralmente tem um componente hereditário. Portanto a reprodução sexuada tem uma vantagem evolucionária sobre a reprodução assexuada representada pela proteção contra patógenos, que a diversidade genética confere.

O esforço reprodutivo (RE) geralmente é definido como a proporção de recursos totais (ex. biomassa ou nutrientes) investida em alguns ou todos os órgãos reprodutivos (sementes, flores, ramos floridos) (Reekie & Bazzaz 1987). O RE pode variar com o tamanho da planta, estágio sucessional, densidade, competição, nível de

recursos e outros (Bell 1980). Vários são os fatores que podem determinar a intensidade de floração e produção de sementes. Num estudo em *Bouteloua gracilis*, Coffin & Lauenroth (1992), constataram que a produção de sementes e outros indicadores de RE, variaram espacialmente com a textura do solo e a intensidade de pastejo pelo gado. Quando estressadas pelo fogo, indivíduos de *Festuca arizona* e *Muhlenbergia montana* investem recursos no crescimento vegetativo no primeiro ano após a queima, diferente de indivíduos não queimados, e retomam a reprodução no segundo ano, com a mesma intensidade que as plantas não afetadas pelo fogo (White et al. 1991).

Quanto ao período de floração, ambas as espécies estudadas neste trabalho, podem ser consideradas de floração tardia, em relação à maioria das espécies de gramíneas presentes na área, já que *E. inflexa* teve seu pico de floração em janeiro, e *T. filifolius* em março, isto é 4 e 6 meses, respectivamente, após o início do estação chuvosa, e várias outras espécies (*Axonopus aureus*, *A. barbigerus*, *A. conduplicatus*, *Andropogon* sp., *Thrasia petrosa*, *Panicum cyanescens*), floresceram a partir de outubro (obs. pes.). Porém, o fato de *E. inflexa* e *T. filifolius* apresentarem picos de floração diferenciados entre si pode ser influenciado pela estação de queima, isto é, se a estação de queima fosse outra, outubro p.ex., a floração de *T. filifolius* poderia não ter acontecido, já que em maio-junho, geralmente, tem início o período de estiagem.

A floração simultânea das espécies de uma população, segundo Silva (1983), pode decrescer a eficiência do processo em várias espécies que possuem polinização cruzada. Ele observou que as espécies que sobrepõem os seus períodos de floração são as espécies de floração precoce.

Quanto à duração do período de floração, de acordo com Rabinowitz *et al.* (1981), espécies polinizadas por insetos mostram curvas de floração mais amplas do que as espécies polinizadas pelo vento. Baseado nesta informação, pode-se explicar o curto espaço de tempo em que se deu a floração das espécies do presente estudo, já que as espécies da família Gramineae são polinizadas pelo vento. Baruch *et al.* (1989) associa a curta duração do período reprodutivo de *M. minutiflora* com uma redução da predação e com a vantagem de culminar a reprodução antes da seca. Por outro lado, os 5-6 meses que dura o período reprodutivo em *T. plumosus* são, segundo Sarmiento & Monasterio (1983), característicos das gramíneas dominantes nos Llanos. De qualquer forma, as implicações ecológicas da duração do período reprodutivo ainda não estão bem estabelecidas.

Considerando a floração como um episódio no crescimento anual da planta, e em particular, no processo de desenvolvimento de seus perfilhos, cada estratégia de floração é parte de uma estratégia reprodutiva e vegetativa mais ampla, e a compatibilidade em tempos de floração deve ser harmônica com uma compatibilidade no crescimento da

planta e talvez em suas estratégias regenerativas e demográficas (Silva 1983).

A principal função da floração para a dinâmica da população de plantas é, naturalmente, a produção de sementes, que em muitas populações fornece a principal entrada de novos indivíduos. A floração pode também ter uma considerável influência na dinâmica de muitas plantas clonais, à medida que o crescimento de um "ramet" pode terminar com a produção de uma inflorescência pelo meristema apical (Carlsson & Callaghan 1990).

O fato das sementes de *E. inflexa* e *T. filifolius* não terem germinado, pode ser explicado pela existência de um período de dormência antes da germinação. Rocha Filho & Silva (1988), estudando *Schizachyrium tenerum*, outra espécie de gramínea dominante em comunidades de campo sujo, utilizaram vários períodos de armazenamento (um, três, cinco e sete meses, e um e dois anos), e observaram que as cariópses apresentaram dormência até o terceiro mês de armazenamento, quando eles obtiveram 40% de germinação e 97% de viabilidade. Com cinco meses de armazenamento, eles observaram uma queda na dormência, obtendo 80% de germinação e 96% de viabilidade, comportamento este, que se manteve após o sétimo mês de armazenamento. Eles concluíram então, que *S. tenerum* pode germinar bem na época de chuvas, na região dos Cerrados. Daubenmire (1972), trabalhando com *Hyparrhenia rufa*, obteve 66% de germinação, e verificou que as cariópses desta espécie não tem dormência, e apresentam

viabilidade por, no mínimo, 14 meses; contudo, elas requerem luz para boa germinação e são intolerantes ao calor do fogo. Baruch *et al.* (1989) afirmou que a seca que ocorre imediatamente após o período reprodutivo de *Melinis minutiflora*, permite inferir a existência de mecanismos de latência que retardam a germinação das sementes até o começo da chuvas de maneira semelhante ao observado por Silva & Ataroff (1985), em várias gramíneas dos Llanos Ocidentais na Venezuela.

5.4. BIOMASSA AEREA

5.4.1. BIOMASSA AEREA TOTAL

Na presença do fogo, *E. inflexa* e *T. filifolius* mostram um aumento na quantidade de matéria seca através da época úmida, até alcançar um platô, que exhibe um valor máximo no período reprodutivo. Maldonado (1983), num estudo com *Sporobolus cubensis*, obteve um aumento linear da biomassa epigea ao longo do período de observação, com altos incrementos nos meses iniciais (abril a junho) e incrementos menores nos meses seguintes. Para a biomassa aérea de *T. plumosus*, ele obteve um padrão diferente de aumento de biomassa, representado por uma curva sigmoideal, com dois períodos de alto incremento.

Os perfilhos de *T. filifolius* na área queimada, apresentam durante o período reprodutivo, duas vezes mais biomassa total do que os perfilhos sem queima, em

virtude da ausência de floração nesta área. San Jose & Medina (1975), trabalhando numa savana de *Trachypogon*, verificaram também que em *Trachypogon plumosus* e *Axonopus canescens* se produziu um aumento de biomassa na parcela queimada no início da estação seca, enquanto *T. montufari* não se produziam diferenças substanciais na biomassa aérea entre a parcela queimada e a parcela sem queimar. Canales (1982), no seu trabalho com *S. cubensis*, em área queimada no final da estação seca, obteve um resultado diferente, isto é, ela obteve valores maiores de biomassa aérea nas plantas sem queimar. Este resultado foi semelhante ao encontrado para a biomassa aérea de *E. inflexa* no presente estudo. Em gramíneas naturais nas savanas tropicais no nordeste da Austrália, Mott & Andrew (1985), obtiveram maiores valores de biomassa total na área queimada em comunidade de *Sorghum*, e na área sem queima, em comunidades de *Themeda* e *Dichanthium*. Em pastagem de *Andropogon scoparium*, após 17 anos sujeita a queima anual e bianual, a biomassa desta espécie foi de 364 g/m² comparado com 252 g/m² quando não queimado (Niering & Dreyer 1989). Como não há um padrão geral de investimento de biomassa total em relação ao fogo, as diferenças encontradas entre as espécies, podem ser atribuídas às variações genéticas e adaptativas interespecíficas e às diferenças na época de queima.

