

PATRÍCIA CHAVES DE OLIVEIRA

AVALIAÇÃO DE GRAMÍNEAS CULTIVADAS EM TRÊS
NÍVEIS DE FERTILIDADE DO SOLO, VISANDO A
REVEGETAÇÃO DE ÁREAS SUJEITAS À INUNDAÇÃO

Dissertação apresentada à Escola Superior de
Agricultura de Lavras, como parte das exigências
do curso de Pós-Graduação em Agronomia, área
de concentração Fisiologia Vegetal, para a
obtenção do título de «MESTRE».

Orientador:

Prof. Dr. Luiz Edson Mota de Oliveira

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
1994

PATRÍCIA CHAVES DE OLIVEIRA

**AVALIAÇÃO DE GRAMÍNEAS CULTIVADAS EM TRÊS NÍVEIS DE FERTILIDADE
DO SOLO, VISANDO A REVEGETAÇÃO DE ÁREAS SUJEITAS À INUNDAÇÃO**

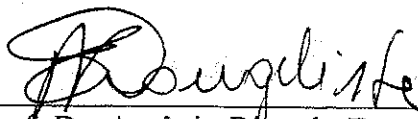
APROVADA: 23 de fevereiro de 1994.



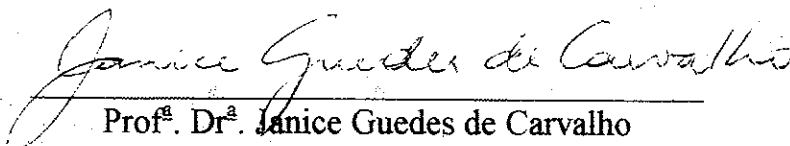
Prof. Dr. Luiz Edson Mota de Oliveira
Orientador



Prof. Dr. Fabiano Ribeiro do Vale
Co-orientador



Prof. Dr. Antônio Ricardo Evangelista
Co-orientador



Prof.ª Dr.ª Janice Guedes de Carvalho

Este trabalho faz parte do projeto “Estudo integrado da vegetação ciliar do alto Rio Grande e implantação de projeto de reflorestamento, com espécies nativas e exóticas na região, as margens dos reservatórios da CEMIG em Itutinga e Camargos, Minas Gerais”, que está sendo desenvolvido através do contrato CEMIG/ESAL/FAEPE

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Cleyton e Terezinha, e meus irmãos Cleyton Filho e Genardo, pelo carinho e incentivo na realização desta obra.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à CAPES/PICD pela concessão de bolsa. À Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG) de Itutinga, agradeço o apoio na realização dos trabalhos.

Ao Dr. Luiz Edson Mota de Oliveira e demais co-orientadores agradeço a amizade e a oportunidade de conduzir este trabalho.

Agradeço carinhosamente à Fátima e Arie Blank, incansáveis na edição desta obra. Da mesma forma, agradeço à querida Denise pelas análises estatísticas e ao amigo Peninha pelo apoio nas práticas laboratoriais.

Aos queridos Evaristo, Jônio e Josirley, agradeço o trabalho e a companhia durante a execução desta obra.

Agradeço afetuosamente ao seu Policarpo pelo fornecimento do material vegetal e aos queridos companheiros de campo; Ricardo, Zé, Odorêncio e Leninha.

Finalmente, agradeço com carinho a uma pessoa muito especial que conheci em Lavras, minha amiga Alessandra Resende, pela amizade sincera.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE QUADROS	viii
LISTA DE FIGURAS	xi
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 Ecossistemas inundáveis	3
2.1.1 Efeitos da inundação na fertilidade do solo	3
2.1.2 Efeitos da inundação na cobertura vegetal e sua importância	4
2.2 Importância de macronutrientes para gramíneas	7
2.2.1 Nitrogênio	7
2.2.2 Fósforo	9
2.2.3 Potássio	10
2.2.4 Cálcio e magnésio	11
2.2.5 Enxofre	12
2.3 Fisiologia do crescimento e desenvolvimento de gramíneas	14
3 MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1 Experimento realizado em condições de casa de vegetação (EXPERIMENTO 1) ...	
3.1.1 Solo e espécies vegetais	20
3.1.2 Preparo dos vasos, correção e adubação do solo	22
3.1.3 Plantio e irrigação	23
3.1.4 Parâmetros analisados	24
3.1.4.1 Crescimento em altura	24
3.1.4.2 Perfilhamento	24
3.1.4.3 Produção e distribuição de matéria seca	25
3.1.5 Delineamento experimental	25
3.1.6 Análise estatística	25
3.2. Experimento realizado em condições de campo (EXPERIMENTO 2)	26
3.2.1 Variação do nível de água na área de depleção, solo e espécies vegetais	26
3.2.2 Delineamento experimental e tratamentos	29

	Página
3.2.3 Preparo da área	30
3.2.4 Análise química da planta	31
3.2.5 Avaliação visual dos "stands" de gramíneas	31
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
4.1 Experimento realizado em condições de casa de vegetação (EXPERIMENTO 1) ..	35
4.1.1 Crescimento em altura de planta	35
4.1.2 Perfilhamento	44
4.1.3 Produção e distribuição de matéria seca	46
4.1.3.1 Matéria seca total	46
4.1.3.2 Matéria seca da parte aérea	48
4.1.3.3 Matéria seca do sistema radicular	50
4.1.3.4 Porcentagem de matéria seca total distribuída para a parte aérea e para o sistema radicular	53
4.2 Experimento realizado em condições de campo (EXPERIMENTO 2)	55
4.2.1 Teores de macronutrientes	55
4.2.1.1 Nitrogênio	55
4.2.1.2 Fósforo	57
4.2.1.3 Potássio	58
4.2.1.4 Cálcio	59
4.2.1.5 Magnésio	60
4.2.1.6 Enxofre	61
4.2.2 Avaliação visual dos "stands" de gramíneas	62
5 CONCLUSÕES	66
6 RESUMO	67
7 SUMMARY	69
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71
APÊNDICE	83

LISTA DE QUADROS

Quadro	Página
1 Análise da fertilidade do solo de área de depleção. ESAL, Lavras - MG, 1993 ..	21
2 Espécies estudadas no experimento de casa-de-vegetação. ESAL, Lavras - MG, 1993	21
3 Quantidade de corretivos e nutrientes para correção e adubação do solo oriundo de área de depleção do Reservatório Hidrelétrico de Camargos, Itutinga, MG, nos três níveis de fertilidade. ESAL, Lavras - MG, 1993	23
4 Quantidades de nitrogênio e potássio (mg/vaso) nas adubações de cobertura, em função dos tratamentos de fertilidade. ESAL, Lavras - MG, 1993	23
5 Análise da fertilidade do solo nos diferentes níveis de fertilidade estudados em área de depleção do Reservatório Hidrelétrico de Camargos, no município de Itutinga, em Minas Gerais. ESAL, Lavras - MG, 1993	28
6 Espécies vegetais com seus respectivos nomes vulgares e sua ocorrência na área de depleção do Reservatório Hidrelétrico de Camargos, no município de Itutinga, em MG. ESAL, Lavras - MG, 1993	28
7 Quantidades de nitrogênio (N), fósforo (P_2O_5) e potássio (K_2O) aplicados nos sulcos. ESAL, Lavras - MG, 1993	30
8 Crescimento acumulado em altura de plantas (cm) de oito espécies de gramíneas, em função de três níveis de fertilidade no solo, a partir do 33º dia até o 45º dia após o plantio. ESAL, Lavras-MG, 1993	36

Quadro

Página

9	Crescimento em altura de plantas de gramíneas obtidas no menor nível de fertilidade do solo (F0) em relação ao maior (F2) no 1º período de avaliação aos 45 dias após o plantio, em ordem decrescente. ESAL, Lavras - MG, 1993	39
10	Crescimento acumulado em altura de plantas (cm) de oito espécies de gramíneas, em função de três níveis de fertilidade no solo, a partir do 48º dia até o 63º dia após o plantio. ESAL, Lavras - MG, 1993	41
11	Crêscimento em altura de plantas de gramíneas obtidas no menor nível de fertilidade do solo (F0) em relação ao maior (F2) no 2º período de avaliação aos 63 dias após o plantio em ordem decrescente. ESAL, Lavras-MG, 1993	44
12	Perfilhamento (número de perfilhos/vaso) de oito espécies de gramíneas, em função de três níveis de fertilidade no solo, no 30º dia e 60º dia após o plantio. ESAL, Lavras - MG, 1993	45
13	Perfilhamento de gramíneas obtidas no menor nível de fertilidade do solo (F0) em relação ao maior (F2) aos 60 dias após o plantio, em ordem decrescente. ESAL, Lavras-MG, 1993	46
14	Produção de matéria seca total de gramíneas obtidas no menor nível de fertilidade do solo (F0) em relação ao maior (F2) aos 70 dias após o plantio, em ordem decrescente. ESAL, Lavras-MG, 1993	48
15	Produção de matéria seca da parte aérea de gramíneas obtidas no menor nível de fertilidade do solo (F0) em relação ao maior (F2) aos 70 dias após o plantio, em ordem decrescente. ESAL, Lavras - MG, 1993	50
16	Produção de matéria seca do sistema radicular de gramíneas obtidas no menor nível de fertilidade do solo (F0) em relação ao maior (F2) aos 70 dias após o plantio, em ordem decrescente. ESAL, Lavras -MG, 1993	51

Quadro

Página

17	Porcentagem de matéria seca total distribuída para a parte aérea [(MS-PA)/MS total] e para o sistema radicular [(MS.SR/MS total] de oito espécies de gramíneas, em função de três níveis de fertilidade no solo, aos 70 dias após o plantio. ESAL, Lavras-MG, 1993	54
18	Teor de nitrogênio (%) na matéria seca da parte aérea de dez espécies de gramíneas, cinco meses após o plantio em área de depleção, Reservatório Hidrelétrico de Camargos. ESAL, Lavras-MG, 1993	56
19	Teor de fósforo (%) na matéria seca da parte aérea de dez espécies de gramíneas, cinco meses após o plantio em área de depleção, Reservatório Hidrelétrico de Camargos, Itutinga, MG. ESAL, Lavras- MG, 1993	57
20	Teor de potássio (%) na matéria seca da parte aérea de dez espécies de gramíneas, aos cinco meses após o plantio em área de depleção, Reservatório Hidrelétrico de Camargos, Itutinga, MG. ESAL, Lavras - MG, 1993	58
21	Teor de cálcio (%) na matéria seca da parte aérea de dez espécies de gramíneas, aos cinco meses após o plantio em área de depleção, Reservatório Hidrelétrico de Camargos, Itutinga, MG. ESAL, Lavras - MG, 1993	59
22	Teor de magnésio (%) na matéria seca da parte aérea de dez espécies de gramíneas, aos cinco meses após o plantio em área de depleção, Reservatório Hidrelétrico de Camargos, Itutinga, MG. ESAL, Lavras - MG, 1993	60
23	Teor de enxofre (%) na matéria seca da parte aérea de dez espécies de gramíneas, aos cinco meses após o plantio em área de depleção, Reservatório Hidrelétrico de Camargos, Itutinga, MG. ESAL, Lavras - MG. 1993	61

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1 Variação do nível d'água em área de depleção experimental no Reservatório de Camargos, Itutinga, MG. ESAL, Lavras - MG, 1993	27
2 Croqui do experimento de campo em área de depleção, Represa de Camargos, Itutinga, MG. ESAL, Lavras - MG, 1993	32
3 Detalhe da parcela experimental do experimento de campo em área de depleção, Reservatório Hidrelétrico de Camargos, Itutinga, MG. ESAL, Lavras - MG, 1993	33
4(A-D) Crescimento acumulado em altura de planta (cm), de <i>E. pyramidalis</i> , <i>E. polystachia</i> , <i>D. suazilandensis</i> e <i>B. radicans</i> , em função de 3 níveis de fertilidade no solo (F0, F1 e F2), do 33º ao 45º dia após o plantio. ESAL, Lavras - MG, 1993	37
4(E-H) Crescimento acumulado em altura de planta (cm), de <i>B. mutica</i> , <i>B. radicans</i> x <i>B. mutica</i> , <i>P. repens</i> e <i>anceps</i> em função de 3 níveis de fertilidade no solo (F0, F1 e F2), do 33º ao 45º dia após o plantio. ESAL, Lavras - MG, 1993	38
5(A-D) Crescimento acumulado em altura de plantas (cm), de <i>E. pyramidalis</i> , <i>E. polystachia</i> , <i>D. suazilandensis</i> e <i>B. radicans</i> , em função de 3 níveis de fertilidade no solo (F0, F1 e F2), do 48º ao 63º dia após o plantio. ESAL, Lavras - MG, 1993	42

Figura

Página

5(E-H)	Crescimento acumulado em altura de plantas (cm), de <i>B. mutica</i> , <i>B. radicans</i> x <i>B. mutica</i> , <i>P. repens</i> e <i>S. anceps</i> em função de 3 níveis de fertilidade no solo (F0, F1 e F2), do 48º ao 63º dia após o plantio. ESAL, Lavras - MG, 1993	43
6	Produção de matéria seca total (MS) (g/vaso) de oito espécies de gramíneas, aos 70 dias após o plantio, em função de 3 níveis de fertilidade no solo (F0, F1 e F2). ESAL, Lavras - MG, 1993	47
7	Produção de matéria seca da parte aérea (MS-PA) (g/vaso) aos 70 dias após o plantio, em função de 3 níveis de fertilidade no solo (F0, F1, F2). ESAL, Lavras-MG, 1993	49
8	Produção de matéria seca do sistema radicular (MS-SR) (g/vaso) aos 70 dias após o plantio, em função de 3 níveis de fertilidade no solo (F0, F1, F2). ESAL, Lavras - MG, 1993	52

1 INTRODUÇÃO

A necessidade crescente na determinação de ambientes que devam ser preservados é observada no Código Florestal, no qual considera como de preservação permanente, todas as formas de vegetação situadas em faixas marginais de rios, ao redor de lagoas e lagos de reservatórios d'água naturais e artificiais (IEF, 1965). Dessa forma, a vegetação ciliar exerce a função de proteção destas áreas, onde a largura dos cursos d'água é fator determinante da faixa marginal mínima de proteção.

Em ecossistemas inundáveis artificiais, como as áreas de depleção marginais a reservatórios hidrelétricos ocorrem sérias mudanças nos processos físicos, químicos e biológicos do solo (PONNAMPERUMA, 1984). Em algumas dessas áreas, a ausência de vegetação favorece o assoreamento dos lagos pela erosão, a qual é provocada pelas marolas e enxurradas, além de não criar condições favoráveis para o desenvolvimento da fauna ictiológica, bem como diminuir a qualidade da água em função do carreamento de sedimentos, como verificaram STEINBLUMS et alii (1984).

Um exemplo característico desta situação, é observado especialmente nas áreas de depleção marginais do Reservatório Hidrelétrico de Camargos, no município de Itutinga, MG; onde a baixa fertilidade dos solos inundados periodicamente pelo represamento do curso d'água, agrava o equilíbrio do ecossistema aquático e a implantação e o estabelecimento de vegetação ciliar. O estresse químico do solo e os períodos de inundações sucessivas associados a ausência de

vegetação arbórea e arbustiva e a uma deficiente e descontínua cobertura vegetal herbácea especialmente de gramíneas tornam, estas áreas, motivo de estudo, visando o desenvolvimento de estratégias tecnológicas que possibilitem implantar um ecossistema vegetal tolerante às condições ambientais adversas dessas áreas.

As características edáficas associadas ao impacto ambiental que sofrem essas áreas marginais, sujeitas ao deplecionamento do nível d'água exigem a definição de uma composição florística que se caracterize pela tolerância das espécies à baixa disponibilidade de oxigênio nos ambientes inundados temporariamente, e também as condições de baixa fertilidade do solo.

Com o objetivo de selecionar espécies para revegetar tais áreas, este trabalho propôs avaliar o comportamento de algumas espécies de gramíneas quando cultivadas sob três níveis de fertilidade do solo de uma área de depleção do reservatório Hidrelétrico de Camargos, em condições de casa-de-vegetação e de campo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Ecossistemas inundáveis

2.1.1 Efeitos da inundação na fertilidade do solo

Em todos os ecossistemas inundáveis, naturais ou artificiais, como as matas ciliares, várzeas, igapós e as áreas de depleção marginais a reservatórios hidrelétricos por exemplo, ocorrem sérias mudanças nos processos físicos, químicos e biológicos do solo. Entretanto, a natureza de tais mudanças, depende de características físico-químicas intrínsecas do solo, bem como, da duração da inundação (PONNAMPERUMA, 1984).

A destruição da estrutura do solo, com a inundação, talvez seja um dos mais importantes fatores causadores do desequilíbrio no sistema solo-planta. O rompimento dos agregados do solo é resultado da redução da coesão entre as partículas devido ao aumento do conteúdo de água; defloculação da argila em função da diluição da solução do solo; e destruição dos agentes cimentantes, entre outros (SANCHEZ, 1984).

A inundação diminui o movimento da água em solos com baixa permeabilidade, justamente devido à destruição dos agregados do solo, e consequente dispersão das partículas, entre outros (WICKHAM & SINGH, 1978).

As alterações térmicas que a inundação provoca, afetam a velocidade e a dinâmica das mudanças químicas e eletroquímicas, como a liberação de nutrientes, produção de toxinas e por último o desenvolvimento da comunidade vegetal (CRAWFORD, 1992; DREW, 1988; DREW & LINCH, 1980).

Os efeitos químicos da inundação na fertilidade dos solos incluem a acumulação de nitrogênio, o aumento da disponibilidade do ferro, fósforo, manganês e molibdênio e por outro lado a redução da disponibilidade de cobre, zinco e enxofre (PONNAMPERUMA, 1984).

Mudanças eletroquímicas, como o aumento do pH em solos ácidos inundados, e a redução do pH em solos alcalinos, acarretam alterações na absorção e concentração de nutrientes ou toxinas, bem como nos processos microbiológicos do solo (PONNAMPERUMA, 1972 e MARSCHNER, 1991).