5.4.2. REPARTIÇÃO DE BIOMASSA AEREA

A maneira pela qual os recursos disponíveis a um organismo são divididos entre as atividades necessárias para a sua sobrevivência e reprodução, constitui sua estratégia adaptativa (Harper & Odgen 1970), sujeita a forças que tendem a maximizar o "fitness" do indivíduo. A estratégia adaptativa, portanto, consiste de padrões ou táticas de desenvolvimento, que cada organismo pode exibir. A tática a ser adotada sob um dado conjunto de condições de crescimento é selecionado em resposta ao ambiente (Stearns 1976). Para interpretar a estratégia adotada por um indivíduo, e sobretudo, a estratégia de uma população, os padrões de alocação de energia que podem ser exibidos, e os modos como eles respondem às condições ambientais, precisam ser determinadas e entendidas.

Estudos sobre repartição de recursos tem focado a alocação de biomassa (em peso seco) para os vários componentes da planta, particularmente em relação ao esforço reprodutivo. Harper & Ogden (1970), introduziram um método de estudo de alocação de recursos pela separação de plantas baseado na função e expressando cada componente como uma proporção da biomassa total. A maioria dos autores (ex. Abrahansom 1979) tem comparado a quantidade de biomassa em órgãos reprodutivos (flores, frutos, sementes), em relação à biomassa vegetativa (folhas, caules e raízes), medida na fase de maturidade da planta ou no fim da estação de crescimento.

Pode-se afirmar que as variações nas condições ambientais, principalmente precipitação e fogo, podem produzir diferenças na distribuição de matéria seca entre os diferentes compartimentos do indivíduo, ao longo do tempo. O fogo é uma variável que determina diferença entre os indivíduos em *E. inflexa* e *T. filifolius*, de maneira que cada órgão componente mostrou uma diferença estacional nos padrões de alocação de recursos. Apesar de não termos investigado a alocação de recursos destinados à porção subterrânea dos perfilhos, pode se supor que, sob condições desfavoráveis de competição (o que influencia na redução das taxas de crescimento), grande parte da energia dos indivíduos de *T. filifolius* no tratamento sem queima, seja alocada em órgãos subterrâneos, uma vez que, no padrão geral de composição das espécies na área sem queima, *T. filifolius* tem pouca expressão na biomassa aérea, comparada com outras gramíneas que aparecem no local (obs.pes.).

Em estudos realizados por diversos autores (Harper & Ogden 1970, Harper 1977, Pitelka 1977, Hickman 1975, 1977, Abrahamson 1979), com o objetivo de analisar os padrões de distribuição de matéria seca em diferentes plantas e em diferentes condições, as variações na distribuição de energia e as desigualdades no padrão de alocação são devidas às diferenças na duração do ciclo de vida, no porte da planta, na forma de crescimento, no tipo de polinização, na época e intensidade de floração, na

presença ou ausência de mecanismos de defesa e ao microclima do indivíduo.

No nosso caso, as diferenças nos padrões de alocação de recursos entre espécies e entre tratamentos pode ser devido a diferenças na forma de crescimento e ao efeito do fogo. *Trachypogon filifolius* cresce formando touceiras, cujos colmos alcançam alturas de 120 cm no estágio adulto. Daí, a alocação da maior proporção da biomassa aérea na bainha foliar que envolve o colmo. Assim, o grande peso e tamanho da bainha nesta espécie, pode refletir uma necessidade do indivíduo de fornecer um mecanismo de suporte para sua grande altura. Como na área protegida, *T. filifolius* praticamente não floresceu, os colmos apresentaram-se pouco desenvolvidos, e a biomassa aérea não foi priorizada a nenhum dos componentes. Em função da forte presença de lignina, fibras e outros carboidratos estruturais que constituem as folhas, esta espécie geralmente apresenta reduzida digestibilidade foliar, exceto quando os perfilhos são jovens.

Em contraste, *E. inflexa* chega a atingir no máximo 60 cm de altura no estágio adulto, com 30 cm de média. Por se apresentar alongada e com folhas somente no ápice, a maior quantidade de biomassa aérea é destinada ao caule. *Echinolaena inflexa*, portanto, não é considerada no estágio adulto, uma espécie palatável, devido à maior proporção de tecido caulinar em relação ao tecido foliar, nesta fase. Nem todos os perfilhos, portanto, parecem ter a

mesma probabilidade de florescer ou produzir ramos axilares, e a diferenciação morfológica e fisiológica entre os perfilhos pode explicar este fato (Carlsson & Callaghan 1990).

Tem sido mostrado que o esforço reprodutivo, em termos de alocação de biomassa geralmente é maior em espécies pioneiras ou anuais do que em espécies clímax ou perenes (Roos & Quinn 1977). Em ambientes abertos, os indivíduos sofrem pouca interferência de vizinhos, conseqüentemente, o "fitness" de plantas colonizadoras é comumente relacionado com a fecundidade, enquanto que em ambientes mais populosos, onde os recursos são mais limitados, o sucesso do indivíduo é muito mais dependente da habilidade de competir por esses recursos.

Echinolaena inflexa e *T. filifolius* coexistem nas comunidades de campo cerrado, campo sujo e campo limpo (Filgueiras 1991). Diferenças nos padrões de alocação de energia são provavelmente importantes em permitir a coexistência dessas espécies. Diferenças entre ambas as espécies quanto à forma de crescimento, época de floração e frutificação e arquitetura foliar, favorecem essa coexistência. Se diferenças no modo de alocação de energia podem reduzir interações negativas entre espécies, uma diversidade de padrões de alocação de energia pode ser esperado em todas as comunidades onde interações negativas ocorrem, assim como ao longo de gradientes ambientais (Hickman 1977).

5.5. DENSIDADE

A determinação do espaço ocupado por *E. inflexa* e *T. filifolius* é importante para comparar as distintas estratégias utilizadas por estas espécies. *Trachypogon filifolius* se propaga geralmente em touceiras, ao contrário de *E. inflexa*, cujas unidades demográficas geralmente são espaçadas entre si. De acordo com Williams (1970), as diferenças demográficas encontradas entre as espécies de plantas, são uma expressão das diferenças na sua fenologia vegetativa e reprodutiva.