As modificações físicas, químicas e biológicas a que estão sujeitos os solos inundados, determinam os processos que conduzem à baixa fertilidade dos mesmos, uma vez que o escoamento de nutrientes superficial e subsuperficial é inevitável em áreas sujeitas à erosão (LIMA, 1989 e PETERSONN & CORREL, 1984).

2.1.2 Efeitos da inundação na cobertura vegetal e sua importância

A vegetação ciliar que ocorre em áreas que vão desde às margens de rios, lagos ou represas até às planícies de inundação (margens do corpo d'água), apresentam grande variação na sua composição. Tais variações, são decorrentes do próprio ecossistema em declive, o qual apresenta gradientes em umidade de solo, fator este, determinante no tipo de vegetação. Esta

vegetação, associada ao solo e clima, determina a ecofisiologia de espécies vegetais em ecossistemas inundáveis (REICHARDT 1989).

A existência de vegetação ao longo dos cursos fluviais é determinada entre outros, em função da composição, textura dos solos e profundidade do lençol freático (CAMARGO et alii, 1971 e GOUVEA, 1974).

A dinâmica dos cursos fluviais, bem como os processos de erosão ou deposição e solapamento, também controlam o desenvolvimento da vegetação, isto é, a dinâmica sussecional ao longo das margens dos rios (TROPPMAIR & MACHADO, 1974). Desta forma, a frequência, intensidade e duração das inundações exercem influência marcante na presença ou não de cobertura vegetal (CAMARGO et alii, 1971 e HUECK, 1972).

A vegetação ciliar, a qual pode ter inúmeras denominações, como florestas ripárias, de galerias, de várzea, de igapó, campos inundados, entre outras, apresenta grande importância no controle hidrológico de uma bacia, no que tange aos fluxos de água (superficiais e sub-superficiais) e de sedimentos, os quais, levam consigo nutrientes, entre as áreas mais altas da bacia hidrográfica e o sistema aquático (LIMA, 1989).

A ecofisiologia das espécies vegetais de ecossistemas inundáveis permite que sua composição vegetal atue como um filtro, e por isso seja denominada "sistema-tampão". A alta condutividade hidráulica na superfície do solo sob vegetação ciliar, reduz o deflúvio superficial, diminuindo assim os riscos de erosão (REICHARDT, 1989 e LOMBARDI NETO, 1993).

Portanto, em função dos diversos gradientes existentes em áreas que apresentam um certo declive até as margens dos cursos d'água, é o gradiente em umidade de solo, que mais determina a adaptação ou não das espécies vegetais em áreas inundáveis. Tal adaptação pode ser expressa na tolerância ou não da vegetação à períodos de hipoxia (JACKSON & DREW, 1984).

Contudo, a existência de algumas áreas que são inundadas periodicamente, como as áreas de depleção marginais aos reservatórios, apresentam na sua maioria, problemas na fertilidade do solo que associado ao estresse por hipoxia, impõe à flora uma certa rusticidade em sua fisiologia. Dessa forma, OMERNIK et alii (1981), recomendam um manejo adequado de uso do solo, para o estabelecimento de qualquer cobertura vegetal sob tais condições ambientais.

Segundo LOWRANCE et alii (1984) a vegetação ciliar mantém a qualidade da água, reduzindo o aporte de nutrientes ao curso d'água, em função da absorção destes do escoamento sub-superficial pelo ecossistema de vegetação ciliar.

Entretanto, a estrutura de alguns solos que sofrem inundação, não permite o estabelecimento de matas ciliares, mas sim uma cobertura vegetal formada preponderadamente por herbáceas, como é o caso da intensa cobertura vegetal das várzeas amazônicas, por canaranas, um tipo de gramínea do gênero *Echynochloa* (JUNK, 1970, 1979).

Muitas outras gramíneas, do gênero *Brachiaria* e *Setaria* toleram inundações, sendo frequentemente encontradas em biótopos aquáticos (SKERMAN, 1977 e SOUZA FILHO et alii, 1985). Tal tolerância pode ser expressa pela presença de estruturas morfo-anatômicas de escape à anoxia do ambiente radicular, (BRADFORD & YANG, 1981 e KOZLOWSKI, 1984), que podem possibilitar manter a atividade metabólica aeróbica mesmo nas partes submersas.

Algumas herbáceas apresentam ainda, uma certa tolerância a ambientes sujeitos a inundações periódicas caracterizada pela possibilidade de sobrevivência de seus propágulos sexuais e assexuais, após o estresse anóxico imposto pela inundação como relata PELACANI (1993).

A revegetação de áreas de depleção caracterizada por solos com baixa fertilidade, pode-se efetuar quando da utilização de plantas herbáceas, que apresentem um sistema radicular bastante

exploratório capaz de promover a agregação das partículas do solo, e com isso evitar em grande parte os processos erosivos (RODRIGUES, 1985). Neste contexto se incluem algumas gramíneas adaptadas a ambientes inundados, porque, além da capacidade que as mesmas apresentam na produção de biomassa propiciando, conseqüentemente, uma rápida cobertura do solo, criam um microclima ideal ao processo de sucessão ecológico em ecossistemas inundados (ALCÂNTARA, 1985).

2.2 Requerimentos nutricionais de gramíneas

2.2.1 Nitrogênio

As respostas diferenciadas das espécies de gramíneas quanto a adubação nitrogenada é relatada por OLSEN (1972) que observou em quatro gramíneas tropicais uma produção máxima de matéria seca quando eram fornecidas doses de 896 kg de N/ha; enquanto o capim-Setária aumentava sua produção até a dose de 1568 Kg de N/ha.

SANTANA & SANTOS (1983) observaram que o aumento na produção de matéria seca do capim-Setária era proporcional ao aumento no intervalo de corte, independente do parcelamento de doses de nitrogênio.

Portanto, a fisiologia do crescimento e desenvolvimento específica a cada gramínea é que caracteriza a maior ou menor eficiência na utilização de minerais e conseqüente produção de biomassa; como pode ser provado por ensaios realizados por KOHMANN & JACQUES (1979), em que o estadio de crescimento do capim-Setária tem efeito marcante no aumento da produção de matéria seca.

Em estudos realizados por HERLING et alii (1991), foi observado para o capim-Setaria cv. Kazungula que os aumentos na adubação nitrogenada propiciaram maiores produções de matéria seca e número de perfilhos basilares em idades mais avançadas, o que é de suma importância na propagação e sobrevivência dessas plantas, ao processo de revegetação em áreas de baixa fertilidade no solo.

O nitrogênio, por ser um dos elementos químicos essenciais a todos os ecossistemas, tem na sua disponibilidade um fator limitante na produção vegetal. Maiores produtividades são possíveis quando da adição do nitrogênio mediante fixação biológica ou através do uso de fertilizantes nitrogenados (SEIFFERT, 1990).

Segundo HENZELL (1977) e WHITERMAN(1980), a produção de pastagens implantadas em solos tropicais está intimamente relacionada com o nitrogênio disponível no solo.

Os ganhos e perdas de nitrogênio nos sistemas bióticos são relativamente grandes, dessa forma, o grau de utilização de pastos, o tipo de fertilização utilizada, entre outros, são fatores que determinam as concentrações de nitrogênio nos solos, que uma vez baixas, causam a degradação de pastagens (WERNER, 1986a).

As concentrações de nitrogênio nas pastagens nativas, segundo HENZELL (1977), são altas na estação chuvosa, devido a rápida mineralização do nitrogênio orgânico, diminuindo gradativamente com a maturidade da planta, onde o nitrogênio é então translocado para os tecidos dos caules e raízes.

Sendo o nitrogênio, requerido em grandes quantidades pelas plantas, é fundamental níveis adequados deste elemento no solo de pastagens, para que um sistema produtivo estável se estabeleça, como sugerem alguns autores (ALLISON, 1965 e VALLIS, 1972).

BARTHOLOMEW (1977), trabalhando com pastagens de *Brachiaria*, observou que as condições de alta densidade de plantas e de grande profundidade do sistema radicular, minimizavam as perdas de nitrogênio o que constitui uma estratégia de redução no carreamento do nutriente, principalmente em áreas com declive.

2.2.2 Fósforo

Estudos realizados por DIEZ et alii (1991), visando melhorar a fertilidade dos oxissolos desflorestados na Amazonia Oriental, observaram que a implantação de pastagens após a desflorestação como forma de exploração, melhorou os níveis de fertilidade do solo, elevando o pH, reduzindo o teor de alumínio e aumentando a disponibilidade do fósforo, quando comparado com a exploração agrícola. O mesmo autor ainda sugere a utilização de espécies pouco exigentes em fósforo, como o *Pennisetum purpureum* Schum (capim-elefante).

Segundo SOARES FILHO (1993), o suprimento adequado de nitrogênio em pastagens estabelecidas diminui a probabilidade de ocorrer limitação do fósforo, em razão da acumulação do mesmo na fitomassa e de sua reciclagem. Esta situação indica portanto a importância da relação entre as adubações nitrogenadas e fosfatadas para estabelecimentos de pastagens.

A habilidade de algumas gramíneas como o *Andropogon* em desenvolver um extenso sistema radicular em solos ácidos e inférteis, e apresentar uma maior eficiência de utilização do fósforo do que outras gramíneas, foi observada por GOEDERT et alii (1985) e COUTO et alii (1985). Tais características são fundamentais nos processos de revegetação em áreas com baixos níveis de fósforo no solo, bem como o controle dos processos erosivos poderá ser possível mediante agregação das partículas do solo através de um vigoroso sistema radicular da espécie anteriormente comentada.

De acordo com SERRÃO et alii (1971), o fósforo foi o elemento mineral mais limitante na produção de matéria seca de *Brachiaria decumbens*, quando cultivada num latossolo amarelo de baixa fertilidade em Belém - PA, após oito cortes. Portanto, as respostas de gramíneas forrageiras a adubação fosfatada em solos tropicais, caracterizados por baixos níveis de fósforo e alta capacidade de fixação, são em geral, positivas (FENSTER & LEON, 1982).

2.2.3 Potássio

A existência de um equilíbrio entre os principais cátions trocáveis no solo (potássio, cálcio e magnésio), tem influência na absorção dos mesmos pelas plantas e na conseqüente produção de biomassa (RAIJ, 1982).

As gramíneas forrageiras por apresentarem baixa capacidade de troca catiônica no sistema radicular possuem maior eficiência na absorção de potássio, em relação ao cálcio e magnésio (SKERMAN, 1977).

Segundo SOARES FILHO (1993), , depois do nitrogênio e do fósforo o potássio é o macro elemento de maior importância na recuperação de ambientes degradados e da produtividade das forragens.

Em estudo desenvolvido por TOLEDO (1984), foi observado que *Brachiaria brizantha*, *B. dictyoneura*, *B. decumbens*, *B. humidicola* e *Panicum maximum* requeriam em seus tecidos 0,82; 0,98; 0,83, 0,74% e 1,15% de K, respectivamente; demonstrando, portanto, uma menor exigência das braquiárias quanto ao teor de K em seus tecidos.

Doses crescentes de adubações potássica e nitrogenada favoreceram o aumento na produção de matéria seca de capim-setária (*Setaria anceps* Stapf. Ex. Massey cv. Kazungula), segundo MOLAS BUSCIO (1986).

No experimento desenvolvido por HERLING et alii (1991) verificando a influência de doses de adubação potássica (0 e 80 kg/ha de K_2O) e três doses de adubação nitrogenada (0,80 e 160 kg N/ha) na produção de matéria seca do capim-setária, observaram efeitos significativos da adubação potássica sobre a produção de matéria seca.

De acordo com TOLEDO & SERRÃO (1982), a produção relativa do capim colônião cultivado em Latossolo Amarelo textura muito argilosa foi reduzida em 25% quando se omitia a adubação potássica, evidenciando assim a importância do elemento potássio na produção desta forrageira.

2.2.4 Cálcio e magnésio

A prática da calagem, além de fornecer cálcio e magnésio como nutrientes, aumenta a disponibilidade de fósforo e molibdênio, neutralizando ainda o alumínio, o manganês e o ferro, que em excesso tornam-se tóxicos para as plantas. Entretanto, o excesso de calagem induz a imobilização do zinco, boro e cobre, podendo causar suas deficiências (WERNER, 1986b).

A importância do cálcio para as plantas, como no crescimento de raízes, metabolismo do nitrogênio e estruturação da planta, conduz à relevância deste elemento no solo para o estabelecimento de pastagens, assim como o magnésio, o qual participa na ativação enzimática, estabilidade de ribossomos, bem como é componente da clorofila, responsável pela fotossíntese a qual é o principal fator no crescimento (BUTLER & JONES 1973 e GOEDERT et alii, 1985).

As gramíneas mais responsivas a calagem, de acordo com WERNER (1986a), seriam o Capim Jaraguá e o Capim Rodes e as menos exigentes, as Braquiárias, Capim Setaria e o Gordura.

Em estudo desenvolvido pela EMBRAPA (1983), foi observado que a aplicação de calcário na dose de 1,3 t/ha em um Latossolo Vermelho argiloso proporcionou 50% de aumento da produção de *Braquiária decumbens* em relação ao tratamento sem calagem.

De acordo com SKERMAN (1977), em 390 amostras de gramíneas tropicais o teor de cálcio variou entre 0,14 e 1,46% na matéria seca, com uma média em torno de 0,40%, enquanto o magnésio variou de 0,04 a 0,90% na matéria seca, com média de 0,36%.

Em trabalho desenvolvido por BUTLEER & JONES (1973), foi observado que os teores normais de cálcio e magnésio em algumas forrageiras encontravam-se nas faixas de 0,2 à 1,0% para Ca e 0,1 à 0,4% para Mg.

Em solos representativos da região dos cerrados, foi observado por COUTO et alii (1988), que o cálcio e o magnésio são nutrientes limitantes para o crescimento de plantas forrageiras naquela região. Sendo assim, a calagem se reveste de certa importância quando se pretende estabelecer pastagens em áreas com baixos níveis de cálcio e magnésio no solo (COSTA et alii, 1990 e SIQUEIRA et alii, 1980).

2.2.5 Enxofre

Segundo SANCHEZ & SALINAS (1984), 50% da área dos solos da América tropical apresentam deficiência de enxofre, o que pode provocar, de acordo com McLUNG et alii (1959), uma redução no crescimento das plantas na ordem de 4 a 30% do crescimento obtido por plantas cultivadas sem deficiência do nutriente.

Entre as muitas causas da deficiência de enxofre nos solos pode-se considerar, segundo KAMPRATH & TILL (1983), que em solos pobres em matéria orgânica (a principal fonte de enxofre), o teor deste elemento no perfil explorado pelas raízes de gramíneas é muito baixo. Além disso, o uso de adubos simples e de fórmulas de fertilizantes "concentradas", sem enxofre, como por exemplo, a uréia e os fosfatos de amônio (MAP e DAP), contribuem para a deficiência generalizada deste nutriente. Outros fatores, como a perda de sulfato por lixiviação e volatilização, esta devida à prática da queimada, podem ser observados nos processos inadequados de manejo de pastagens (VITTI, 1980).

De acordo com ANDREW (1987), a análise da parte aérea de gramíneas tropicais como o *Panicum maximum* var *trichoglume*, *Digitaria decumbens*, *Paspalum dilatatum*, *Setaria sphacelata*, entre outros, demonstraram uma faixa de nível crítico de enxofre de 0,07 a 0,11%. Para o capim colômbio e capim-jaraguá, HAAG & DECHEN (1984), encontraram entre 0,11 e 0,15% e 0,13 e 0,18% de enxofre, respectivamente. GALLO et alii (1974) observaram teores de 0,14% para Capim-Setaria e Capim-Braquiária e de 0,2% para o capim-angola (*Brachiaria mutica*).

Contudo, a concentração crítica de enxofre total varia no decorrer do desenvolvimento da planta, principalmente em forrageiras tropicais, as quais apresentam um rápido crescimento. Dessa forma, um dos índices mais comuns para avaliar o estado nutricional da planta quanto ao enxofre, produção máxima de forragens e a adequada nutrição animal, é a relação N/S do tecido da planta que, segundo PUMPHREY & MOORE (1965), deve permanecer constante nos diversos estádios de desenvolvimento da planta. Segundo McNAUGHT & CHRISTOFFELS (1961) foram obtidas produções máximas de forragens quando a relação N/S era de 11 a 12/1 para algumas gramíneas, e de 17 a 18,5/1 para trevo branco.

Inúmeros trabalhos relatam as respostas das gramíneas às adubações com enxofre. Espécies como *Setaria anceps* cv. *Kuzingula*, *Brachiaria decumbens* e *Glycine wightii* IRI-1394 tiveram suas produções médias de matéria seca reduzidas quando submetidas a tratamentos com ausência de enxofre, em Latossolo Vermelho Escuro, fase cerradão; Latossolo Vermelho Escuro, fase cerrado; Areia Quartzosa, fase cerrado e Latossolo Roxo, fase Floresta (EMBRAPA, 1981). CASA GRANDE & SOUZA (1982) observaram que para as mesmas espécies de *Brachiaria* e *Setaria* e nos mesmos solos, apenas aplicações de até 30 kg/ha estimulavam o aumento de produção de matéria seca.

Segundo HADDAD (1983), doses de enxofre entre 55 a 60 kg/ha permitiram máximas produções de matéria seca de capim-colonião para doses de 100 a 200 kg/ha de nitrogênio, respectivamente, havendo portanto uma interação positiva entre enxofre e nitrogênio.

2.3 Fisiologia do crescimento e desenvolvimento de gramíneas

À semelhança do que ocorre com outras espécies herbáceas, Banes citado por PEDREIRA (1966), observou que a curva de crescimento do capim-colonião, é sigmóidal, a qual se caracteriza por períodos iniciais de lento crescimento, seguidos de rápido crescimento, atingindo um máximo e decrescendo a seguir.

O crescimento dos órgãos das gramíneas, como o crescimento da parte aérea (folhas e colmos) e o crescimento radicular, não seguem uma taxa uniforme, isto é, ocorrem em tempo e intensidade distintos (GOMIDE 1973).

A gema apical, que é o ponto meristemático responsável pela formação de folhas e alongamento do caule, enquanto não tiver passado da fase vegetativa para a fase reprodutiva,

quando então dará origem à inflorescência, é fator de suma importância para o manejo das forrageiras (GOMIDE, 1973). O alongamento do caule, que é resultado da atividade meristemática, como dito, caracteriza-se pela formação de novas células abaixo da gema apical, as quais se diferenciam dando origem aos entrenós. Quando o processo se completa, a gema apical está bem acima do nível do solo (JEWISS, 1966).

Em experimento conduzido por GOMIDE et alii (1973), foi observado que as plantas de capim-elefante que tinham apenas 16% de seu meristema apical removido, apresentavam um maior vigor de rebrota quando comparado àquelas plantas com 100% de eliminação de meristema apical. Foi ainda observado, que o capim-elefante aos 56 dias de idade (1,73m de altura) já apresentava grandes danos no meristema apical quando comparado ao capim-guatemala, que mesmo aos 112 dias de idade, não chegou a ter elevada eliminação dos pontos de crescimento.

Quando o crescimento das gramíneas através do principal ponto meristemático é paralizado, outros tecidos de crescimento como as gemas axilares (situadas ao longo dos caules) e as gemas basilares (localizadas na base do caule) são responsáveis pela continuidade dos processo de desenvolvimento das plantas, ou seja, o perfilhamento das espécies. Embora, a competitividade e o vigor das brotações oriundas das gemas apicais seja maior do que de gemas basilares ou axilares, estudos realizados por PAULA et alii (1967), verificaram brotações satisfatórias de capim-gordura a partir de gemas basilares após cortes em idades mais avançadas.

Em áreas inundadas, a característica de rebrota de gemas basilares e axilares após os períodos de inundação pode ser fundamental na persistência das espécies na área. A adaptação de algumas espécies de gramíneas como a *Echinochloa pyramidalis*, *Brachiaria mutica*, *Brachiaria radicans* e *Setaria sphacelata* em ambientes inundados, foi observada por alguns autores como SIMÃO NETO et alii (1973), SERRÃO et alii (1970) e PEDREIRA et alii (1975).

Em estudo desenvolvido por SOUZA FILHO et alii (1985) com o objetivo de identificar gramíneas forrageiras adaptadas às condições edafo-climáticas de várzea (ambiente periodicamente inundado), observaram que *Echynochloa pyramidalis*, *Echynochloa polystachia*, *Setaria anceps* Congo 2 e *Brachiaria mutica* são espécies promissoras para tais áreas.

De acordo com MILTHORPE & DAVIDSON (1966), o perfilhamento, característica indispensável nos processos de revegetação, é principalmente influenciado pela quantidade disponível de assimilados da fotossíntese, após o corte, logo dependendo do número e tamanho das folhas da planta original, bem como da intensidade luminosa, temperatura e fotoperíodo. Foi verificado em estudos realizados pelos mesmos autores, que a redução na concentração dos carboidratos de reserva após o corte seria em função da supressão da fotossíntese e da utilização das reservas remanescentes para a respiração do sistema radicular e para a constituição da nova parte aérea.

PINTO et alii (1992a), estudando o desenvolvimento vegetativo de *Andropogon gayanus* cv. Planaltina, *Panicum maximum* cv. Guiné e *Setaria anceps* cv. Kazungula, em função de dois níveis de nitrogênio (15 e 90 ppm), observaram para os capins *Andropogon* e *Setaria*, uma emissão lenta e contínua de perfilhos até a idade de 70 dias, enquanto o capim-Guiné concentrou o perfilhamento entre 28 e 42 dias de idade. O conhecimento dos períodos de intenso perfilhamento das espécies de gramíneas é importante no manejo das mesmas, principalmente sob condições ambientais adversas, como nas áreas sujeitas à períodos de inundação, em que a rebrota das plantas deve coincidir com os períodos em que as áreas não estejam submersas para possibilitar um melhor estabelecimento deste tipo de revegetação.

COSTA (1991), avaliando o efeito da altura (10 e 20 cm do solo) e frequência de corte (28, 42 e 56 dias) sobre a produção de matéria seca e perfilhamento do capim *Andropogon*

(*Andropogon gayanus* cv. Planaltina), observou que apenas aos 56 dias de idade do capim, o corte influenciou o rendimento de matéria seca, sendo os maiores valores observados quando o corte era à 10cm do solo. Segundo o autor, o número de perfilhos não foi afetado pela altura de corte, entretanto, quanto maior era o intervalo de corte, maior o perfilhamento. Sob condições que exijam rápida cobertura do solo, como em algumas áreas de depleção sujeitas à erosão, à observação de fatores que influenciam o perfilhamento das gramíneas é imprescindível.

O crescimento de folhas de *Panicum maximum* cv. Guiné e *Setaria anceps* cv. Kazungula, sob dois níveis de nitrogênio (100 e 300 ppm), foi estudado por PINTO et alii (1992b), não sendo observado influência do tratamento sobre as taxas de expansão de área foliar do perfilho principal, de aparecimento e alongamento de folhas. Entretanto, a taxa de expansão de área foliar e de alongamento de folhas do capim Guiné foi superior ao do Capim-Setaria, o que não ocorreu com a taxa de aparecimento de folhas, sendo maior no capim-Setaria que no capim-Guiné. Dessa forma, os autores concluíram que o capim-Guiné apresentava uma emissão de folhas mais lentas e menos folhas por colmo cresciam simultaneamente, com período mais longo de crescimento, resultando em folhas maiores que as do capim-Setaria, a qual no entanto, apresentava um maior número de folhas por colmo.

Em estudos anteriores, como o de JEWISS (1966), foi possível observar que o crescimento das diferentes partes da planta, segue uma determinada ordem no tempo, isto é, após a exteriorização da ligula (meristema intercalar de folhas jovens), o limbo e a bainha cessam seus crescimentos. As folhas apresentariam uma maturação basipétala, completando seu desenvolvimento a partir do ápice do limbo, que por sua vez cresceria por multiplicação celular, enquanto a bainha o fazia por alongamento celular.

Uma importante observação foi feita por PEDREIRA (1975), que estudando os hábitos de perfilhamento do capim-Colonião (*Panicum maximum* Jacq.) determinou que havia uma estacionalidade durante o processo. Dessa forma, o perfilhamento era baixo durante o ano, nos 2/3 finais do verão e no fim do outono. A redução no perfilhamento por ocasião do verão, seria atribuída ao sombreamento na base da planta, bem como à dominância apical dos perfilhos alongados. Quanto ao segundo período, que corresponde ao final do florescimento, o autor sugeriu que a grande demanda de nutrientes para a frutificação deprimia a intensidade de perfilhamento.

WARD & BLASER (1961), já ressaltavam que o perfilhamento era o resultado da interação de reservas orgânicas x área foliar. Em *Panicum maximum*, por exemplo, o perfilhamento era mais afetado pelo índice de área foliar residual após o corte do que pelo grau de reserva orgânica da planta (HUMPHREYS & ROBINSON, 1966). Também observaram, que cortes frequentes reduziam o teor de reservas nas raízes e bases dos caules do capim.

É importante o conhecimento da localização das reservas de carboidratos para a recuperação do crescimento das plantas após a eliminação da parte aérea a qual varia de espécie para espécie, podendo estar em estolões, rizomas, base do caule e sistema radicular. Após os estresses ambientais sofridos pelas plantas, como o estresse por inundação, a sobrevivência dos órgãos de reservas de carboidratos, aqui incluindo-se todos os tipos de propágulos, é fundamental na recomposição da vegetação, bem como a viabilidade do poder germinativo das sementes que ficaram submersas.

O conhecimento da fisiologia do crescimento e desenvolvimento de gramíneas tem sido ao longo dos tempos, aperfeiçoado através da realização de inúmeros trabalhos como exposto anteriormente. Contudo, muitas espécies de gramíneas reconhecidamente tolerantes à inundações

periódicas e/ou permanentes, pelo menos parciais de suas plantas, carecem de estudos procurando conhecer o comportamento das mesmas quando são submetidas desde a inundação parcial até diferentes profundidades de submersão total. Destaca-se, que a esta carência de estudos pode ser acrescentada a ausência de informações sobre o comportamento destas espécies em áreas sujeitas a inundações e de baixa fertilidade natural de seus solos.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados dois experimentos, sendo o primeiro em casa de vegetação (Experimento 1) e o segundo no campo (Experimento 2) em uma área de depleção no Reservatório Hidrelétrico de Camargos, situado no município de Itutinga, MG.

3.1 Experimento realizado em condições de casa de vegetação (EXPERIMENTO 1)

Este experimento foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Biologia da Escola Superior de Agricultura de Lavras (DBI/ESAL), Lavras, Minas Gerais, no período de dezembro de 1992 à março de 1993.

3.1.1 Solo e espécies vegetais

O solo utilizado no experimento foi coletado na profundidade de 0-20cm numa área de depleção, marginal ao Reservatório de Camargos, no município de Itutinga, em Minas Gerais. O solo foi classificado como sendo um Latossolo Vermelho-Escuro distrófico (epialco), textura argilosa fase cerrado, com relevo plano.

Foram realizadas análises químicas no mesmo, pelo Laboratório do Departamento de Ciência do Solo, da Escola Superior de Agricultura de Lavras, e os resultados analíticos obtidos através da determinação de pH em H₂O, Ca, Mg e Al (extraídos pelo KCl 1N), P e K (extraídos pelo HCl 0,05N + H₂SO₄ 0,025N), são mostrados no Quadro 1.

QUADRO 1. Análise da fertilidade do solo de área de depleção. ESAL, Lavras - MG, 1993.

pH	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al
	ppm		meq /100cc			
5,1	1,0	11,0	0,3	0,1	0,2	4,0

Quanto ao material vegetal utilizado, foram usadas oito espécies de gramíneas, sendo sete coletadas no painel de plantas forrageiras do Departamento de Zootecnia, da Escola Superior de Agricultura de Lavras, e a oitava espécie (*Echinochloa pyramidalis*) coletada em uma área de várzea em Belém, Estado do Pará e multiplicada no DBI/ESAL. As espécies e seus respectivos nomes vulgares são mostradas no Quadro 2.

QUADRO 2. Espécies estudadas no experimento de casa-de-vegetação. ESAL, Lavras - MG, 1993.

Espécie	Nomes vulgares
<i>Brachiaria mutica</i> (Forsk) Stapf	Capim-Angola
<i>Brachiaria radicans</i> Napper	Tanner Grass
<i>Brachiaria radicans</i> Napper x <i>B. mutica</i> Satpf	Capim-Tangola
<i>Digitaria suazilandensis</i> Stont	
<i>Echinochloa polystachia</i> (HBK) Hitch.	Canarana prostrada pilosa
<i>Echinochloa pyramidalis</i> (LAM) Hitch. Et Chase.	Canarana erecta lisa
<i>Panicum repens</i> L.	Gramma-Torpedo
<i>Setaria anceps</i> Stapf ex Massey cv. Nandi	Napierzinho

As espécies *Echinochloa pyramidalis* Hitch e *Setaria anceps* Stapf esc Massey cv. Nandi apresentam hábito de crescimento cespitoso e as demais são estoloníferas e/ou rizomatosas.

Quanto ao habitat, as espécies *Echinochloa polystachia* (HBK) Hitch., *Echinochloa pyramidalis* Hitch., *Brachiaria mutica* (Forsk) Stapf e *Panicum repens* L. ocorrem em biótopos aquáticos; as outras espécies apresentam tolerância a ambientes inundados, apesar necessariamente de não ocorrerem neles.

3.1.2 Preparo dos vasos, correção e adubação do solo

Foram utilizados vasos plásticos com capacidade para 3,6 kg de solo, com furos para permitir o escoamento do excesso d'água, o qual era recolhido nos pratos colocados sob os vasos e posteriormente devolvido aos mesmos.

O solo foi previamente seco, homogeneizado e tamizado em malha de 2 mm. A seguir foi feita a correção do mesmo, calculada pelo método da saturação de bases proposto por QUAGGIO (1983), elevando-se a saturação em bases do solo para 60%, empregando CaCO_3 e MgCO_3 p.a., conforme mostra o Quadro 3. A incubação foi efetivada em 30 dias com umidade adequada e a seguir procedeu-se a adubação do solo correspondente aos níveis F1 e F2 de fertilidade.

As fontes de nitrogênio, fósforo e potássio, na adubação básica de plantio, foram, os sais NH_4NO_3 , $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ e KH_2PO_4 , respectivamente.

Como fonte de micronutrientes foi utilizado FTE-BR 12, sendo 18,75 mg/vaso para o tratamento F1 e 75 mg/vaso para o tratamento F2. A composição de FTE-BR 12 é a seguinte: Zn(9,00), B(1,80), Cu(0,80), Fe(3,00), Mn(2,00) e Mo(0,100).

QUADRO 3. Quantidade de corretivos e nutrientes para correção e adubação do solo oriundo de área de depleção da Reservatório Hidrelétrico de Camargos, Itutinga, MG, nos três níveis de fertilidade. ESAL, Lavras - MG, 1993.

Níveis de Fertilidade	CaCO ₃	MgCO ₃	N	P	K
	g/vaso		mg de elemento/vaso		
F0	---	---	---	---	---
F1	2,45	0,61	18	144	45
F2	2,45	0,61	72	576	180

As adubações de cobertura foram efetuadas a cada 15 dias após o plantio utilizando-se como fontes de nitrogênio e potássio, NH₂CONH₂ e o KNO₃. As quantidades de nitrogênio e potássio em tais adubações são mostradas no Quadro 4. O nível de fertilidade F0 correspondeu ao solo sem qualquer correção e adubação.

QUADRO 4. Quantidades de nitrogênio e potássio (mg/vaso) nas adubações de cobertura, em função dos tratamentos de fertilidade. ESAL, Lavras - MG, 1993.

Níveis de Fertilidade	Adubações de cobertura (mg/vaso)					
	N	K	N	K	N	K
	1 ^a		2 ^a		3 ^a	
F0	---	---	---	---	---	---
F1	18,0	22,5	18,0	22,5	36,0	---
F2	72,0	90,0	72,0	90,0	144,0	---

3.1.3 Plantio e irrigação

As oito gramíneas forrageiras foram plantadas em 20 de dezembro de 1992, através de propágulos vegetativos, no caso, mudas enraizadas, sendo quatro plantas por vaso.

A umidade dos vasos foi mantida próximo a saturação máxima de água no solo, a qual caracterizava-se por um início de escoamento de água através dos furos dos vasos.

3.1.4 Parâmetros analisados

3.1.4.1 Crescimento em altura

Foi obtido medindo-se a distância entre um ponto marcado na bacia (o qual correspondia a altura dos bordos do vaso) e um ponto marcado na lâmina foliar, aproximadamente a 3 cm do ápice. A folha selecionada correspondia à folha mais nova com lígula em formação ainda encartuchada (folha -1 ou -2, de acordo com VAN DILEWIJN, 1952).

As medições foram feitas com uma frequência de três dias, sendo a subtração entre a primeira e a última medida, correspondente ao crescimento em altura acumulado.

O crescimento foi observado em dois períodos distintos. No primeiro, as observações se iniciaram no 30º dia após o plantio, prolongando-se até o 45º dia após o plantio. Posteriormente, selecionou-se outra folha e o crescimento foi observado até o 63º dia após o plantio, da mesma forma descrita anteriormente.

3.1.4.2 Perfilhamento

O número de perfilhos foi observado mensalmente, sendo considerado os perfilhos primários, isto é, aqueles oriundos de gemas basilares das plantas.

3.1.4.3 Produção e distribuição de matéria seca

As gramíneas foram coletadas com 70 dias após o plantio, sendo a parte aérea (folhas, colmos e inflorescências) separada do sistema radicular. A seguir, o material vegetal foi seco em estufa de ventilação forçada, à temperatura de 70°C. Posteriormente, procedeu-se a pesagem, obtendo-se as produções de matéria seca total, da parte aérea e do sistema radicular das oito gramíneas em estudo. Tais produções permitiram a determinação das porcentagens de matéria seca total distribuída para a parte aérea e para o sistema radicular.

3.1.5 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema de parcelas subdivididas, onde as parcelas representavam as oito espécies e as sub-parcelas, os três tratamentos de fertilidade (F0, F1 e F2), com quatro repetições.

3.1.6 Análise estatística

Foram realizadas as análises de variância para os seguintes parâmetros: 1 - crescimento em altura; 2 - perfilhamento; 3 - matéria seca total; 4 - matéria seca de parte aérea; 5 - matéria seca do sistema radicular; 6 - porcentagem de matéria seca total distribuída para a parte aérea; 7 - porcentagem de matéria seca total distribuída para o sistema radicular.

O teste Tukey para comparação de médias foi aplicado para todos os parâmetros dentro de cada espécie e época de observação, conforme GOMES (1985).

3.2 Experimento realizado em condições de campo (EXPERIMENTO 2)

Este experimento foi conduzido numa faixa de depleção, marginal ao Reservatório Hidrelétrico de Camargos, no município de Itutinga, em MG, com aproximadamente 300 x 30 m de extensão, e 7% de declividade, podendo ser classificado como terreno suave ondulado (RESENDE, 1985).

3.2.1 Variação do nível de água na área de depleção, solo e espécies vegetais

A variação do nível d'água na represa, durante o período experimental, é mostrada na Figura 1, assim como as respectivas cotas, onde se realizou o plantio e também as alturas de coluna d'água máximas a que as plantas foram submetidas em cada cota de plantio.

O solo, ao longo da área experimental, é um Latossolo vermelho escuro. Foram tomadas sub-amostras deste solo na camada superficial (0-20cm), retirando-se vegetações e restos culturais. O solo foi seco ao ar e tamizado em malha de 2 mm. Posteriormente foram realizadas análises químicas, para a determinação da fertilidade do solo, e os resultados estão apresentados no Quadro 5, no nível de fertilidade correspondente ao F0, bem como F1 e F2 (tratamentos adubados).

Foram utilizadas 10 espécies de gramíneas, sendo duas delas de ocorrência natural na área de depleção em estudo e as demais obtidas do Painei de Plantas Forrageiras dos Departamentos de Zootecnia e de Biologia da ESAL, conforme mostra o Quadro 6.