Não há um padrão de influência do fogo sobre a densidade da vegetação herbácea. Young & Miller (1985) constataram na gramínea *Sitanion hystrix*, que a queima geralmente aumenta o número de indivíduos por área. Resultado semelhante foi obtido por Hartnett & Richardson (1989), em *Bonamia grandiflora* (Convolvulaceae). Em contraste, Canales & Silva (1987), observaram em *Sporobolus cubensis*, que o número de perfilhos por planta nas touceiras sem queima ultrapassou do dobro, em relação à plantas queimadas, que aumentaram somente 1.6 vezes. Willms *et al.* (1980) verificaram que a densidade de perfilhos de *Agropyron spicatum*, queimado no outono, é igual aos das plantas controle, e a média de biomassa dos perfilhos de plantas queimadas é menor que a de plantas do controle. Hogenbirk & Wein (1991), verificaram no Canadá, que o fogo reduziu a densidade e a altura de graminóides em 90%, enquanto a densidade de dicotiledôneas foi mais alta após o fogo.

O número de indivíduos por área pode guardar relação com as estratégias de reprodução de cada espécie. San José & Farinas (1991) acompanharam a mudança temporal na densidade e na composição da espécie da camada herbácea de uma savana de *Trachypogon*, protegida de fogo e pastejo, durante 25 anos. Eles verificaram que a composição florística e a estrutura da camada herbácea anteriormente dominada por *Trachypogon plumosus*, foi substituída por *Axonopus canescens*, e associaram esta alteração com as diferentes estratégias reprodutivas de ambas as espécies. Enquanto *Trachypogon plumosus* apresenta propagação vegetativa, *Axonopus canescens* apresenta reprodução sexual, com alta probabilidade de sobrevivência de plântulas na ausência de fogo.

De acordo com Ataroff (1986), a presença de rizomas longos com ramificações a cada certo trecho, e o desenvolvimento de grupos de perfilhos em pontos separados ao longo do rizoma, fato comum nas gramíneas, faz com que os indivíduos aumentem a superfície que ocupam como consequência do seu crescimento. Além disso, o aumento da área ocupada também está relacionado com o aumento da área basal dos perfilhos, que geralmente ocorre quando o meristema apical se transforma em reprodutivo.

Baseado na dinâmica reprodutiva, no padrão de alocação de energia e no hábito perene de *E. inflexa* e *T. filifolius*, pode-se fazer algumas considerações sobre as características básicas das estratégias

demográficas destas espécies, embora o conceito de estrategistas "r" e "K" não seja absoluto, mas relativo. Ambas seriam de estratégia "K", com grande longevidade, garantida por sua organização em "ramets" (perfilhos). Apesar das estrategistas "K" terem como característica, uma resposta adaptativa a ambientes estáveis e previsíveis, as comunidades naturais podem apresentar distintas perturbações, podendo as espécies serem susceptíveis ou adaptáveis a elas. No caso de *E. inflexa* e *T. filifolius*, estas gramíneas são adaptadas a um ecossistema sujeito a limites de nutriente, pastejo, fogo e seca.

5.6. APLICAÇÃO DOS DADOS

Levando-se em conta a variação nos fatores do ambiente e de desenvolvimento, e em relação ao espaço e tempo, pode-se fazer algumas considerações, a respeito dos dados aqui apresentados.

Se o objetivo da queima no campo sujo, incluir a apresentação de *E. inflexa* e *T. filifolius*, como forragem palatável aos herbívoros, através da emissão de novos perfilhos, a queima pode ser aconselhável, apesar da perda de nutrientes que decorre em função do fogo na vegetação (Coutinho 1990), assim como da alteração na composição das espécies (Rosa 1990).

Se o propósito da queima é aumentar o número de indivíduos de *E. inflexa*, uma espécie geralmente

palatável aos herbívoros, ela não deve ser realizada. As taxas de mortalidade nos tratamentos com e sem queima, praticamente não apresentaram diferença entre si, e o fogo atua reduzindo o crescimento em altura, a produção de biomassa e a reprodução sexual, enquanto que o perfilhamento é pouco estimulado. O fogo altera a manifestação de produção de sementes em *E. inflexa*, uma vez que no tratamento sem queima, o número de espiguetas/indivíduo desta espécie foi superior, devido, provavelmente, às ramificações laterais existentes nos perfilhos.

Ao contrário, se o propósito da queima é eliminar ou reduzir o número de indivíduos de *T. filifolius*, uma espécie de baixo valor forrageiro no Cerrado, ela parece não ser aconselhável. Nesta espécie, o fogo estimula a reprodução sexual, e promove um aumento no perfilhamento, na produção de biomassa, e no crescimento em altura.

6. CONCLUSOES

1. No tratamento com queima, indivíduos de *E. inflexa* que floresceram não diferiram significativamente em altura dos indivíduos que permaneceram em estado vegetativo, porém, os indivíduos de *T. filifolius* que floresceram, apresentaram quase o dobro da altura dos indivíduos que não floresceram, o que indica que nesta espécie, existe um tamanho mínimo necessário para o perfilho entrar na fase reprodutiva.

2. A produção de sementes de *E. inflexa* no tratamento com queima (41.3%) foi quase a metade em relação ao tratamento sem queima (87.0%), enquanto que *T. filifolius* com queima produziu quase dez vezes mais sementes (36.0%) em relação ao tratamento sem queima (3.7%), o que resultou numa diferença significativa entre os dois tratamentos, para ambas as espécies. Portanto, o fogo tem efeito antagônico nas duas espécies, a medida em que estimula o crescimento e a floração em *T. filifolius*, enquanto que em *E. inflexa*, ele tem um efeito reduzido sobre o crescimento e a produção de sementes.

3. O crescimento de *E. inflexa* no tratamento sem queima geralmente partiu de ramificações laterais, e as taxas de crescimento foram pequenas.

4. As taxas de mortalidade foram baixas e ocorreram principalmente no período pós-reprodutivo, não tendo apresentado diferenças significativas entre *E. inflexa* e *T. filifolius* com queima, *E. inflexa* e *T. filifolius* sem queima, *E. inflexa* com e sem queima, e *T. filifolius* com e sem queima.

5. Os indivíduos de *E. inflexa* apresentaram floração simultânea nos tratamentos com e sem queima, porém com maior intensidade na área protegida. As florações de *E. inflexa* e *T. filifolius* podem ser consideradas "tardias", em relação à maioria das espécies de gramíneas que floresceram na área de estudo, porém apresentaram picos de floração diferenciados entre si (janeiro e março, respectivamente). Isto quer dizer que se a estação de queima fosse outra, outubro p.ex., a floração de *T. filifolius* poderia não ter acontecido, já que em maio-junho, geralmente, tem início o período de estiagem.

6. No estágio inicial de desenvolvimento, *E. inflexa* investe a maior parte da energia no limbo foliar. Já no estágio adulto, esta espécie inverte a distribuição de recursos a partir da formação do aparelho

reprodutivo (dezembro-janeiro), e passa a investir mais nos colmos, que funciona como sustentação dos perfilhos. Como o pastejo por herbívoros é feito principalmente na área foliar, *E. inflexa* não é considerada no estágio adulto, uma espécie palatável. Em *T. filifolius*, tanto no estágio inicial quanto no estágio adulto a maior parte dos recursos são alocados no limbo e na bainha foliar, contudo, esta espécie geralmente apresenta reduzida digestibilidade foliar, exceto quando os perfilhos são jovens.

7. Depois do recrutamento dos perfilhos, a densidade de ambas as espécies praticamente não alterou-se ao longo do período de estudo, dentro de cada área. Contrastando as áreas com e sem queima, a densidade de *E. inflexa* entre os dois tratamentos é pouco diferenciada, o que indica que o perfilhamento é pouco estimulado nesta espécie. Ao contrário, a densidade de *T. filifolius* na área com queima é o dobro em relação à área sem fogo, ficando claro, o estímulo do fogo em relação ao perfilhamento desta gramínea.

8. As explicações para a origem da variação nos parâmetros aqui relacionados (crescimento, sobrevivência, reprodução, repartição de biomassa e densidade), entre as populações de *E. inflexa* e *T. filifolius*, queimadas e não queimadas, devem considerar os fatores ambientais e do desenvolvimento dos indivíduos,

assim como as relações entre estes fatores e a estação, frequência e intensidade de queima e o tipo de fogo.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAHAMSON, W.G. 1979. Patterns of resource allocation in wild flower populations of fields and wood. *American Journal of Botany*, 66:71-79.
- ALLEM, A.C. & VALLS, J.F.M. 1987. Recursos forrageiros nativos do Pantanal mato-grossense. Brasília, EMBRAPA-CENARGEN. 339pp.
- ALMEIDA, S.P. 1985. Epocas de floração e rebrotação de gramíneas nativas dos Cerrados: observações preliminares. *Anais do 36º Congresso Nacional de Botânica*. p.132. (resumo).
- ALVIM, P.T. & ARAUJO, W. 1952. El suelo como factor ecológico en el desarrollo de la vegetación en el centro-oeste del Brasil. *Turrialba*, 2:153-160.
- ANDERSON, E.R.; PRESSSLAND, A.J.; McLENNAN, S.R.; CLEM, R.L. & RICKERT, K.G. 1988. The role of fire in native pasture management. In: BURROWS, W.H.; SCANLAN, J.C. & RUTHERFORD, M.T. (eds.) *Native pastures in Queensland: the resources and their management*. Brisbane, Department of Primary Industries. pp.112-124.
- ARISTEGUIETA, L. 1959. Plantas indicadoras de incendios anuales. *Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales*. 94:337-347.
- ATAROFF S., M. 1986. Analisis de la ocupacion del espacio por gramíneas de una sabana estacional. Tesis de Profesor Agregado. Merida, Universidad de los Andes. 142pp.
- BARUCH, Z; HERNANDEZ, A.B. & MONTILLA, M.G. 1989. Dinamica del crecimiento, fenologia y reparticion de biomasa gramíneas nativas e introducidas de una sabana neotropical. *Ecotropicos*, 2:1-13.

- BATMANIAN, G.J. 1983. Efeitos do fogo sobre a produção primária e a acumulação de nutrientes do estrato rasteiro de um cerrado, Brasília. Tese de mestrado. Brasília, UnB. 87pp.
- BAZZAZ, F.A. 1984. Characteristics of populations in relation to disturbance in natural and man-modified ecosystems. In: Mooney, H.A. & Godron, M. (eds.). *Disturbances and ecosystems*. New York, Springer Verlag. pp.259-277.
- BAZZAZ, F.A.; CHIARELLO, N.R.; COLEY, P.D. & PITELKA, L.F. 1987. Allocating resources to reproduction and defense. *BioScience*, 37(1):58-67.
- BELL, G. 1980. The costs of reproduction and their consequences. *American Naturalist*, 116:45-78.
- BLYDENSTEIN, J. 1962. La sabana de *Trachypogon* del Alto Llano. *Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales*, 102:139-216.
- BLYDENSTEIN, J. 1963. Cambios de la vegetación después de protección contra el fuego. II. Analisis de una parcela de la Estación Biológica después de un año sin quema. *Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales*, 103:239-244.
- BOURLIERE, F. & HADLEY, M. 1983. Present-day savannas. An overview. In: BOURLIERE, F. (ed.) *Tropical savannas. Ecosystems of the World*. v.13. Amsterdam, Elsevier. pp.1-17.
- CANALES, M.J. 1982. Efecto del fuego sobre el crecimiento vegetativo y reproductivo de *Sporobolus cubensis* Hitchc., gramínea precoz de la sabana. Mérida, Facultad de Ciencias, Universidad de los Andes. 48pp.
- CANALES, M.J. & SILVA, J.F. 1987. Efecto de una quema sobre el crecimiento y demografía de vastagos en *Sporobolus cubensis*. *Acta Oecologica-Oecologia General*, 8:391-401.
- CARLSSON, B.A. & CALLAGHAN, T.V. 1990. Programmed tiller differentiation, intracolonial density regulation and nutrient dynamics in *Carex bigelowii*. *Oikos*, 58:219-230.

- CAVALCANTI, L.H. 1978. Efeitos das cinzas resultantes de queima sobre a produtividade do estrato herbáceo-subarbustivo do cerrado de Emas (SP). Tese de Doutorado, São Paulo, USP.
- CESAR, H.L. 1980. Efeitos da queima e corte sobre a vegetação de um campo sujo do Distrito Federal, Brasília. Tese de mestrado. Brasília, UnB.
- CODEPLAN. 1984. Atlas Geográfico do Distrito Federal. v.2. Governo do Distrito Federal, Brasília. 383pp.
- COFFIN, D.P. & LAUENROTH, W.K. 1992. Spatial variability in seed production of the perennial bunchgrass *Bouteloua gracilis* (Gramineae). *American Journal of Botany*, 79:347-353.
- CORADIN, L. 1978. The grasses of the natural Savannas of the Federal Territory of Roraima, Brazil. New York, Herbert H. Lehman College. Tese de Mestrado. 333pp.
- COUTINHO, L.M. 1976. Contribuição ao conhecimento do papel ecológico das queimadas na floração de espécies do Cerrado. Departamento de Botânica do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. Tese de Livre-Docência em Ecologia Vegetal. 173pp.
- COUTINHO, L.M. 1977. Aspectos ecológicos do fogo no Cerrado II. As queimadas e a dispersão de sementes em algumas espécies anemocóricas do estrato herbáceo-subarbustivo. *Boletim de Botânica USP*, 5:57-64.
- COUTINHO, L.M. 1978. Aspectos ecológicos do fogo no cerrado. VI. A época das queimadas e a floração de espécies do estrato herbáceo subarbustivo. *Ciência e Cultura*, 30 (Supl.):416.
- COUTINHO, L.M. 1979. Aspectos ecológicos do fogo no cerrado. III. A precipitação atmosférica de nutrientes minerais. *Revista Brasileira de Botânica*, 2:97-101.
- COUTINHO, L.M. 1980. As queimadas e seu papel ecológico. *Brasil Florestal*, 44:7-22.