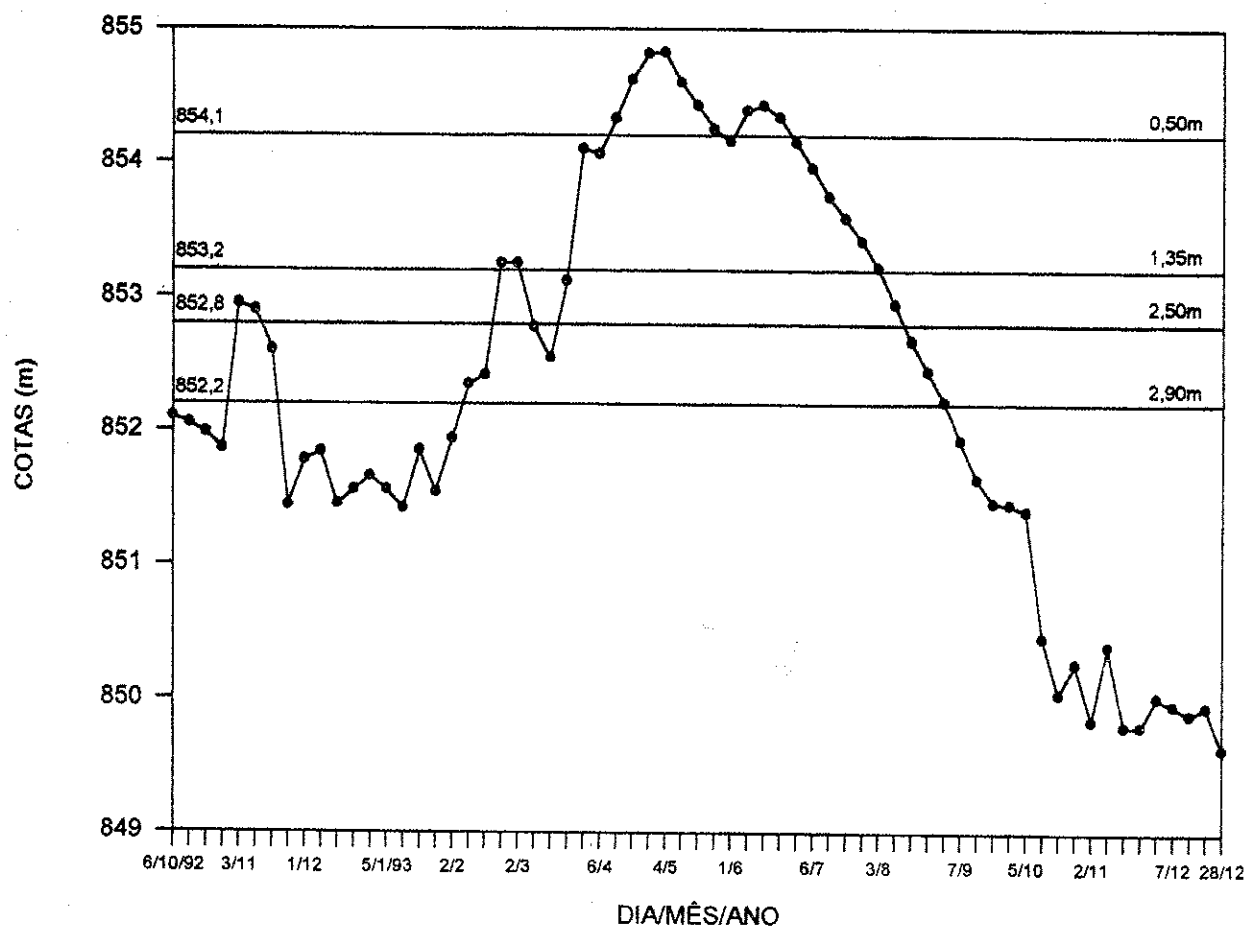


FIGURA 1. Variação do nível d'água e cotas na área de depleção do Reservatório Hidrelétrico de Camargos, Itutinga, MG, onde foi realizado o plantio experimental de gramíneas ESAL, Lavras - MG, 1993. Os números colocados nos lados interiores esquerdo e direito da figura, correspondem, respectivamente, às cotas de cada faixa de plantio e a cada altura máxima de coluna d'água a que cada uma foi submetida.

QUADRO 5. Análise da fertilidade do solo, nos diferentes níveis de fertilidade estudados em área de depleção do Reservatório de Hidrelétrico de Camargos, no município de Itutinga, em Minas Gerais. ESAL, Lavras-MG, 1993.

Níveis de Fertilidade	Cotas	pH	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al
			ppm		meq/100cc			
F0	1	4,9	1,3	12,3	0,3	0,1	0,5	5,6
	2	4,6	1,0	11,7	0,3	0,1	0,4	4,8
	3	4,6	1,0	12,0	0,4	0,1	0,6	5,9
	4	4,9	5,0	11,0	0,5	0,3	0,2	5,0
F1	1	4,8	1,0	20,0	0,8	0,2	0,2	4,0
	2	5,2	5,0	17,0	1,1	0,5	0,1	4,5
	3	5,0	15,0	23,0	1,3	0,2	0,1	4,5
	4	4,6	1,0	31,0	0,7	0,4	0,2	5,6
F2	1	5,3	11,0	23,0	2,1	0,1	0,1	4,0
	2	4,8	6,0	16,0	1,2	0,3	0,1	5,6
	3	5,1	11,0	34,0	1,4	0,4	0,1	4,5
	4	4,6	2,0	30,0	1,0	0,4	0,1	5,0

QUADRO 6. Espécies vegetais com seus respectivos nomes vulgares e sua ocorrência na área de depleção do Reservatório Hidrelétrico de Camargos, no município de Itutinga, em MG. ESAL, Lavras - MG, 1993.

Espécie	Nome vulgar	Ocorrência na área	
		Natural	Introduzida
<i>Axonopus sp</i>		x	---
<i>Brachiaria mutica</i> (Forsk) Stapf	Capim-Angola	---	x
<i>Brachiaria radicans</i> Napper	Tanner Grass	---	x
<i>B. radicans</i> x <i>B. mutica</i>	Capim-Tangola	---	x
<i>Digitaria suazilandensis</i> Stent		---	x
<i>Echinochloa polystachia</i> (HBK) Hitch	Canarana prostrada pilosa	---	x
<i>Echinochloa pyramidalis</i> (LAM) Hitch et Chase	Canarana erecta lisa	---	x
<i>Panicum repens</i> L.	Gramma-Torpedo	---	x
<i>Paspalum sp.</i>		x	---
<i>Setaria anceps</i> Stapf ex Massey cv. Nandi	Napierzinho	---	x

Todas as espécies podem ser encontradas em habitats inundados, sendo seus ciclos de crescimento e desenvolvimento controlados pelo regime hídrico operante, isto é, altura e duração da lâmina d'água, principalmente.

3.2.2 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso em esquema de parcelas sub-divididas, estando nas parcelas os níveis de fertilidade (3 níveis de NPK) e nas sub-parcelas as 10 espécies, com quatro repetições, e em quatro cotas (C1, C2, C3 e C4) distintas na área de depleção experimental.

O fornecimento de cálcio e magnésio ao solo seguiu a seguinte recomendação: no tratamento de fertilidade (F0), não foi adicionado calcário; no tratamento com nível intermediário de fertilidade (F1) foram adicionados 10 gramas/metro linear de calcário dolomítico (PRNT = 100%) no sulco e no tratamento com maior nível de fertilidade (F2) foram adicionados 20g/metro linear.

O fornecimento de calcário visou apenas o suprimento de cálcio e magnésio, visto que o solo não apresentava maiores problemas de alumínio. Ademais não se desejava maior revolvimento do solo em toda área de depleção em estudo.

Após uma semana foram adicionados os adubos superfosfato simples, KCl e $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ como fontes de fósforo, potássio e nitrogênio, respectivamente, somente nos níveis F1 e F2 de fertilidade. Os valores são apresentados no Quadro 7, em função dos três tratamentos de fertilidade no solo.

QUADRO 7. Quantidades de nitrogênio (N), fósforo (P_2O_5) e potássio (K_2O) aplicados nos sulcos. ESAL, Lavras - MG, 1993.

Níveis de fertilidade	N	P_2O_5	K_2O
	g/metro linear de vaso		
F0	---	---	---
F1	0,50	3,15	2,03
F2	1,00	6,30	4,06

A fertilidade do solo na área de depleção experimental sem correção e adubação (nível de fertilidade F0) e após a aplicação dos corretivos e fertilizantes (níveis de fertilidade F1 e F2) nas quatro cotas, é mostrada no Quadro 5.

3.2.3 Preparo da área

Em novembro de 1992 foram abertos 16 sulcos, agrupados de 4 em 4 e distribuídos em 4 cotas diferentes na faixa de depleção. As 4 cotas correspondiam às seguintes alturas de coluna d'água quando a área experimental estava completamente inundada:

- cota 1 (cota máxima) - 0,50 m
- cota 2 - 1,35 m
- cota 3 - 2,50 m
- cota 4 (cota mínima) - 2,90 m

Os sulcos tinham 302 metros de comprimento, 0,5m de espaçamento entre eles e cerca de 0,2 m de profundidade. O piqueteamento dos mesmos foi feito, inicialmente, de 100 em 100 metros, que correspondia aos tratamentos de fertilidade, os quais foram espaçados de 2m. Posteriormente, cada tratamento de fertilidade foi dividido em blocos de 25 metros, que

correspondia às quatro repetições. Por último, os sulcos foram piqueteados e divididos em subparcelas, separadas de 0,5m, conforme mostra os croquis apresentados nas Figuras 2 e 3.

O calcário dolomítico foi aplicado a lanço nos sulcos, e em seguida incorporado. A adubação, foi realizada também a lanço, e 10 dias após a aplicação de calcário.

O plantio das 10 gramíneas foi feito através de propágulos vegetativos (mudas, estolões ou rizomas) no período de 7 a 21 de novembro de 1992 nas cotas 1 e 2, e no período de 7 a 14 de dezembro de 1992 nas cotas 3 e 4.

3.2.4 Análise química da planta

Para a análise mineral da parte aérea das gramíneas foram coletadas plantas dos sulcos internos na cota 2, no início do período de submersão das mesmas, conforme mostra o detalhe da parcela experimental. As gramíneas estavam com 3 meses após o plantio. As determinações dos teores de macronutrientes foi realizada da seguinte forma: N pelo método de Kjeldhal, conforme SARRUGE & HAAG (1974); P, K, Ca, Mg e S, mediante digestão nitroperclórica sendo a determinação no extrato, como segue: P - colorimetria; K - fotometria de chama; Ca e Mg - espectrometria de absorção atômica (SARRUGE & HAAG, 1974) e S - turbidimetria.

3.2.5 Avaliação visual dos "stands" de gramíneas

A avaliação visual nos "stands" de plantio das gramíneas foi realizada durante três períodos distintos, correspondentes aos períodos anterior, durante e posterior à inundação da área de depleção, em função dos diferentes níveis de fertilidade, e nas quatro cotas de plantio.

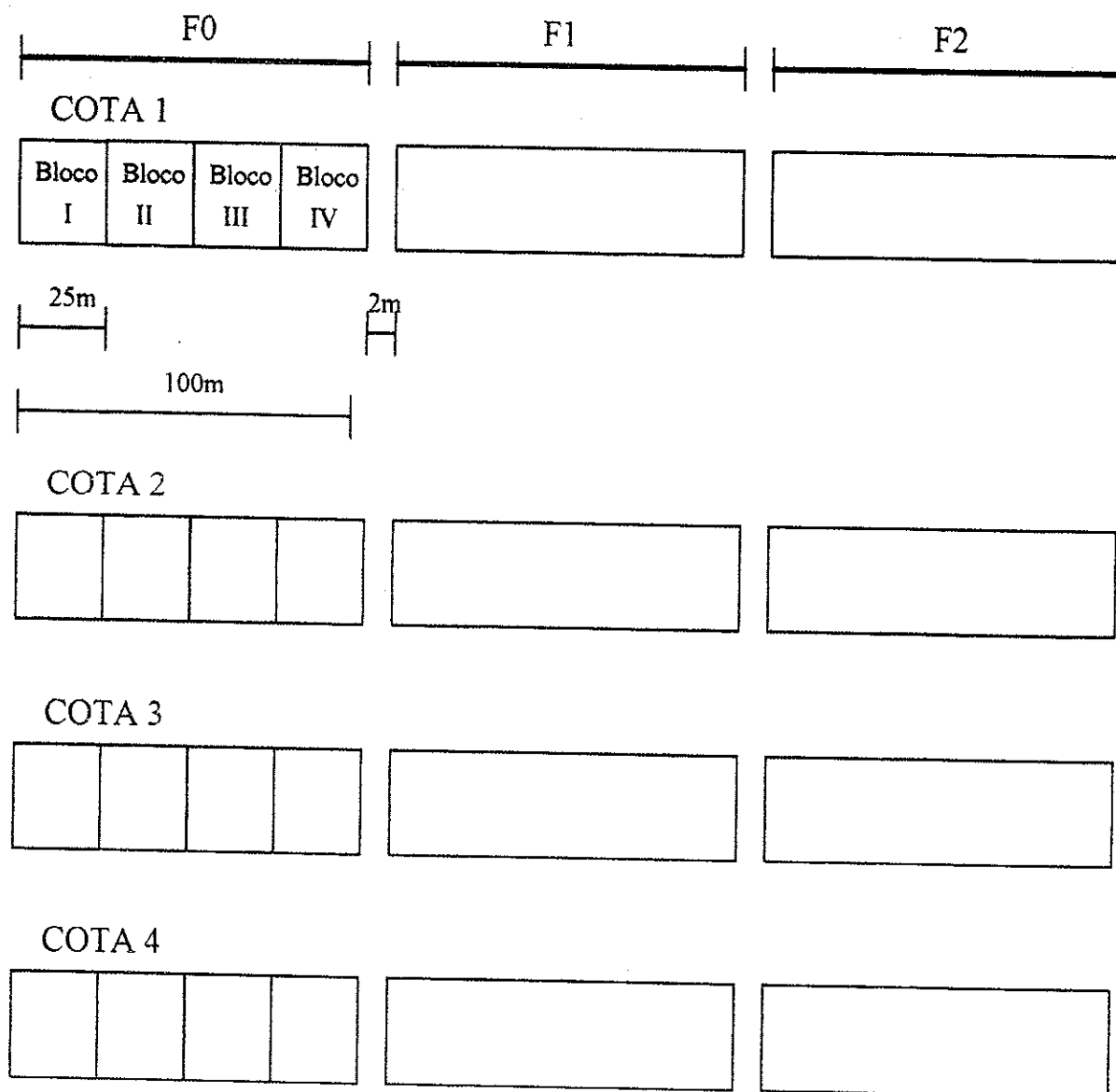


FIGURA 2. Croqui do experimento de campo em área de depleção, Reservatório Hidrelétrico de Camargos, Itutinga, MG. ESAL, Lavras - MG, 1993. Cada bloco representou uma repetição.

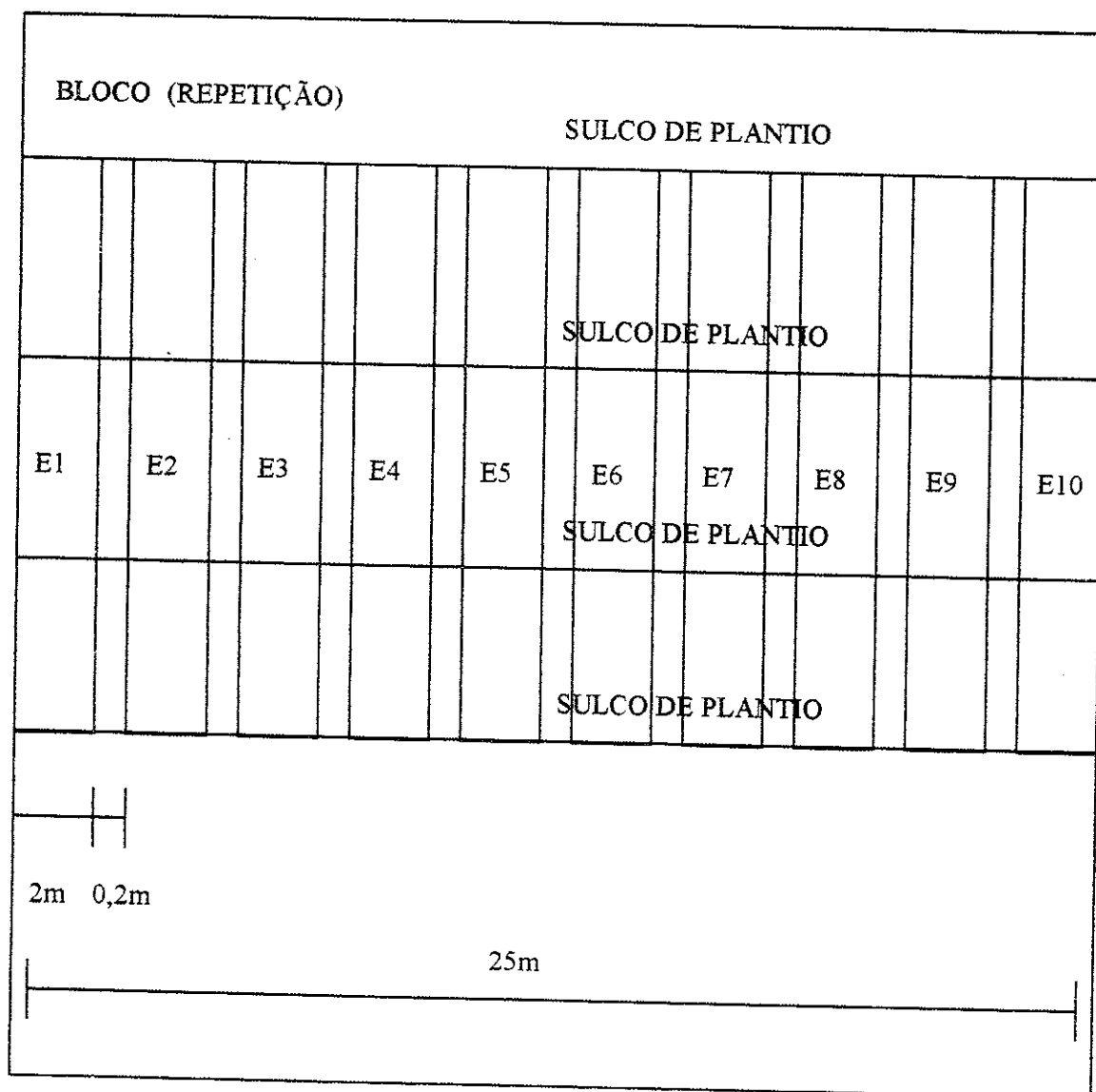


FIGURA 3. Detalhe de uma parcela experimental em área de depleção, Reservatório Hidrelétrico de Camargos, Itutinga, MG. ESAL, Lavras - MG, 1993. As letras E1 a E10 correspondem às espécies de gramíneas utilizadas.

Os critérios utilizados na avaliação do desempenho referiram-se à observações visuais do desenvolvimento das espécies na ocupação e estabelecimento na área, antes, durante e após o período de inundação.

Estas observações possibilitaram avaliar, ainda que de forma qualitativa, subjetiva e preliminar a capacidade de sobrevivência e desenvolvimento das gramíneas quando submetidas a diferentes alturas de submersão das plantas (altura de coluna de d'água) e níveis de fertilidade do solo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Experimento realizado em condições de casa de vegetação (EXPERIMENTO 1).

4.1.1 Crescimento em altura de planta

O crescimento em altura foi avaliado em dois períodos : do 30^o ao 45^o dia e do 48^o ao 63^o dia.

O crescimento em altura de planta foi diferente significativamente ($p < 0,05$), em função dos três tratamentos de fertilidade no solo em todas as oito espécies estudadas já no 1^o dia de observação (33^o), à exceção de *Brachiaria mutica* que começou a se diferenciar a partir do 36^o dia, conforme mostram o Quadro 8 e a Figura 4 (A a H).

No decorrer do primeiro período da avaliação de crescimento que teve a duração de 15 dias, foi observado um comportamento diferenciado entre as espécies, isto é, a influência dos tratamentos de fertilidade do solo foi positiva, ocorrendo em épocas e proporções distintas para cada uma das espécies.

No final do primeiro período de observação (45^o dia), os resultados demonstraram que as espécies *E. pyramidalis*, *E. polystachia* e *S. anceps* apresentaram um maior crescimento no nível de

maior fertilidade do solo (F2), seguido de F1 e F0 (tratamento controle), indicando uma sensibilidade de resposta dessas espécies aos tratamentos de fertilidade.

QUADRO 8. Crescimento acumulado em altura de plantas (cm) de oito espécies de gramíneas, em função de três níveis de fertilidade no solo, a partir do 33º dia até o 45º dia após o plantio. ESAL, Lavras - MG, 1993.¹

Espécies	NF ²	Crescimento acumulado em altura (cm)				
		Época de avaliação após plantio (dias)				
		33	36	39	42	45
<i>Echinochloa pyramidalis</i>	0	3,15b	6,48c	8,75c	10,13c	11,38c
	1	5,25ab	13,60b	14,65b	18,40b	20,65b
	2	7,65a	17,63a	24,18a	26,30a	29,60a
<i>Echinochloa polystachia</i>	0	2,38b	5,25b	6,55b	9,18c	10,68c
	1	8,03a	16,50a	19,38a	23,58b	25,63b
	2	8,70a	18,95a	22,33a	28,45a	30,45a
<i>Digitaria suazilandensis</i>	0	3,05b	4,73b	5,60b	5,98b	6,48b
	1	3,33b	4,88b	6,38b	6,83b	6,95b
	2	7,00a	8,95a	10,10a	10,18a	10,33a
<i>Brachiaria radicans</i>	0	2,10b	3,05b	3,78b	4,13b	4,53b
	1	3,38ab	5,08b	6,20b	6,63b	7,15b
	2	5,83a	8,88a	9,75a	10,25a	10,63a
<i>Brachiaria mutica</i>	0	1,98a	4,43b	5,05b	5,40b	5,75b
	1	4,38a	10,03a	10,95a	11,45a	8,58b
	2	4,53a	9,35a	11,68a	12,58a	16,73a
<i>B. radicans x B. mutica</i>	0	1,45b	2,33b	2,60b	2,90b	3,20b
	1	5,50a	8,13a	11,25a	11,63a	12,38a
	2	7,13a	11,25a	13,18a	13,70a	14,38a
<i>Panicum repens</i>	0	0,98b	2,95c	4,05c	5,33c	6,95b
	1	5,50a	9,00b	9,85b	10,75b	11,25a
	2	5,55a	12,38a	13,50a	14,75a	14,30a
<i>Setaria anceps cv. Nandi</i>	0	7,93b	13,50c	14,55c	14,95c	15,38c
	1	9,40b	17,38b	19,25b	20,13b	20,50b
	2	16,08a	29,33a	30,70a	30,70a	30,70a

¹ Na mesma coluna e dentro de cada espécie, médias seguidas por letras distintas diferem entre si (Tukey, 5%).

² NF = Níveis de fertilidade, conforme Quadro 3.

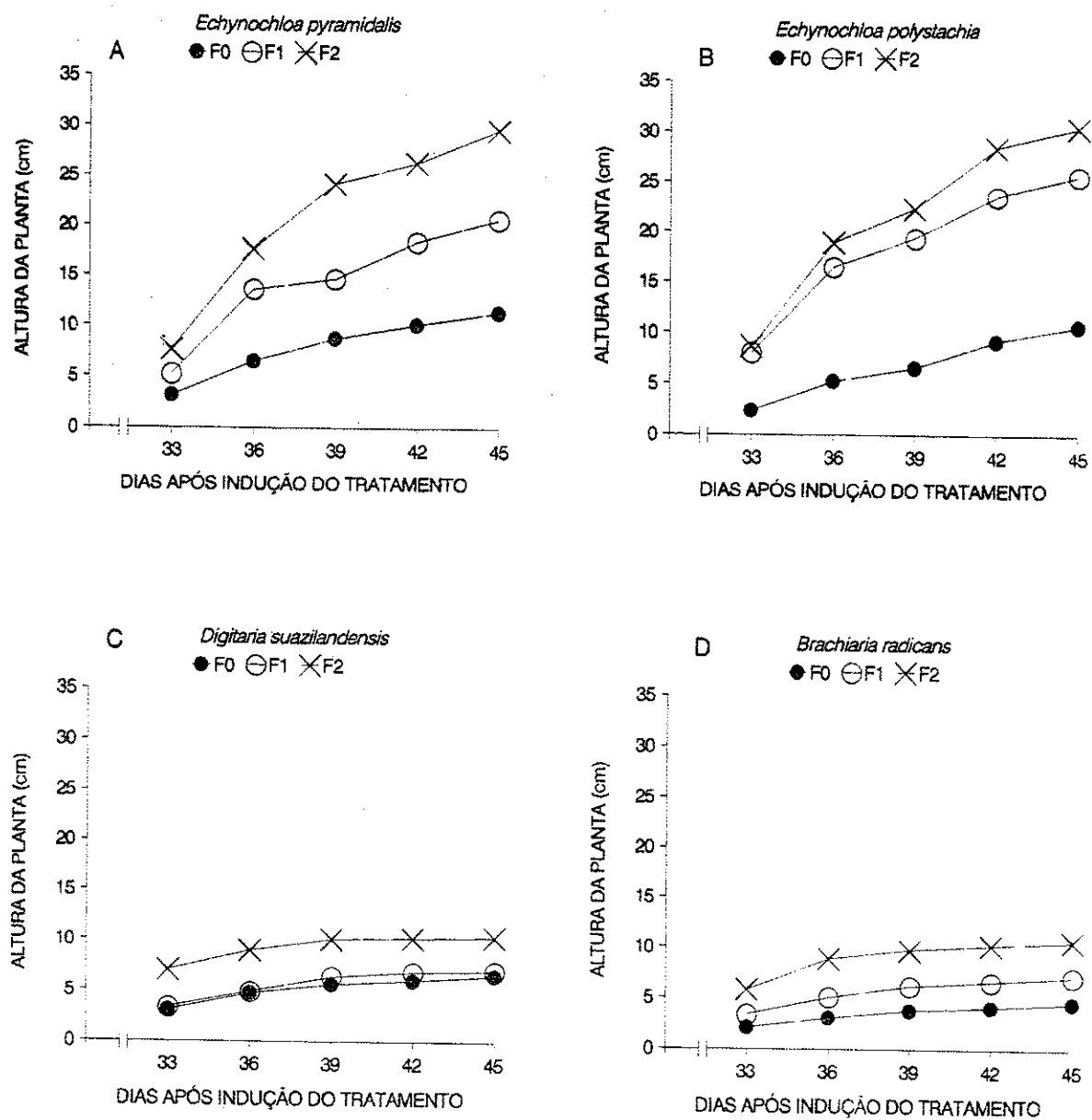


FIGURA 4(A-D). Crescimento acumulado em altura de planta (cm), de *E. pyramidalis*, *E. polystachia*, *D. suazilandensis* e *B. radicans*, em função de 3 níveis de fertilidade no solo (F0, F1 e F2), do 33º ao 45º dia após o plantio. ESAL, Lavras - MG, 1993.

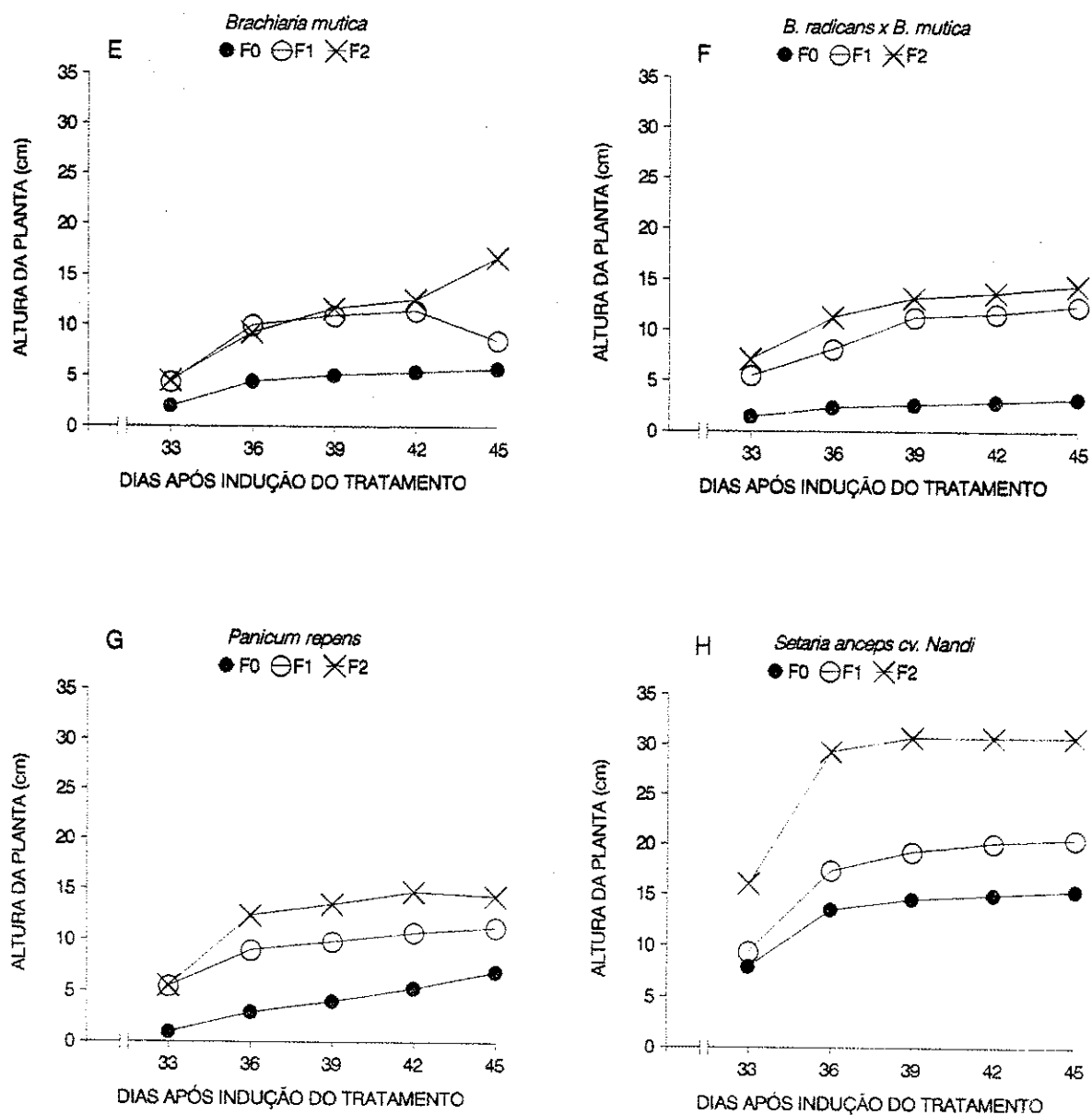


FIGURA 4(E-H). Crescimento acumulado em altura de planta (cm), de *B. mutica*, *B. radicans* x *B. mutica*, *P. repens* e *S. anceps* em função de 3 níveis de fertilidade no solo (F0, F1 e F2), do 33º ao 45º dia após o plantio. ESAL, Lavras - MG, 1993.

No entanto, as espécies *D. suazilandensis* (Figura 4C), *B. radicans* (Figura 4D) e *B. mutica* (Figura 4E) apresentaram um crescimento que não diferiu significativamente entre o menor nível de fertilidade no solo (F0) e o nível intermediário (F1), mostrando, portanto uma maior exigência de tais espécies a altos níveis de fertilidade no solo.

Por outro lado, nas espécies *B. radicans* x *B. mutica* e *Panicum repens* foi observado que não houveram diferenças significativas no crescimento entre os níveis F1 e F2 de fertilidade no solo, ou seja, em tais espécies o crescimento máximo foi atingido no nível F1 de fertilidade.

As porcentagens de crescimento no nível F0 de fertilidade em relação ao nível F2 (aos 45 dias após o plantio) são apresentados no Quadro 9, e, mostram o comportamento diferencial das oito gramíneas em estudo a baixos níveis de fertilidade no solo. Neste Quadro destaca-se a superioridade de *D. suazilandensis*, seguida das espécies *S. anceps* e *P. repens*, e a inferioridade da espécie *B. radicans* x *B. mutica* seguida pelas outras braquiárias e canaranas.

QUADRO 9. Crescimento em altura de plantas de gramíneas obtidas no menor nível de fertilidade do solo (F0) em relação ao maior (F2) no 1º período de avaliação, aos 45 dias após o plantio, em ordem decrescente. ESAL, Lavras - MG, 1993.

Espécies	Crescimento (%)
<i>Digitaria suazilandensis</i>	63
<i>Setaria anceps</i>	50
<i>Panicum repens</i>	49
<i>Brachiaria radicans</i>	43
<i>Echinochloa pyramidalis</i>	38
<i>Echinochloa polystachia</i>	35
<i>Brachiaria mutica</i>	34
<i>B. radicans</i> x <i>B. mutica</i>	22

A superioridade de *D. suazilandensis* e *S. anceps* quanto ao crescimento em altura da parte aérea no tratamento controle de fertilidade pode ser justificada, pelo menos em parte, pela maior tolerância destas espécies às condições de acidez do solo, conforme relata RODRIGUES (1986).

O crescimento em altura das plantas observado no segundo período da avaliação do 45º dia ao 63º dia após o plantio, foi superior para todas as espécies nos maiores níveis de fertilidade (F1 e F2), à exceção de *P. repens* que não apresentou diferenças significativas ($P < 0,05$) entre os tratamentos, conforme mostra os resultados do Quadro 10 e da Figura 5 (A a H).

Ao final da avaliação (63º dia após plantio) as espécies *E. pyramidalis* e *E. polystachia*, apresentaram um crescimento nitidamente diferenciado entre os três níveis de fertilidade, enquanto *D. suazilandensis*, *B. radicans* e *B. mutica* apenas diferiram entre F0 e F2. Por sua vez, *B. radicans* x *B. mutica* e *S. anceps* apresentaram crescimento semelhante nos níveis F1 e F2 de fertilidade e inferior no tratamento controle.

As porcentagens de crescimentos em altura de plantas obtidos no menor nível de fertilidade, em relação ao maior, aos 63 dias após o plantio são apresentados no Quadro 11, e mostram também, à semelhança do Quadro 2, o comportamento diferencial das espécies sob baixo nível de fertilidade do solo. Neste quadro nota-se que ao contrário do primeiro período de avaliação (Quadro 9), a *D. suazilandensis* foi a espécie que teve seu crescimento em altura mais drasticamente reduzido no nível de baixa fertilidade do solo. As espécies *E. pyramidalis* e *B. radicans* x *B. mutica* mantiveram a mesma performance do primeiro período de avaliação e as espécies *B. mutica*, *E. polystachia* e a *B. radicans* assumiram posição de destaque, juntamente com *P. repens* e *S. anceps*, no crescimento em altura, quando cultivadas em condições de baixa fertilidade do solo.