- COUTINHO, L.M. 1982. Ecological effects of fire in Brazilian Cerrado. In: HUNTLEY, B.J. & WALKER (eds.). *Ecological effects of tropical savannas*. Springer-Verlag, Berlin. pp.273-291.
- COUTINHO, L.M. 1989. O uso do fogo em pastagens naturais brasileiras. In: *Reunião sobre Utilização e Manejo de Pastagens Naturais*. Corumbá, IICA/BID/PROCISUR/EMBRAPA-CPAP, 1989. Anais...(no prelo).
- COUTINHO, L.M. 1990. Fire in the ecology of the Brazilian Cerrado. In: GOLDAMER, F. (ed.) *Fire in the Tropical Biota - ecosystems processes and global challenges*. Berlin, Springer-Verlag. pp.82.105.
- COUTINHO, L.M.; DE VUONO, Y.S. & LOUSA, J.S. 1982. Aspectos ecológicos do fogo no cerrado. IV. A época da queimada e a produtividade primária líquida epigéia do estrato herbáceo subarbustivo. *Revista Brasileira de Botânica*, 5:37-41.
- CURTIS, J.T. & PARTCH, M.L. 1950. Some factors affecting flower production in *Andropogon gerardi*. *Ecology*, 31:488-489.
- DAUBENMIRE, R. 1968. Ecology of fire in grasslands. *Advances in Ecological Research*, 5:209-266.
- DAUBENMIRE, R. 1972. Ecology of *Hyparrhenia rufa* (Ness) in derived savanna in north-western Costa Rica. *Journal of Applied Ecology*, 9:11-23.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. CENTRO DE PESQUISA AGROPECUARIA DOS CERRADOS. 1976. Relatório técnico anual do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, 1975-1976. Planaltina, EMBRAPA-CPAC. 154pp.
- FARIÑAS, M. & SAN JOSE, J.J. 1987. Efectos de la supresion del fuego y el pastoreo sobre la composicion de una sabana de *Trechypogon* en los Llanos del Orinoco. In: SAN JOSE, J.J. & MONDES, R. (eds.) *La capacidade bioproductiva de sabanas*. Caracas, Centro internacional de Ecologia Tropical. pp.513-545.

- FILGUEIRAS, T.S. 1991. A floristic analysis of the gramineae of Brazil's Distrito Federal and a list of the species occurring in the area. *Edinburg Journal of Botany*, 48:73-80.
- FILGUEIRAS, T.S. & WECHSLER, F.S. 1992. Aproveitamento e manejo das pastagens nativas dos Cerrados. In: *Alternativas de desenvolvimento dos Cerrados: manejo e conservação dos recursos naturais renováveis*. Brasília, FUNATURA - IBAMA. pp.47-49.
- FRANÇA-DANTAS, M.S. & ANDRADE, R.P. 1991. Multiplicação da coleção ativa de germoplasma de plantas forrageiras. In: *EMBRAPA-CPAC. Relatório técnico anual do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados 1985-1987*. Brasília, CPAC. pp.233-235.
- FROST, P.G.H. 1985. Organic matter and nutrient dynamics in a broadleaved African savanna. In: *TOTHILL, J.C. & MOTT, J.J. (eds.) Ecology and management of the world's savannas*. Canberra, Australian Academy of Sciences. pp.200-206.
- HARPER, J.L. 1977. *Population biology of plants*. London, Academic Press. 892pp.
- HARPER, J.L. & OGDEN, J. 1970. The reproductive strategy of higher plants. I. The concept of strategy with special reference to *Senecio Vulgaris* L. *Journal of Ecology*, 58:681-698.
- HARTNETT, D.C. & RICHARDSON, D.R. 1989. Population biology of *Bonamia grandiflora* (Convolvulaceae): effects of fire on plant and seed bank dynamics. *American Journal of Botany*, 76:361-369.
- HICKMAN, J.C. 1975. Environmental unpredictability and plastic energy allocation strategies in the annual *Polygonum cascadense* (Polygonaceae). *Journal of Ecology*, 63:689-701.
- HICKMAN, J.C. 1977. Energy allocation and niche differentiation in four co-existing annual species of *Polygonum* in western North America. *Journal of Ecology*, 65:317-326.

- HITCHCOCK, A.S. 1936. *Manual of the grasses of the West Indies*. Washington, United States Department of Agriculture. 439pp.
- HOGENBIRK, J.C. & WEIN, R.W. 1991. Fire and drought experiments in northern wetlands: a climate change analogue. *Canadian Journal of Botany*, 69:1991-1997.
- HOVER, I.E. & BRAGG, T.B. 1981. Effect of season of burning and moving on an eastern Nebraska *Stipa-Andropogon* prairie. *American Midland Naturalist*, 105:13-18.
- HULBERT, L.C. 1969. Fire and litter effects in undisturbed bluestem prairie in Kansas. *Ecology*, 50:874-877.
- KORNELIUS, E; SAUERESSIG, M.G. & GOEDERT, W.J. 1992. Estabelecimento e manejo de pastagens nos cerrados do Brasil. In: TERGAS, L.E.; SANCHEZ, P.A. & SERRAO, E.A.S. (eds.) *Produção de pastagens em solos ácidos dos trópicos*. Brasília, CIAT-EMBRAPA. pp.167-187.
- KUCERA, C.L. & EHRENREICH, J.H. 1962. Some effects annual burning on central Missouri prairie. *Ecology*, 43:334-336.
- LANGER, R.H.M. 1957. Growth and nutrition of timothy grass (*Phleum pratense*) II. Growth of the plant in relation to tiller development. *Annals of Applied Biology*, 45:582-541.
- LEIGH, J.H.; WOOD, D.H.; SLEE, A.V. & HOLGATE, M.D. 1991. The effects of burning and simulated grazing on productivity, forage quality, mortality and flowering of eight subalpine herbs in Kosciusko National Park. *Australian Journal of Botany*, 39:97-118.
- MALDONADO, H.G. 1983. *Patrones de crecimiento, alocacion de recursos y energia en tres gramíneas de las sabanas estacionales Sporobolus cubensis, Trachypogon plumosus e Hyparrhenia rufa*. Merida, Universidad de los Andes. 189pp.

- MEIRELLES, M.L. 1981. Produção primária e suas relações com fatores ambientais em pastagem artificial e campo sujo de cerrado, queimado e natural. Tese de mestrado. Brasília, UnB.
- MONASTERIO, M. & SARMIENTO, G. 1976. Phenological strategies of plant species in the tropical savanna and the semi-deciduous forest of the Venezuelan Llanos. *Journal of Biogeography*, 3:325-356.
- MORAES, E.A., RAMOS, A.K.B.; LEITE, G.G.; ASSAD, E.D.; BRANCIO, P.A. & LIMA, E.B. 1991. Resposta à queima em algumas espécies do Cerrado no Distrito Federal. *Anais da XXVIII Reunião Anual da SBZ. (Resumos)*
- MORAIS, M.V. 1990. Dinâmica do meio ambiente no Distrito Federal. In: NOVAES PINTO, M. (ed.) *Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas*. Brasília, UnB. pp.519-542.
- MOTT, J.J. & ANDREW, M.H. 1985. The effect of fire on the population dynamics of native grasses in tropical savannas of north-west Australia. *Proceedings Ecological of Society Australian*, 13:231-239.
- NIERING, W.A. & DREYER, G.D. 1989. Effects of prescribed burning on *Andropogon scoparius* in postagricultural grasslands in Connecticut. *American Midland Naturalist*, 122:88-102.
- NOBLE, J.C.; BELL, A.D. & HARPER, J.L. 1979. The population dynamics of plants with clonal growth. I. The morphology and structural demography of *Carex arenaria*. *Journal of Ecology*, 67:983-1008.
- OLD, S.M. 1969. Microclimates, fire and plant production in a Illinois prairie. *Ecological Monographs*, 39:355-384.
- PALADINES, O. & LEAL, J.A. 1979. Manejo y productividad de las praderas en los Llanos Orientales de Colombia. In: CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. *Producción de pastos en suelos ácidos de los trópicos: trabajos presentados durante un Seminario celebrado en el CIAT, 17-21 Abril, 1978*. Cali. pp.331-346.

- PALADINES, O. 1975. Management and utilization of native tropical pastures in America. In: CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. Proceedings of the Seminar on potential to increase beef production.: Feb. 18-21, 1974. Cali. pp.25-47.
- PITELKA, L.F. 1977. Energy allocation in annual and perennial lupines (*Lupinus*: Leguminosae). *Ecology*, 58:1055-1065.
- POTT, A. 1982. Pastagens das sub-regiões dos Paiaguás e da Nhecolândia do Pantanal mato-grossense. Corumbá, EMBRAPA/UEPAE de Corumbá. 49pp.
- POTT, A. 1989. O papel da pastagem na modificação da vegetação climax. In: FAVORETTO, V. & RODRIGUES, L.R.A. (eds.) Anais do Simpósio sobre Ecossistemas de Pastagens. Jaboticabal, UNESP-FUNEP. pp.43-67.
- RABINOWITZ, D.; RAPP, J.K.; SORK, V.L.; RATHCKE, B.J.; REESE, G.A. & WEAVER, J.C. 1981. Phenological properties of wind and insect pollinated prairie plants. *Ecology*, 62:49-56.
- REEKIE, E.G. 1991. Cost of seed versus rhizome production in *Agropyron repens*. *Canadian Journal of Botany*, 69:2678-2683.
- REEKIE, E.G. & BAZZAZ, F.A. 1987. Reproductive effort in plants. 3. Effect of reproduction on vegetative activity. *American Naturalist*, 129:907-919.
- RENVOIZE, S.A. 1984. The grasses of Bahia. Kew, Royal Botanic Gardens. 301pp.
- ROBSON, M.J. 1968. A comparison of British and North African varieties of tall fescue (*Festuca arundinacea*) IV. Tiller production in single plants. *Journal Applied of Ecology*, 5:431-443.
- ROCHA FILHO, G.H. da & SILVA, J.C.S. 1988. Germinação de gramíneas dos Cerrados: *Schizachyrium tenerum*. Brasília, EMBRAPA-CPAC. Pesquisa em Andamento. 2pp.

- ROOS, F.H. & QUINN, J.A. 1977. Phenology and reproductive allocation in *Andropogon scoparius* (Gramineae) populations in communities of different successional stages. *American Journal of Botany*, 64:545-540.
- ROSA, C.M.M. 1990. Recuperação pós-fogo das espécies de um campo sujo de cerrado. Tese de mestrado. Brasília, UnB. 155pp.
- SAN JOSE, J.J. & FARINAS, M.R. 1971. Estudio sobre los cambios de vegetación protegida de la quema y el pastoreo en la estación biológica de Los Llanos. *Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales*, 119-120:136-144.
- SAN JOSE, J.J. & FARINAS, M.R. 1983. Changes in tree density and species composition in a protected *Trachypogon* savanna, Venezuela. *Ecology*, 64:447-453.
- SAN JOSE, J.J. & FARINAS, M.R. 1991. Temporal changes in the structure of a *Trachypogon* savanna protected for 25 years. *Acta Oecologica - Oecologia Plantarum*, 12:237-247.
- SAN JOSE, J.J. & MEDINA, E. 1975. Effect of fire on organic matter production and water balance in a tropical savanna. In: GOLLEY, F.B. & MEDINA, E. (eds.) *Tropical Ecological Ecosystems*. Berlin, Springer-Verlag. p.251-264.
- SAN JOSE, J.J. & MEDINA, E. 1977. Producción de materia orgánica en la sabana de *Trachypogon*, Calabozo, Venezuela. *Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales*, 134:75-100.
- SANCHEZ, P.A. 1976. Properties and management of soils in the tropics. New York, John Wiley. 618pp.
- SARMIENTO, G. & MONASTERIO, M. 1983. Life forms and phenology. In: BOURLIERE, F. (ed.) *Tropical savannas. Ecosystems of the World*. v.13. Elsevier, Amsterdam. pp.79-108.

SAS/ETS, SAS/STAT. 1984. User's Guide. Versão 5.0. Carolina do Norte, SAS Institute Inc.

SCOTT, J.D. 1984. An historical review of research on fire in South Africa. In: BOOYSEN, P.V. & TAINTON, N.M. (eds.) Ecological effects of fire in South African Ecosystems. Berlin, Springer-Verlag. pp.53-65.

SIEGEL, S. 1977. Estatística não-paramétrica para as ciências do comportamento. São Paulo, McGraw-Hill. 349pp.

SILVA, J.A.; ALMEIDA, S.P.; LEITE, G.G. & ZOBY, J.L.F. 1987. Dieta de novilhos selecionada em pastagens nativa dos Cerrados. Brasília. Anais da XXIV Reunião Anual da SBZ. p.252.

SILVA, J.F. 1983. Contrastes ecológicos entre gramíneas codominantes de una sabana tropical. Trabajo de ascenso. Merida, Universidad de los Andes. 63pp.

SILVA, J.F. & ATAROFF, M. 1985. Phenology, seed crop and germination of coexisting grass species from a tropical savanna in Western Venezuela. Oecologia Plantarum, 6:41-51.

SILVA, J.F. & CASTRO, F. 1989. Fire, growth and survivorship in a Neotropical savanna grass *Andropogon semiberbis* in Venezuela. Journal of Tropical Ecology, 5:387-400.

SILVA, J.F.; RAVENTOS, J. & CASWELL, H. 1990. Fire and fire exclusion effects on the growth and survival of two savanna grasses. Acta Oecologica, 11:783-800.

SILVA, J.F.; RAVENTOS, J.; CASWELL, H. & TREVISAN, M.C. 1991. Population responses to fire in a tropical savanna grass, *Andropogon semiberbis*: a matrix model approach. Journal of Ecology, 79:345-356.

SILVERTOWN, J. 1987. Introduction to planta population ecology. 2.ed. Essex, Longman Scientific & Tecnical. 229pp.