QUADRO 10. Crescimento acumulado em altura de plantas (cm) de oito espécies de gramíneas, em função de três níveis de fertilidade no solo, a partir do 48º dia até o 63º dia após o plantio. ESAL, Lavras - MG, 1993.¹

Espécies	NF ²	Crescimento acumulado em altura (cm)					
		Época de avaliação após plantio (dias)					
		48	51	54	57	60	63
<i>Echinochloa pyramidalis</i>	0	2,38b	5,57b	8,33c	10,38c	11,88c	13,13c
	1	6,53a	13,70a	19,45b	25,70b	27,25b	28,80b
	2	7,38a	16,03a	26,00a	30,83a	32,25a	34,70a
<i>Echinochloa polystachia</i>	0	3,00b	4,78c	7,10b	8,08b	9,00c	14,40c
	1	7,25a	10,30b	15,63a	17,88a	20,00b	21,25b
	2	9,20a	15,30a	19,13a	21,13a	23,75a	25,73a
<i>Digitaria suazilandensis</i>	0	0,80a	1,28a	1,40b	1,68b	1,68b	1,68b
	1	1,85a	3,23a	3,73ab	4,30ab	4,40ab	4,55ab
	2	3,23a	4,63a	5,20a	5,55a	5,70a	5,90a
<i>Brachiaria radicans</i>	0	2,78a	4,13a	4,70b	5,00b	5,10b	5,15b
	1	3,33a	4,85a	6,08ab	7,08ab	7,20ab	7,28ab
	2	4,33a	7,10a	8,98a	9,63a	9,80a	10,00a
<i>Brachiaria mutica</i>	0	2,55a	4,85a	6,38b	6,83b	7,38b	7,75b
	1	4,78a	7,95a	8,68ab	10,20ab	10,25ab	10,33ab
	2	5,63a	8,18a	10,00a	11,25a	12,08a	12,25a
<i>B. radicans x B. mutica</i>	0	2,35b	3,60b	4,00b	4,49b	4,63b	4,78b
	1	6,13a	9,13a	11,50a	12,38a	12,75a	12,88a
	2	6,67a	9,13a	11,63a	12,75a	13,08a	13,18a
<i>Panicum repens</i>	0	2,30a	4,23a	6,05a	7,23a	8,35a	9,20a
	1	2,40a	4,30a	6,13a	7,23a	8,58a	9,20a
	2	2,70a	5,93a	7,55a	8,30a	8,95a	9,33a
<i>Setaria anceps cv. Nandi</i>	0	8,75a	13,38b	18,63b	20,75b	21,75b	22,85b
	1	9,70a	19,70a	27,08a	31,20a	31,75a	32,33a
	2	11,38a	21,10a	29,60a	33,73a	33,85a	34,23a

¹ Na mesma coluna e dentro de cada espécie, médias seguidas por letras distintas diferem entre si (Tukey, 5%).

² NF = Níveis de fertilidade, conforme Quadro 3.

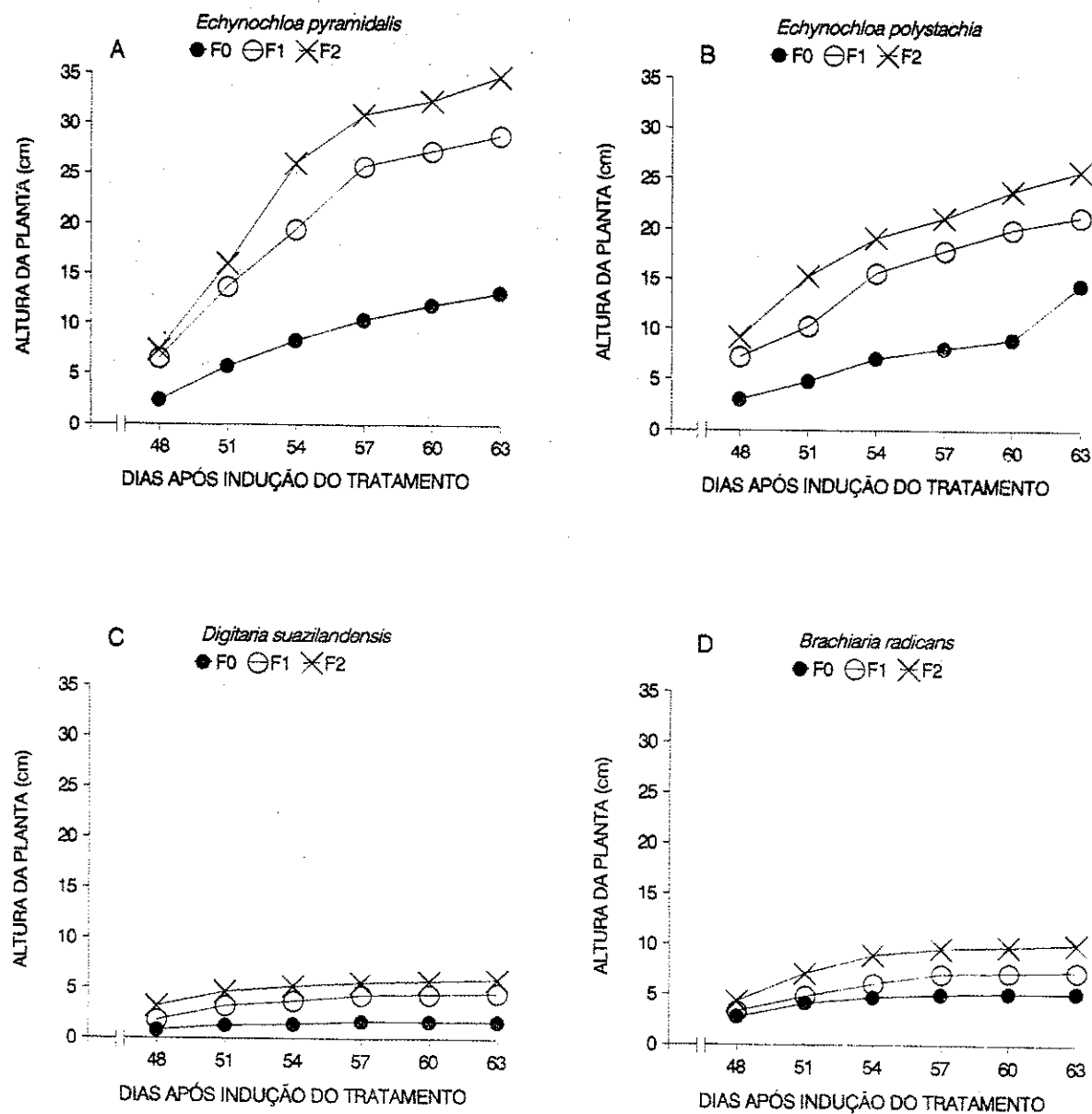


FIGURA 5(A-D). Crescimento acumulado em altura de plantas (cm), de *E. pyramidalis*, *E. polystachia*, *D. suazilandensis* e *B. radicans*, em função de 3 níveis de fertilidade no solo (F0, F1 e F2), do 48º ao 63º dia após o plantio. ESAL, Lavras - MG, 1993.

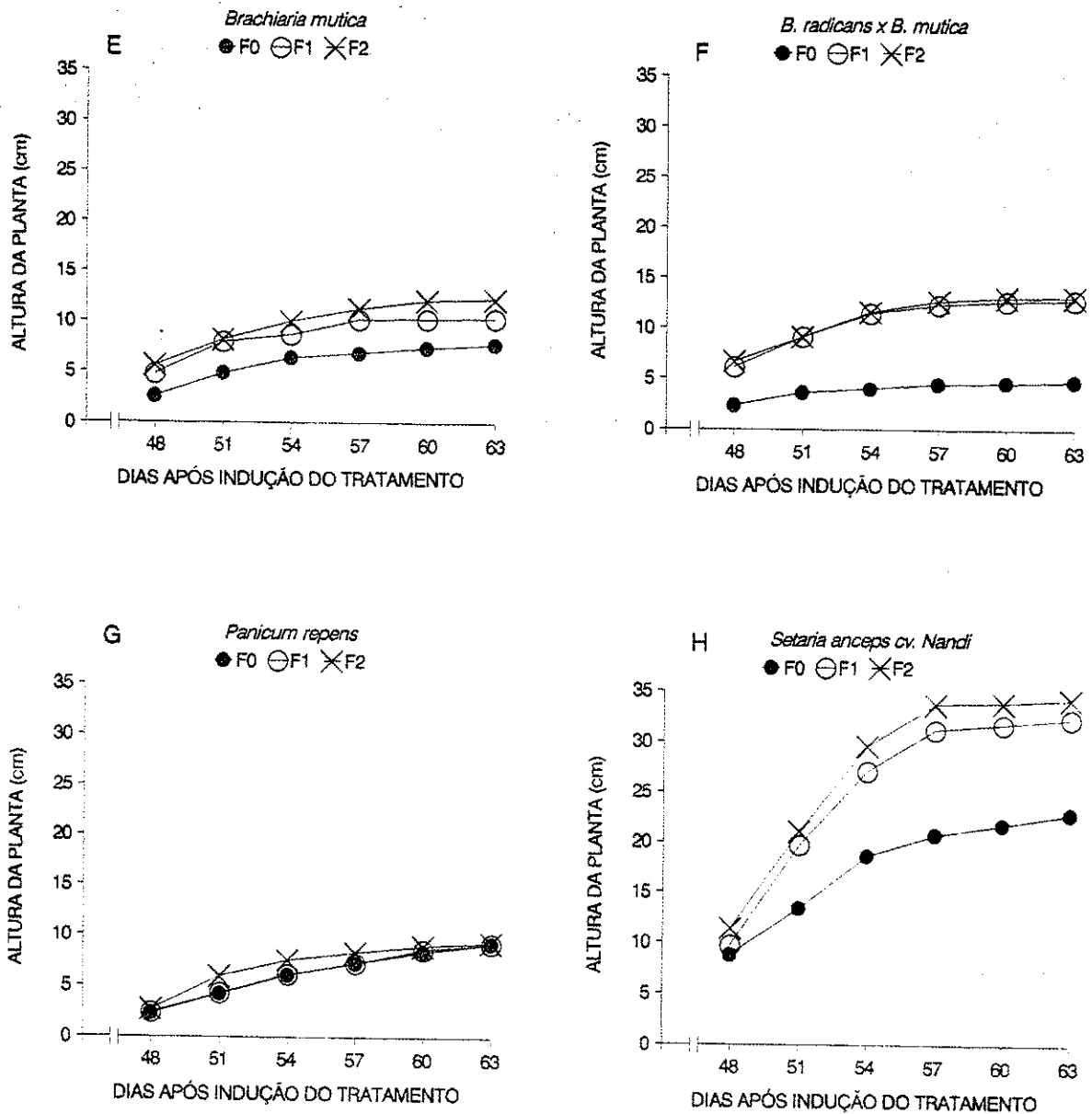


FIGURA 5(E-H). Crescimento acumulado em altura de plantas (cm), de *B. mutica*, *B. radicans x B. mutica*, *P. repens* e *S. anceps* em função de 3 níveis de fertilidade no solo (F0, F1 e F2), do 48º ao 63º dia após o plantio. ESAL, Lavras - MG, 1993.

QUADRO 11. Crescimento em altura de plantas de gramíneas obtidas no menor nível de fertilidade do solo (F0) em relação ao maior (F2) no segundo período de avaliação aos 63 dias após o plantio em ordem decrescente. ESAL, Lavras - MG, 1993.

Espécie	Crescimento (%)
<i>Panicum repens</i>	69
<i>Setaria anceps</i>	67
<i>Brachiaria mutica</i>	63
<i>Echinochloa polystachia</i>	56
<i>Brachiaria radicans</i>	52
<i>Echinochloa pyramidalis</i>	38
<i>B. radicans</i> x <i>B. mutica</i>	36
<i>Digitaria suazilandensis</i>	28

Estes resultados indicam uma possibilidade de adaptação de *P. repens*, *S. anceps*, *B. mutica* e *B. radicans* às condições de baixa fertilidade do solo, no que tange ao parâmetro considerado, estando de acordo com GOMIDE (1986), assim como *E. polystachia* que, segundo JUNK (1979), é uma espécie que se distingue pela sua rusticidade às condições edáficas adversas.

4.1.2 Perfilhamento

O perfilhamento das oito gramíneas foi influenciado pelos níveis de fertilidade, onde os maiores valores foram observados no maior nível de fertilidade (F2), seguido de F1 e F0. Entretanto, na espécie *S.anceps* o perfilhamento não diferiu significativamente ($P < 0,05$) entre os níveis F1 e F0 de fertilidade, conforme mostra o Quadro 12.

Os percentuais de perfilhamento das espécies no menor nível de fertilidade (F0), quando comparado ao maior (F2), aos 60 dias após o plantio são mostrados em ordem decrescente no

Quadro 13. Neste quadro destacam-se a *E. polystachia* e a *B. radicans* x *B. mutica*, como maior e menor percentual de perfilhamento, respectivamente.

QUADRO 12. Perfilhamento (número de perfilhos/vaso) de oito espécies de gramíneas, em função de três níveis de fertilidade no solo, no 30º dia e 60º dia após o plantio. ESAL, Lavras - MG, 1993.¹

Espécies	NF ²	Número de perfilhos/vaso	
		Dias após plantio	
		30	60
<i>Echinochloa pyramidalis</i>	0	8,71c	8,96c
	1	19,69b	21,67b
	2	25,54a	25,54a
<i>Echinochloa polystachia</i>	0	6,37b	6,37c
	1	6,93b	7,97b
	2	10,99a	12,73a
<i>Digitaria suazilandensis</i>	0	9,15c	11,18c
	1	16,07b	21,30b
	2	27,07a	32,03a
<i>Brachiaria radicans</i>	0	5,44c	5,72c
	1	16,44b	16,96b
	2	26,12a	28,42a
<i>Brachiaria mutica</i>	0	9,72c	9,96c
	1	16,93b	16,93b
	2	24,74a	24,74a
<i>B. radicans</i> x <i>B. mutica</i>	0	5,17c	5,44c
	1	23,33b	24,18b
	2	30,82a	35,72a
<i>Panicum repens</i>	0	9,65c	11,99c
	1	15,96b	16,47b
	2	24,48a	32,21a
<i>Setaria anceps</i> cv. <i>Nandi</i>	0	4,71b	4,81b
	1	5,44b	5,69b
	2	11,30a	12,10a

¹ Na mesma coluna e dentro de cada espécie, médias seguidas por letras distintas diferem entre si (Tukey, 5%).

² NF = Níveis de fertilidade, conforme Quadro 3.

QUADRO 13. Perfilhamento de gramíneas obtidas no menor nível de fertilidade do solo (F0) em relação ao maior (F2) aos 60 dias após o plantio, em ordem decrescente. ESAL, Lavras - MG, 1993.

Espécies	Perfilhamento (%)
<i>Echinochloa polystachia</i>	50
<i>Brachiaria mutica</i>	40
<i>Setaria anceps</i>	39
<i>Panicum repens</i>	37
<i>Echinochloa pyramidalis</i>	35
<i>Digitaria suazilandensis</i>	35
<i>Brachiaria radicans</i>	20
<i>B. radicans</i> x <i>B. mutica</i>	15

Torna-se importante ressaltar o vigor de Canarana prostrada pilosa e da *B. mutica*, com 50% e 40% de perfilhamento respectivamente em relação ao maior nível de fertilidade, indicando que dentre as espécies de hábito decumbente estas se destacam, podendo serem consideradas promissoras nos processos de revegetação de áreas degradadas, pois através de um maior perfilhamento é possível conseguir a ocupação destas áreas de forma mais segura e eficiente.

4.1.3 Produção e distribuição de matéria seca

4.1.3.1 Matéria seca total

A produção de matéria seca total de todas as espécies aos 70 dias após o plantio foi influenciada pelos tratamentos de fertilidade aplicados ao solo, sendo os maiores valores encontrados no nível F2, seguido de F1 e F0, conforme mostram os resultados apresentados na Figura 6.

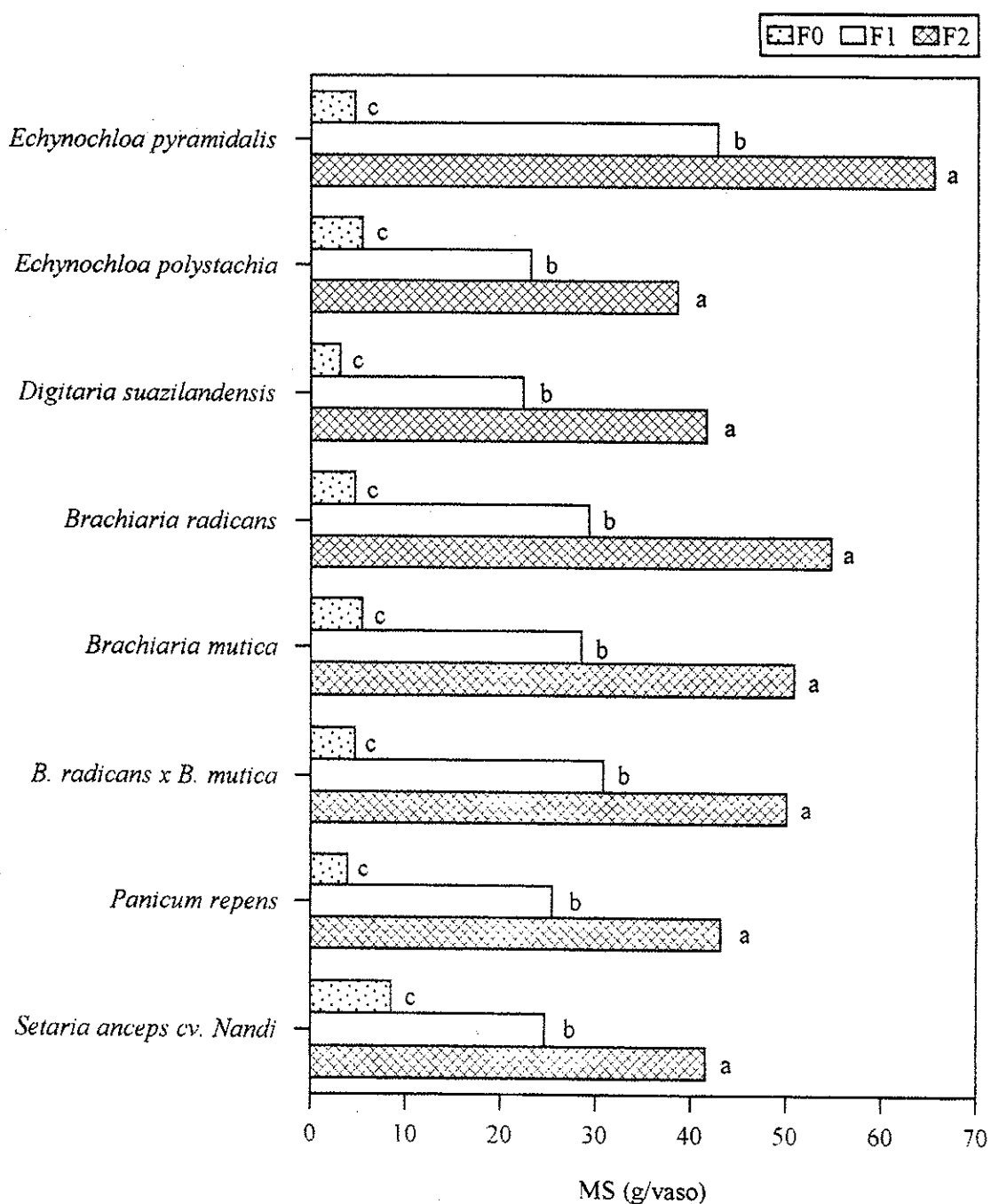


FIGURA 6. Produção de matéria seca total (MS) (g/vase) de oito espécies de gramíneas, aos 70 dias após o plantio, em função de 3 níveis de fertilidade no solo (F0, F1 e F2). ESAL, Lavras - MG, 1993. As letras a, b e c representam, dentro de cada espécie, a diferença significativa entre as médias obtidas pelo teste de Tukey (5%).