- SOLBRIG, O.T. 1981. Studies on the population biology of the genus *Viola*. II. The effects of plant size on fitness on *Viola sororia*. *Evolution*, 35:1080-1093.
- SOUZA FILHO, A.P.S.; PIMENTEL, D.M. & MEIRELLES, P.R.L. 1986. Manejo de pastagens nativas de área de Cerrado no Amapá com o uso do fogo. Macapá, EMBRAPA-UEPAT. Pesquisa em andamento. 49:1-4.
- STEARNS, S.C. 1976. Life-history tactics: a review of the ideas. *The Quarterly Review of Biology*, 51:3-47.
- STRUGNELL, R.G. & PIGOTT, C.D. 1978. Biomass, shoot-production and grazing of two grassland in the Rwenzori National Park, Uganda. *Journal of Ecology*, 66:73-96.
- SUDECO - Superintendência do Desenvolvimento da Região Centro-Oeste. 1988. Plano de desenvolvimento da região Centro-Oeste (1987-1989). Brasília, SUDECO. 2.ed. 262pp.
- TZVELEV, N.N. 1989. The system of grasses (Poaceae) and their evolution. *The Botanical Review*, 55:141-204.
- VARESCHI, V. 1962. La quema como factor ecologico en los Llanos. *Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales*, 23:9-26.
- VILELA, L.; BARCELLOS, A.O.; SANZONOWICZ, C. & SPAIN, J.M. 1991. recuperação de pastagem de *Brachiaria ruziziensis* através do uso de grade aradora, nitrogênio e introdução de leguminosas. In: EMBRAPA-CPAC. Relatório técnico anual do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados 1985-1987. Brasília, CPAC. p.239-241.
- VIVAS, A. & BARUCH, Y. 1982. Repartición de biomasa en especies de una comunidad ssbanera en la Cordillera de la Costa. Parte II. *Acta Científica Venezolana*, 33 (Supl.1):107.
- WERNER, P.A. 1975. Predictions of fate from rosette size in Teasel (*Dipsacus fullonum* L.). *Oecologia*, 20:197-201.

- VOGL, R.J. 1974. Effects of fire on grasslands. In: KOZLOWSKI, T.T. & AHLGREN, C.C. (eds.) *Fire and Ecosystems*. New York, Academic Press. pp.139-194.
- WHITE, A.S.; COOK, J.E. & VOSE, J.M. 1991. Effects of fire and stand structure on grass phenology in a Ponderosa Pine Forest. *American Midland Naturalist*, 126:269-278.
- WILLIAMS, O.B. 1970. Population dynamics of two perennial grasses in Australian semi-arid grassland. *Journal of Ecology*, 58:869-875.
- WILLMS, W.; BAILEY, A.W. & McLEAN, A. 1980. Effects of clipping or burning on some morphological characteristics of *Agropyron spicatum*. *Canadian Journal of Botany*, 58:2309-2312.
- YOUNGER, Y.B. 1972. Physiology and defoliation on regrowth. In: YOUNGER, V.B. & MCKELL, C.M. (eds.) *The biology and utilization of grasses*. New York, Academic Press.
- YOUNG, R.P. & MILLER, R.F. 1985. Response of *Sitanion hystrix* (Nutt.) J.G. to prescribed burning. *American Midland Naturalist*, 113:182-187.
- ZADOKS, J.C.; CHANG, T.T. & KONZAK, C.F. 1974. A decimal code for the growth stages of cereal. *Weed Research*, 14:415-421.
- ZOBY, J.L.F.; KORNELIUS, E. & SAUERESSIG, M.G. 1987. Banco de proteína como complemento de pastagem nativa de cerrado na recria de fêmeas. In: EMBRAPA-CPAC. *Relatório técnico anual do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, 1982/1985*. Planaltina, EMBRAPA-CPAC. pp.302-304.

APÊNDICE

Tabela 6. Médias de altura (em cm) de *E. inflexa* e *T. filifolius* nas áreas com e sem queima.

data	no.dias	ECHIN. c/ queima		ECHIN. s/ queima		TRACH. c/queima		TRACH. s/queima	
		média	DP†	média	DP	média	DP	média	DP
2/9	1	4	1.6	48	15.6	12	5.7	62.7	10.6
9/9	7	4.3	1.7			13.2	7		
16/9	14	4.8	2.1			14.2	7.3		
23/9	21	5.6	2.7			12.6	7.4		
30/9	28	7.4	3.1			16.4	6.8		
7/10	35	9	3.6	47	15	22.1	6	58.3	11
14/10	42	10.8	3.8			26	6.7		
21/10	49	11.9	4.2			27.6	6.7		
4/11	63	13.1	5.4			29.9	7		
18/11	77	15.6	6.2	48.7	14	35.1	7.6	63.3	9.7
1/12	91	17.9	7.4			38.4	7.2		
14/12	105	20.2	8.3			41.1	8		
4/1	124	22.2	9.3			46.2	9.4		
13/1	133	24.4	10.5	55.7	13.3	46.2	9		
2/2	153	27.4	10.6	53.7	14.3	51.5	9.9	67	9.7
10/2	161	26.4	10.8			48.3	12.1		
24/2	175	26.9	10.9			51.1	11.1		
23/3	203	27.9	11.6	52.5	16	56.5	15.8	61.1	14.9
13/4	224	29.4	12.1			63.2	24.8		
26/4	237			51.2	16.8			64.5	13.7
4/5	245					64.3	24.8		
24/5	265	29.1	12.1	48.1	17.7	61	20.8	60.7	16.8

† desvio padrão da amostra

obs. Como esperávamos pouca variação no crescimento dos perfilhos na área sem queima, as medidas nesta área foram feitas com menor frequência do que na área queimada, daí, os espaços em em branco, presentes na tabela acima.

Tabela 7. Taxas de sobrevivência e mortalidade dos perfis marcados de *E. inflexa* e *T. filifolius* em áreas com e sem queima.

NIV - no. de indivíduos vivos
 ZIV - % de indivíduos vivos
 ZMC - % mortalidade cumulativa
 NT - mortalidade total
 ZIM - % de indivíduos mortos

data	E.inflexa/CO			E.inflexa/SQ			T.filifolius/CO			T.filifolius/SQ		
	NIV	ZIV	ZMC	NIV	ZIV	ZMC	NIV	ZIV	ZMC	NIV	ZIV	ZMC
2/9	150	100	0	54	100	0	150	100	0	54	100	0
9/9	150			54			149	99.3		54		
16/9	150			54			148	98.6		54		
23/9	150			54			147	98		54		
30/9	150	100	0	54	100	0	147	98	12.5	54	100	0
7/10	150			53	98	25	147			54		
14/10	150			53			145	96.7		54		
21/10	150			53			145	96.7		54		
4/11	149	99.3	6.25	53	98	25	140	93.3	41.66	54	100	0
18/11	149			53			140	93.3		52		
1/12	149	99.3	6.25	53	98	25	139	92.7	45.83	52	96.3	40
14/12	148	98.6	12.5	53			137	91.3	54.17	52		
4/1	148	98.6	12.5	53	98	25	137	91.3	54.17	52	96.3	40
13/1	147	98	18.75	53			137			52		
2/2	147	98	18.75	53	98	25	137	91.3	54.17	52	96.3	40
10/2	147			53			136	90.7		52		
24/2	145	96.7	31.25	53	98	25	134	89.3	66.67	52	96.3	40
23/3	144	96	37.5	50	92.6	100	130	86.7	83.33	51	94.4	60
13/4	139	92.7		50			128	85.3		50	92.6	
27/4		92.7	68.75	50	92.6	100		85.3	91.67		92.6	80
4/5		92.7		50	92.6		127	84.7			92.6	
25/5	134	89.3	100	50	92.6	100	126	84	100	49	90.7	100
NT	16			4			24			5		
ZIM	10.7			7.4			16			9.2		

Tabela 8. Floração e frutificação de *E. inflexa* e *T. filifolius* em áreas com e sem queima.