As melhores condições de fertilidade no solo propiciaram um bom desenvolvimento das plantas das oito gramíneas estudadas através do aumento da matéria seca total observado em relação ao tratamento de menor fertilidade do solo (F0). A espécie *Echynochloa pyramidalis* se destacou das demais espécies, respondendo de forma acentuada ao incremento de fertilidade no solo.

As porcentagens da matéria seca total da parte aérea das gramíneas obtidas no menor nível de fertilidade do solo (F0) em relação ao maior (F2), são mostrados no Quadro 14.

QUADRO 14. Produção de matéria seca total de gramíneas obtidas no menor nível de fertilidade do solo (F0) em relação ao maior (F2) aos 70 dias após o plantio em ordem decrescente. ESAL, Lavras - MG, 1993.

Espécies	Matéria Seca (%)
<i>Setaria anceps</i>	20
<i>Echynochloa polystachia</i>	15
<i>Brachiaria mutica</i>	11
<i>B. radicans</i> x <i>B. mutica</i>	10
<i>Panicum repens</i>	10
<i>Digitaria suazilandensis</i>	8
<i>Brachiaria radicans</i>	7
<i>Echynochloa pyramidalis</i>	6

Observou-se que *Setaria anceps* e *Echynochloa polystachia* em relação às demais espécies, apresentaram os maiores valores percentuais relativos de produção de matéria seca total no menor nível de fertilidade do solo.

4.1.3.2 Matéria seca da parte aérea

De forma semelhante à matéria seca total, a produção de matéria seca da parte aérea das oito gramíneas em estudo foi maior no nível F2 de fertilidade, seguida de F1 e F0, como pode ser visto na Figura 7.

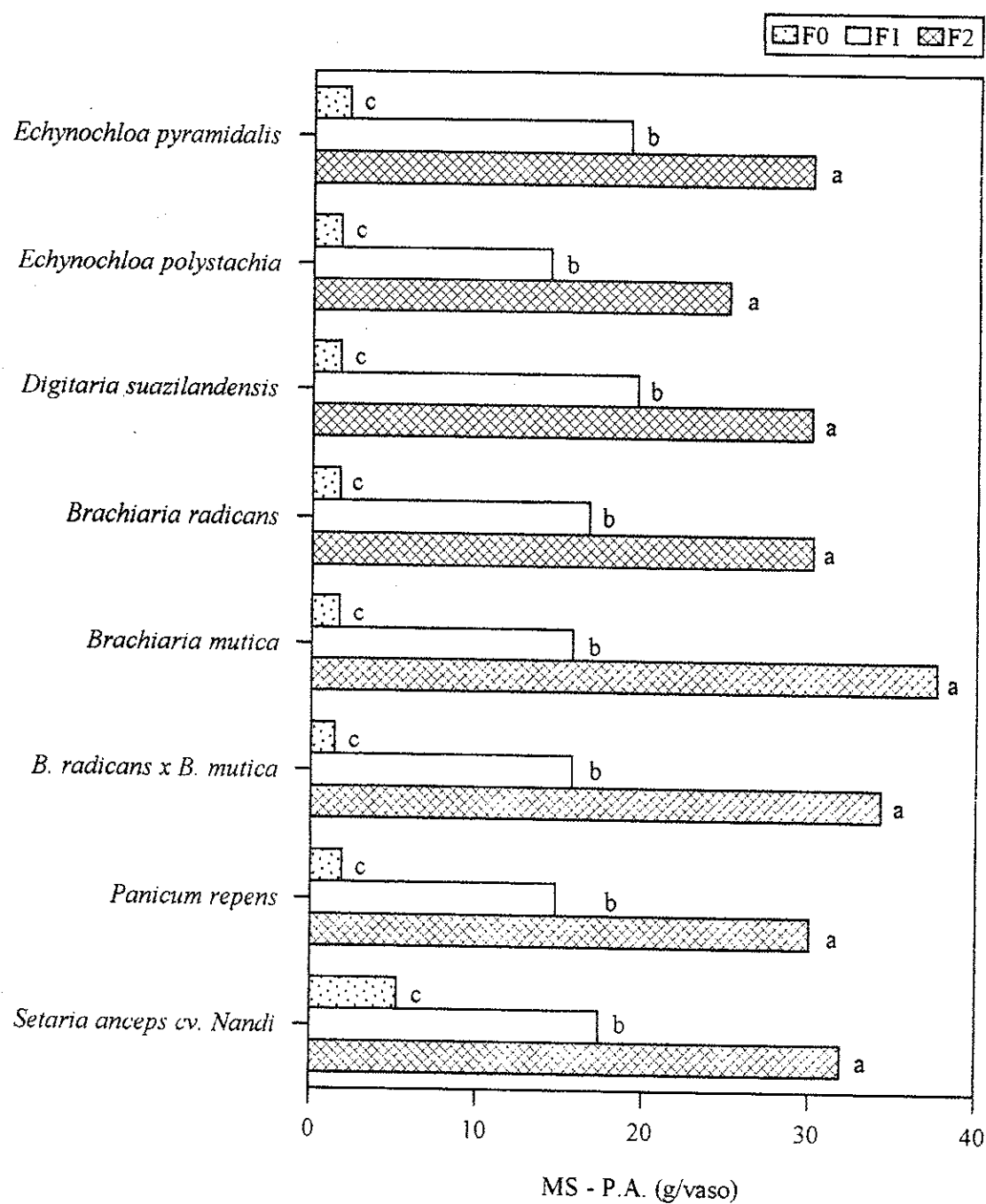


FIGURA 7. Produção de matéria seca da parte aérea (MS-PA) (g/vase) aos 70 dias após o plantio, em função de 3 níveis de fertilidade no solo (F0, F1, F2). ESAL, Lavras - MG, 1993. As letras a, b e c representam, dentro de cada espécie, a diferença significativa entre as médias obtidas pelo teste de Tukey (5%).

A espécie que mais se destacou foi *S.anceps* que apresentou uma produção média de matéria seca da parte aérea de 4,93 g/vaso no menor nível de fertilidade, o que correspondeu a 15,5% da produção obtida no maior nível de fertilidade do solo. As porcentagens da produção de matéria seca da parte aérea no mesmo nível de fertilidade do solo (F0) em relação ao maior (F2) são mostrados no Quadro 15.

QUADRO 15. Produção de matéria seca da parte aérea de gramíneas obtidas no menor nível de fertilidade do solo (F0) em relação ao maior (F2) aos 70 dias após o plantio em ordem decrescente. ESAL, Lavras - MG, 1993.

Espécies	Matéria Seca (%)
<i>Setaria anceps</i>	16
<i>Echinochloa polystachia</i>	8
<i>Panicum repens</i>	7
<i>Echinochloa pyramidalis</i>	7
<i>Digitaria suazilandensis</i>	6
<i>Brachiaria radicans</i>	7
<i>Brachiaria mutica</i>	4
<i>B. radicans</i> x <i>B. mutica</i>	4

4.1.3.3 Matéria seca do sistema radicular

A produção de matéria seca do sistema radicular nas oito espécies de gramíneas diferiu significativamente ($P < 0.05$), em função dos três níveis de fertilidade. Contudo, as respostas das espécies aos tratamentos de fertilidade foram distintas daquelas apresentadas para matéria seca total e da parte aérea (Figura 8).

As maiores produções de matéria seca do sistema radicular foram obtidas no maior nível de fertilidade por *E. pyramidalis* e *B. radicans*, indicando que tais espécies respondem mais

positivamente. Entretanto, estas espécies, ao lado das espécies *P. repens* e *D. suazilandensis* foram as que apresentaram a menor produção de fitomassa nas raízes no menor nível de fertilidade do solo e conseqüentemente, a menor porcentagem de produção de matéria seca de raízes no menor nível de fertilidade (F0) em relação ao maior (Quadro 16). As demais espécies apresentam aproximadamente a mesma produção de matéria seca de raízes no menor nível de fertilidade (Figura 8), e também as maiores porcentagens de produção das raízes no menor nível de fertilidade em relação ao maior, com o destaque da espécie *S. Anceps*.

As espécies que apresentaram a maior produção de matéria seca total, da parte aérea e do sistema radicular, no menor nível de fertilidade (F0), foram, respectivamente: *E. polystachia* e *Brachiaria mutica* e *S.anceps* para os dois últimos parâmetros. Assim sendo, a recomendação de tais espécies pode ser sugerida, uma vez que a erosão na área de depleção estudada poderá ser reduzida com a utilização de espécies que melhorem a estrutura física do solo, através da produção de seu sistema radicular, bem como através da manutenção de uma biomassa que estabeleça microclima ideal para a sustentabilidade do ecossistema em declive.

QUADRO 16. Produção de matéria seca do sistema radicular de gramíneas obtidas no menor nível de fertilidade do solo (F0) em relação ao maior (F2) aos 70 dias após o plantio em ordem decrescente. ESAL, Lavras - MG, 1993.

Espécies	Matéria Seca (%)
<i>Setaria anceps</i>	35
<i>Echynochloa polystachia</i>	26
<i>Brachiaria mutica</i>	26
<i>B. radicans</i> x <i>B. mutica</i>	20
<i>Panicum repens</i>	14
<i>Digitaria suazilandensis</i>	12
<i>Brachiaria radicans</i>	9
<i>Echynochloa pyramidalis</i>	5

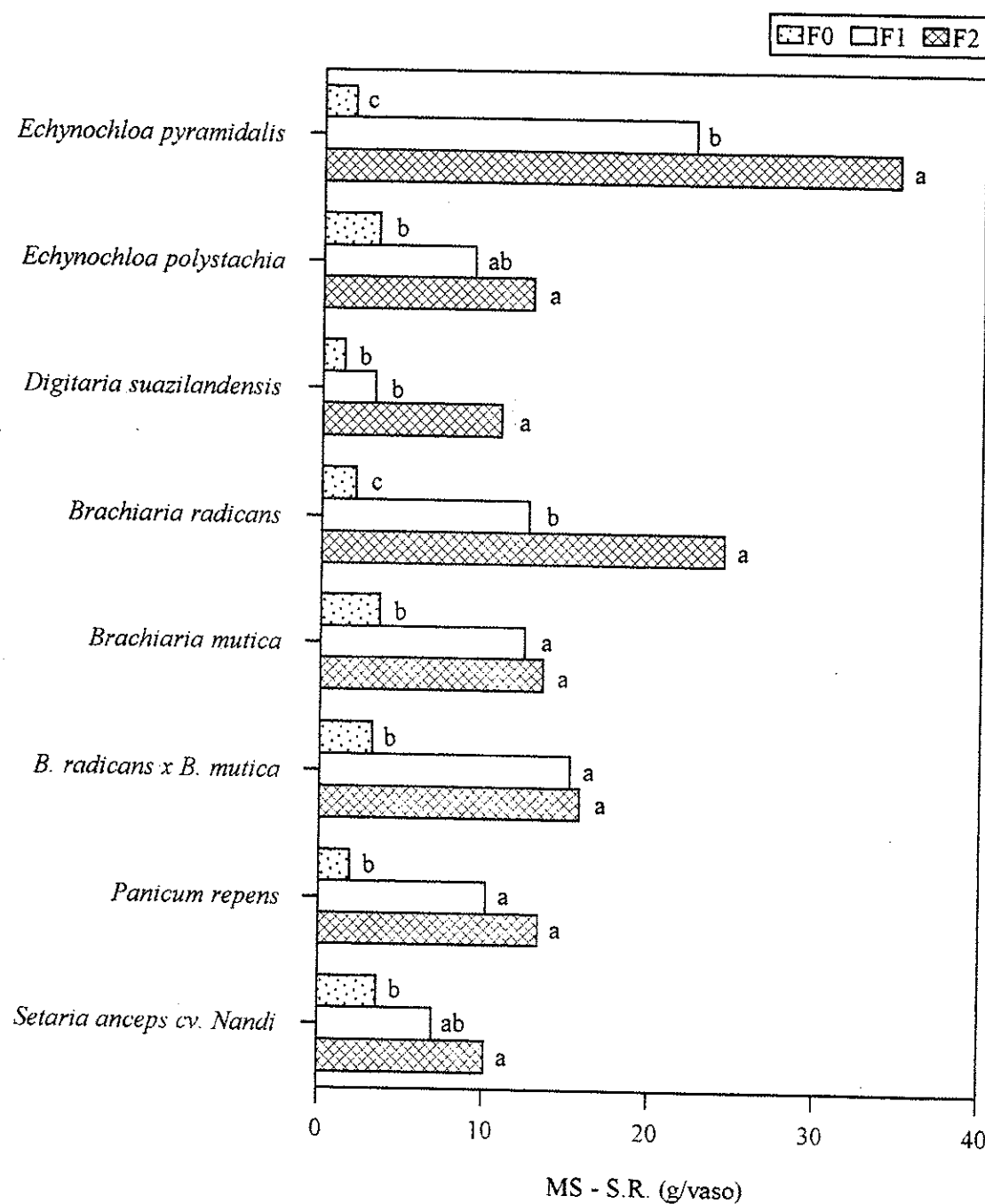


FIGURA 8. Produção de matéria seca do sistema radicular (MS-SR) (g/vaso) aos 70 dias após o plantio, em função de 3 níveis de fertilidade no solo (F0, F1, F2). ESAL, Lavras - MG, 1993. As letras a, b e c representam, dentro de cada espécie, a diferença significativa entre as médias obtidas pelo teste de Tukey (5%).

As espécies que mais responderam ao maior nível de adubação (F2) quanto à produção de matéria seca total, da parte aérea e do sistema radicular foram, respectivamente: *E. pyramidalis*, *B. mutica* e *E. pyramidalis* para o último parâmetro. Estes resultados sugerem que tais espécies são mais exigentes às condições de boa fertilidade no solo, embora *B. mutica* mesmo no menor nível de fertilidade tenha superado as demais espécies na produção de matéria seca total.

Algumas espécies, por sua vez, não responderam mais a partir do nível intermediário de fertilidade (F1), como a *B. mutica*, *B. radicans* x *B. mutica* e *P. repens*, no que diz respeito à produção de matéria seca do sistema radicular sugerindo que suas produções máximas são alcançadas dentro do intervalo estudado, em solos sob condições intermediárias de fertilidade.

De forma contrária, *E. polystachia*, *S. anceps* e *D. suazilandensis* apresentaram uma certa tolerância no menor nível de fertilidade, uma vez que a produção de matéria seca do sistema radicular neste tratamento não diferiu significativamente ($P < 0,05$) do tratamento intermediário de fertilidade (F1).

Para as espécies *B. mutica*, *B. radicans* x *B. mutica* e *P. repens*, a produção de matéria seca do sistema radicular nos níveis F1 e F2 de fertilidade no solo não diferiram significativamente, indicando que tais espécies não seriam tão exigentes quanto a melhores condições de fertilidade no solo, para uma boa produção de matéria seca do sistema radicular.

4.1.3.4 Porcentagem de matéria seca total distribuída para a parte aérea e para o sistema radicular

Analisando os resultados apresentados no Quadro 17, observa-se que em todas as espécies, à exceção de *E. pyramidalis* as porcentagens de matéria seca total da planta distribuídas

para a parte aérea e sistema radicular, foram, respectivamente, diminuídas e aumentadas, quando cultivadas nos níveis mais baixos de fertilidade do solo, destacadamente, no nível F0.

QUADRO 17. Porcentagem de matéria seca total distribuída para a parte aérea $[(MS - PA)/MS \text{ total}]$ e para o sistema radicular $[(MS.SR)/MS \text{ total}]$ de oito espécies de gramíneas, em função de três níveis de fertilidade no solo, aos 70 dias após o plantio. ESAL, Lavras -MG, 1993.¹

Espécies	M.S. - Parte Aérea (%)			M.S. - S. Radicular (%)		
	Níveis de Fertilidade ²			Níveis de Fertilidade ²		
	F0	F1	F2	F0	F1	F2
<i>Echinochloa pyramidalis</i>	54a	47a	46a	46a	53a	54a
<i>Echinochloa polystachia</i>	37b	60a	66a	63a	40b	34b
<i>Digitaria suazilandensis</i>	55b	85a	74a	45a	15b	26b
<i>Brachiaria radicans</i>	44b	57a	56ab	56ab	43b	44ab
<i>Brachiaria mutica</i>	32c	56b	73a	68a	44b	27c
<i>B. radicans</i> x <i>B. mutica</i>	30c	52b	68a	70a	49b	32c
<i>Panicum repens</i>	52b	59ab	69a	48a	40ab	31b
<i>Setaria anceps</i>	58b	71a	76a	42a	29b	24b

¹ Na mesma linha e dentro de cada espécie, médias seguidas por letras distintas diferem entre si (Tukey, 5%).

² Níveis de fertilidade conforme Quadro 3.

As maiores porcentagens de matéria seca total distribuídas para a parte aérea, no menor nível de fertilidade, ocorreram nas espécies *S. anceps*, *D. suazilandensis*, *E. pyramidalis* e *P. repens*, todas com valores superiores a 50%. Por outro lado, as braquiárias e a *E. polystachia* apresentaram valores inferiores a 50% variando na faixa de 30 a 40% de matéria seca distribuída para a parte aérea; conseqüentemente, também, foram as espécies que apresentaram as maiores porcentagens de distribuição de matéria seca total para as raízes, que variaram entre 56 a 70%. As espécies *B. mutica* e *B. radicans* x *B. mutica* apresentaram 68 a 70% respectivamente, de distribuição de matéria seca no menor nível de fertilidade do solo.