NI - no. de inflorescências nos perfilhos marcados

NP - no. de perfilhos marcados com inflorescência

data	ECHINOLAENA CQ		ECHINOLAENA SQ		TRACHYPOGON CQ		TRACHYPOGON SQ	
	NI	NP	NI	NP	NI	NP	NI	NP
1/12	4	3						
14/12	5	5						
4/1	9	8	64	35				
13/1	22	17	24	18				
20/1	42	40	37	27				
2/2	12	11	13	10				
10/2	5	5						
24/2	8	5						
23/3	5	5	2	2	10	10		
31/3					41	41		
13/4	4	4			42	41		
26/4			2	2	13	13	2	2
4/5					7	7		
24/5			4	3	5	5		
total	116	103	146	97	118	117	2	2
X	77.3	69.3	270.4	179.6	78.7	78	3.7	3.7

Obs.

Echin cq - 62 perfilhos marcados floresceram (41,34%)

Echin sq - 47 perfilhos marcados floresceram (87,0%)

Trach cq - 54 perfilhos marcados floresceram (36,0%)

Trach sq - 2 perfilhos marcados floresceram (3,7%)

Tabela 9. Médias de biomassa total (em g) de E. inflexa e I. filifolius nas áreas com e sem queima.

data	no.dias	ECHIN. r.queima		ECHIN. s.queima		TRACH. c.queima		TRACH. s.queima	
		media	desvio	media	desvio	media	desvio	media	desvio
2/9	1	0.0243	0.0134	0.5878	0.0967	0.0189	0.0065	0.6694	0.0877
9/9	7	0.038	0.0099			0.0245	0.0087		
23/9	21	0.099	0.048			0.1001	0.0296		
7/10	35	0.1198	0.077	0.5948	0.043	0.1183	0.0447	0.6067	0.0123
21/10	49	0.163	0.0212			0.1385	0.0294		
18/11	77			0.6112	0.0446			0.666	0.0411
1/12	91	0.2442	0.0732			0.212	0.0756		
14/12	105			0.6182	0.0521			0.7293	0.0712
4/1	124	0.4696	0.0922						
13/1	133	0.5311	0.0858	0.679	0.0694			0.7863	0.0849
20/1	140	0.5674	0.0682						
2/2	153	0.5656	0.0788	0.6406	0.0698	0.2325	0.0687	0.8402	0.0682
24/2	175	0.5199	0.0827			0.4116	0.0538		
23/3	203	0.4355	0.0696	0.6012	0.0847	1.0072	0.0784	0.8236	0.0581
13/4	224					1.0822			
27/4	231	0.3497	0.0552	0.5953	0.0876	0.9659	0.0482	0.8168	0.0692
24/5	265	0.364	0.0467	0.5572	0.0727	0.8856	0.0886	0.6438	0.0192

Tabela 10. Alocação de recursos por componente (%) para E. inflexa nas áreas com e sem queima.

-----+
 ;COM QUEIMA ;
 -----+

data	limbo	bainha	caule	infloresc.
2/9	44.9	26.7	28.4	
9/9	59.7	17.4	22.9	
23/9	58.2	19.2	22.6	
7/10	52.2	31.3	16.5	
21/10	50	31.8	18.2	
1/12	46.5	22	28.7	2.8
4/1	31.97	21	40.6	6.43
13/1	20.4	17.5	52	10.1
20/1	22.5	17.4	45.3	14.8
2/2	24.4	23.5	45.7	6.4
24/2	29.1	19.1	47.8	4
23/3	24.6	22.4	49	4
20/4	29.1	19.13	47.75	4
24/5	27.5	21.3	51.15	

-----+
 ;SEM QUEIMA ;
 -----+

data	limbo	bainha	caule	infloresc.
2/9	24.4	19.2	56.4	
7/10	37.3	15.2	47.5	
18/11	37.6	17.1	45.3	
14/12	33.2	23.1	43.7	
13/1	28.6	14.5	39.5	17.4
1/2	23.8	19	45.2	12
23/3	24.4	16	49.2	10.4
27/4	24	17.9	51.6	6.5
25/5	29.3	19.8	50.9	

Tabela 11. Alocação de recursos por componente (%) para *I. filifolius* nas áreas com e sem queima.

 :COM QUEIMA :

data	limbo	bainha	caule	infloresc
2/9	45	23.8	31.2	
9/9	51	26.1	22.9	
23/9	61.1	31.2	7.7	
7/10	60	27.6	12.4	
21/10	62.2	25.8	12	
1/12	56.7	29	14.3	
2/2	57.7	33.4	8.9	
24/2	40.8	36	23.2	
23/3	26.8	49	15.6	8.6
13/4	31.33	47.86	14.71	6.1
27/4	29.4	32.4	20.3	17.9
11/5	29.5	46	13.26	11.24
25/5	25.52	47.47	27.01	

 :SEM QUEIMA :

data	limbo	bainha	caule	infloresc
2/9	19.9	49.9	25.2	3.4
7/10	30.1	36.2	33.7	
18/11	32.5	36.6	30.9	
14/12	40.7	34.6	24.7	
13/1	41.7	36.7	21.6	
2/2	41.1	36.8	22.1	
23/3	44.2	32.6	23.2	
27/4	41.2	37.3	21.5	
25/5	37.2	32.8	30	

Tabela 12. Densidade de perfilhos (no. indivíduos/625 cm²) de *E. inflexa* e *I. filifolius* em áreas com e sem queima.

plot	ECHIN CO			ECHIN SQ			TRACH CO			TRACH SQ		
	OUT	JAN	MAI	OUT	JAN	MAI	OUT	JAN	MAI	OUT	JAN	MAI
1	14	16	11	19	29	29	27	30	26	7	20	12
2	15	19	16	3	7	6	10	16	9	4	7	11
3	8	7	9	6	7	10	50	47	51	22	56	50
4	0	0	0	5	7	6	27	26	26	0	0	0
5	10	22	20	4	6	13	39	37	35	20	27	34
6	4	9	11	8	20	31	4	6	3	0	0	0
7	9	9	13	2	3	10	32	27	31	5	10	0
8	15	14	14	1	4	4	4	4	6	0	3	1
9	13	11	11	0	2	4	43	43	46	5	8	5
10	12	20	21	7	12	13	9	11	14	0	3	3
media	10	12.7	12.6	5.5	9.7	12.6	24.5	24.7	24.7	6.3	13.4	11.6
desvio	4.69	6.451	5.643	5.123	8.1	9.254	16.01	14.35	15.74	7.76	16.43	16.16