Os resultados das porcentagens da matéria seca total distribuída para a parte aérea e sistema radicular das oito espécies em estudo, no menor nível de fertilidade do solo, sugerem que algumas das gramíneas que tiveram a produção de matéria seca da parte aérea beneficiada (acima de 50%), em detrimento da produção de matéria seca do sistema radicular, seriam de maior interesse nos programas de revegetação de áreas desprovidas de qualquer cobertura vegetal. Tais espécies foram *Setaria anceps* cv. Nandi, *Digitaria suazilandensis*, *Echinochloa pyramidalis* e *P. repens*. Entretanto, as espécies de braquiárias e a *E. polystachia*, que proporcionando uma melhor distribuição da produção de matéria seca total para o sistema radicular, no menor nível de fertilidade, não poderiam ser desprezadas principalmente quando se pensa na preservação e também na recuperação da estrutura física e química dos solos de áreas de depleção dos reservatórios de d'água.

4.2 Experimento realizado em condições de campo (EXPERIMENTO 2).

4.2.1 Teores de macronutrientes

4.2.1.1 Nitrogênio

Os teores de nitrogênio na parte aérea das dez gramíneas estudadas na área de depleção do Reservatório Hidrelétrico de Camargos, diferiram significativamente em função dos tratamentos de fertilidade, como mostra o Quadro 18.

As espécies que apresentaram os maiores teores de nitrogênio nos tecidos da parte aérea, no tratamento de menor fertilidade, foram *Axonopus sp.*, *S.anceps* e *Paspalum sp.*, com 2,21%;

1,84% e 1,67% de nitrogênio, respectivamente (Quadro 18). Tais resultados demonstram a exigência dessas espécies em relação a este nutriente.

De forma contrária, as braquiárias e a canarana prostrada pilosa, principalmente, apresentaram-se menos exigentes em relação ao nitrogênio, com teores que variaram de 1,1 à 0,8% no tratamento de menor fertilidade (solo natural da área de depleção). Estes resultados justificaram, de certa forma, o melhor estabelecimento das braquiárias no campo, isto é, uma melhor formação do "stand" em solo com estresse químico.

QUADRO 18. Teor de nitrogênio (%) na matéria seca da parte aérea de dez espécies de gramíneas, aos cinco meses após o plantio em área de depleção, Reservatório Hidrelétrico de Camargos. ESAL, Lavras - MG, 1993.¹

Espécie	Teor de N - P.A. (%)		
	Níveis de Fertilidade ²		
	F0	F1	F2
<i>Echinochloa pyramidalis</i>	1,21b	1,84a	1,87a
<i>Echinochloa polystachia</i>	1,10b	1,29b	1,98a
<i>Digitaria suazilandensis</i>	1,34b	1,47b	2,33a
<i>Brachiaria radicans</i>	0,84a	0,98a	1,23a
<i>Brachiaria mutica</i>	0,85b	1,33ab	1,73a
<i>B. radicans</i> x <i>B. mutica</i>	1,02b	1,17ab	1,65a
<i>Panicum repens</i>	1,15b	1,93a	1,79a
<i>Setaria anceps</i> cv. <i>Nandi</i>	1,84a	1,93a	2,03a
<i>Axonopus</i> sp	2,21a	2,13a	2,36a
<i>Paspalum</i> sp	1,67a	1,55a	1,90a

¹ Na mesma linha e dentro de cada espécie, médias seguidas por letras distintas diferem entre si (Tukey, 5%).

² Níveis de fertilidade conforme Quadro 7.

4.2.1.2 Fósforo

Os resultados demonstraram que não houve diferenças significativas ($p > 0,05$) quanto aos teores de fósforo nos tecidos das plantas em função dos três tratamentos de fertilidade, como mostra o Quadro 19. Embora, no tratamento de menor fertilidade do solo os teores de fósforo tenham variado pouco (0,10% a 0,18%), as espécies que se apresentaram menos exigentes em relação à este nutriente foram: *Echinochloa polystachia*, *Brachiaria radicans* e *Brachiaria radicans* x *Brachiaria mutica*.

A utilização de espécies menos exigentes quanto ao fósforo é fundamental no êxito dos processos de revegetação em áreas com baixos teores de fósforo, como na área de depleção considerada.

QUADRO 19. Teor de fósforo (%) na matéria seca da parte aérea de dez espécies de gramíneas, aos cinco meses após o plantio em área de depleção, Reservatório Hidrelétrico de Camargos, Itutinga, MG. ESAL, Lavras - MG, 1993.

Espécie	Teor de P - P.A. (%)		
	Níveis de Fertilidade ¹		
	F0	F1	F2
<i>Echinochloa pyramidalis</i>	0,12	0,16	0,12
<i>Echinochloa polystachia</i>	0,10	0,10	0,09
<i>Digitaria suazilandensis</i>	0,14	0,17	0,17
<i>Brachiaria radicans</i>	0,10	0,10	0,10
<i>Brachiaria mutica</i>	0,16	0,14	0,11
<i>B. radicans</i> x <i>B. mutica</i>	0,10	0,11	0,11
<i>Panicum repens</i>	0,13	0,16	0,13
<i>Setaria anceps</i> cv. Nandi	0,18	0,13	0,16
<i>Axonopus</i> sp	0,17	0,19	0,22
<i>Paspalum</i> sp	0,13	0,14	0,17

¹ - Níveis de fertilidade conforme Quadro 7

4.2.1.3 Potássio

Os teores de potássio na parte aérea das gramíneas diferiram significativamente em função dos tratamentos de fertilidade no solo ($p > 0,05$), como mostra o Quadro 20.

QUADRO 20. Teor de potássio (%) na matéria seca da parte aérea de dez espécies de gramíneas, aos cinco meses após o plantio em área de depleção, Reservatório Hidrelétrico de Camargos, Itutinga, MG. ESAL, Lavras - MG, 1993¹.

Espécie	Teor de K - P.A. (%)		
	Níveis de Fertilidade ²		
	F0	F1	F2
<i>Echinochloa pyramidalis</i>	0,69a	0,78a	0,74a
<i>Echinochloa polystachia</i>	0,48a	0,67a	0,61a
<i>Digitaria suazilandensis</i>	0,62a	0,88a	0,85a
<i>Brachiaria radicans</i>	0,41a	0,67a	0,70a
<i>Brachiaria mutica</i>	0,78a	0,73a	0,61a
<i>B. radicans</i> x <i>B. mutica</i>	0,49b	0,75ab	0,87a
<i>Panicum repens</i>	0,46b	0,89a	0,69ab
<i>Setaria anceps</i> cv. Nandi	0,92a	0,69a	0,74a
<i>Axonopus</i> sp	0,77a	0,83a	0,55a
<i>Paspalum</i> sp	0,36a	0,57a	0,66a

¹ Na mesma linha e dentro de cada espécie, médias seguidas por letras distintas diferem entre si (Tukey, 5%).

² Níveis de fertilidade conforme Quadro 7.

As espécies *P. repens* e *B. radicans* x *B. mutica*, apresentaram os maiores teores de potássio na parte aérea nos tratamentos F1 e F2 de fertilidade no solo, ainda que as diferenças observadas tenham sido somente entre F0 e F2, não diferindo, portanto, F1 de F2, que foi corroborado na avaliação visual dos "stands" considerados. As demais espécies não tiveram seus teores de potássio influenciados pelos tratamentos.

4.2.1.4 Cálcio

Não foi observado influência dos tratamentos de fertilidade sobre os teores de cálcio nos tecidos da parte aérea de cada uma das dez espécies (Quadro 21). Entretanto, no menor nível de fertilidade (F0) observa-se que espécies como *Axonopus sp* e *Paspalum sp* (espécies naturais da área de depleção) apresentaram menores teores de cálcio em seus tecidos do que as demais espécies. A espécie *E. pyramidalis* apresentou o maior teor de cálcio (0,77%), sinalizando uma certa exigência desta espécie em relação ao nutriente considerado.

QUADRO 21. Teor de cálcio (%) na matéria seca da parte aérea de dez espécies de gramíneas, aos cinco meses após o plantio em área de depleção, Reservatório Hidrelétrico de Camargos, Itutinga, MG. ESAL, Lavras - MG, 1993¹.

Espécie	Teor de Ca - P.A. (%)		
	Níveis de Fertilidade ²		
	F0	F1	F2
<i>Echynochloa pyramidalis</i>	0,77a	0,67a	0,56a
<i>Echynochloa polystachia</i>	0,56a	0,39a	0,65a
<i>Digitaria suazilandensis</i>	0,58a	0,64a	0,76a
<i>Brachiaria radicans</i>	0,57a	0,34b	0,35b
<i>Brachiaria mutica</i>	0,43a	0,43a	0,42a
<i>B. radicans</i> x <i>B. mutica</i>	0,52a	0,50a	0,49a
<i>Panicum repens</i>	0,43a	0,58a	0,42a
<i>Setaria anceps</i> cv. <i>Nandi</i>	0,62a	0,56a	0,43a
<i>Axonopus sp</i>	0,29a	0,37a	0,50a
<i>Paspalum sp</i>	0,38a	0,48a	0,45a

¹ Na mesma linha e dentro de cada espécie, médias seguidas por letras distintas diferem entre si (Tukey, 5%).

² Níveis de fertilidade conforme Quadro 7.

4.2.1.5 Magnésio

Dentre as dez espécies estudadas apenas *Axonopus* sp foi influenciada pelos três níveis de fertilidade no solo, quanto ao teor de magnésio nos tecidos da parte aérea, diferindo significativamente ($p < 0,05$) seus valores entre os tratamentos F2 e F0, como mostra o Quadro 22. Contudo, no tratamento F0 (não adubado e não corrigido) foi observado que as espécies *B. mutica*, *P. repens*, *S. anceps* apresentaram os menores teores de magnésio em seus tecidos, indicando uma certa rusticidade dessas espécies a baixos níveis de magnésio.

QUADRO 22. Teor de magnésio (%) na matéria seca da parte aérea de dez espécies de gramíneas, aos cinco meses após o plantio em área de depleção, Reservatório Hidrelétrico de Camargos, Itutinga, MG. ESAL, Lavras - MG, 1993¹.

Espécie	Teor de Mg - P.A. (%)		
	Níveis de Fertilidade ²		
	F0	F1	F2
<i>Echinochloa pyramidalis</i>	0,26a	0,22a	0,30a
<i>Echinochloa polystachia</i>	0,36a	0,32a	0,31a
<i>Digitaria suazilandensis</i>	0,31a	0,31a	0,34a
<i>Brachiaria radicans</i>	0,24a	0,22a	0,20b
<i>Brachiaria mutica</i>	0,21a	0,19a	0,21a
<i>B. radicans</i> x <i>B. mutica</i>	0,26a	0,21a	0,25a
<i>Panicum repens</i>	0,20a	0,27a	0,20a
<i>Setaria anceps</i> cv. <i>Nandi</i>	0,17a	0,19a	0,25a
<i>Axonopus</i> sp	0,26b	0,38ab	0,50a
<i>Paspalum</i> sp	0,24a	0,29a	0,31a

¹ Na mesma linha e dentro de cada espécie, médias seguidas por letras distintas diferem entre si (Tukey, 5%).

² Níveis de fertilidade conforme Quadro 7.

4.2.1.6 Enxofre

No experimento de campo, das 10 espécies estudadas somente *B. radicans* teve o teor de enxofre influenciado significativamente ($P < 0,05$) pelos tratamentos de fertilidade, sendo que o maior valor foi observado no tratamento F0, conforme Quadro 23. No entanto, foi observado que no nível F0 *Paspalum sp*, *P. repens*, *D. suazilandensis* e *B. radicans* x *B. mutica* apresentaram-se menos exigentes em relação a este nutriente.

QUADRO 23. Teor de enxofre (%) na matéria seca da parte aérea de dez espécies de gramíneas, aos cinco meses após o plantio em área de depleção, Reservatório Hidrelétrico de Camargos, Itutinga, MG. ESAL, Lavras - MG. 1993.¹

Espécie	Teor de S - P.A. (%)		
	Níveis de Fertilidade		
	F0	F1	F2
<i>Echinochloa pyramidalis</i>	0,22a	0,20a	0,14a
<i>Echinochloa polystachia</i>	0,17a	0,17a	0,17a
<i>Digitaria suazilandensis</i>	0,15a	0,14a	0,21a
<i>Brachiaria radicans</i>	0,24a	0,15b	0,13b
<i>Brachiaria mutica</i>	0,18a	0,21a	0,16a
<i>B. radicans</i> x <i>B. mutica</i>	0,15a	0,16a	0,18a
<i>Panicum repens</i>	0,13a	0,18a	0,16a
<i>Setaria anceps</i> cv. <i>Nandi</i>	0,18a	0,17a	0,18a
<i>Axonopus sp</i>	0,20a	0,17a	0,24a
<i>Paspalum sp</i>	0,10a	0,14a	0,16a

¹ Na mesma linha e dentro de cada espécie, médias seguidas por letras distintas diferem entre si (Tukey, 5%).

² Níveis de fertilidade conforme Quadro 7.

4.2.2 Avaliação visual dos "stands" de gramíneas

O desempenho das gramíneas em função dos três níveis de fertilidade do solo e das quatro alturas de submersão das plantas (altura de coluna d'água) em condições de campo, foi avaliado visualmente, de forma qualitativa, em três períodos distintos: anterior, durante e posterior a uma inundação da área de depleção.

As avaliações visuais realizadas antes do período de inundação nos meses de janeiro e fevereiro de 1993; permitiram observar que todas as espécies tiveram seu desenvolvimento favorecido pela melhoria da fertilidade do solo, especialmente no maior nível (F2), onde as plantas apresentaram uma performance superior, principalmente àquelas cultivadas no menor nível de fertilidade (F0).

É importante ressaltar que a espécie *Axonopus* sp., uma espécie de ocorrência comum na área de depleção estudada, juntamente com as espécies *Paspalum* sp. e *D. suazilandensis*, apresentaram dificuldades de estabelecimento de seus "stands" de forma satisfatória em várias parcelas experimentais, especialmente naquelas situadas nas cotas 1, 3 e 4. Por isso não foi possível, pelo menos no período em questão, fazer considerações seguras sobre o comportamento das mesmas através das observações visuais realizadas na área experimental.

Entretanto, uma diferença de resposta no desempenho das espécies foi verificada em função das quatro cotas onde foram feitos os plantios antes e após o período de inundação. Nas cotas mais elevadas da área de depleção, (cotas 1 e 2) as espécies apresentaram sintomas de amarelecimento foliar, fato provavelmente relacionado ao déficit de umidade no solo, enquanto nas cotas 3 e 4 mais próximas do nível de água do reservatório, isto não foi observado. A clorose observada nas folhas, principalmente no tratamento onde a fertilidade não foi corrigida, pode ser

decorrente dos baixos teores de nitrogênio no solo, o que pode ser comprovado pelos resultados dos teores de nitrogênio nos tecidos da parte aérea das 10 gramíneas estudadas (Quadro 11), estando de acordo, portanto, com MALAVOLTA et alii (1984).

A agressividade na ocupação da área, como era esperado, foi visivelmente superior nas espécies estoloníferas e/ou rizomatosas, principalmente *E. polystachia* e braquiárias e menor na espécie *P. repens*, sendo maior nos níveis F1 e F2 de fertilidade no solo. Tais resultados estão de acordo com trabalho de BOTREL et alii (1987), os quais verificaram a maior eficiência na cobertura do solo por *Brachiaria decumbens* (98%), *B. humidicola* (93%) e *B. brizantha* (83%), quando comparadas com *Setaria sphacelata* (72%).

Embora as espécies tenham se desenvolvido melhor nos maiores níveis de fertilidade (F1 e F2) observou-se que as mesmas apresentaram um comportamento diferenciado no menor nível (F0), na seguinte ordem decrescente de desempenho: *S. anceps*, *E. polystachia*, Braquiarias, *P. repens*, *E. pyramidalis*. Este comportamento foi observado antes e após o período de inundação estudado, nas espécies que se estabeleceram e sobreviveram ao período de inundação e altura de submersão impostas.

Estes resultados estão de acordo com aqueles autores (SKERMAN, 1977 e WHITEMAN, 1980) que sugerem que as braquiárias são tolerantes a condições de baixa fertilidade do solo. O bom desempenho de *S. anceps* no tratamento de baixa fertilidade, pode ser decorrente de uma certa resistência da gramínea a períodos de seca e a áreas sujeitas a inundações, conforme observou DIAS FILHO (1986).

A avaliação realizada através de observações visuais da performance das gramíneas durante o período de inundação mostraram que a medida que as cotas de plantio eram inundadas, até atingirem a altura máxima da coluna d'água, isto é quando a área de depleção era totalmente

inundada (mês de abril e maio 1993), apenas sobreviveram aquelas espécies que mantiveram suas folhas e colmos parcialmente sobremersos.

Nas cotas 3 e 4, onde as alturas de coluna d'água foram de 2.50 e 2.90m respectivamente, somente as espécies *S. anceps* (esta melhor que as demais), *E. pyramidalis* e *E. polystachia* foram visivelmente observadas durante o período de inundação, inclusive no menor nível de fertilidade. Entretanto nas cotas 1 e 2, com respectivamente 0.50 e 1,35 de altura de coluna d'água, as braquiárias e *P. repens*, além das espécies anteriormente citadas, também continuaram visivelmente observadas durante o período de inundação da área.

A influência dos níveis de fertilidade no solo foi marcante no desenvolvimento das plantas das gramíneas mesmo durante o período de inundação, o que pode ser comprovado pelas observações visuais da parte aérea sobmersa das plantas; onde plantas mais altas eram encontradas sobre maiores níveis de fertilidade no solo (F2 e F1). É interessante relatar que as folhas que ficaram submersas, em todas as espécies, morreram e/ou foram consumidas pelos peixes herbívoros, e as remanescentes que ficaram sobmersas readquiriram sua coloração verde normal, desaparecendo a clorose apresentada antes da inundação.

A avaliação visual dos "stands" de gramíneas após o período de inundação da área de depleção (agosto à outubro de 1993), revelou que espécies como *E. polystachia*, *E. pyramidalis*, *B. radicans*, *B. mutica*, *B. radicans* x *B. mutica* *P. repens* e *S. anceps* toleraram a inundação. O restabelecimento das espécies acima citadas se deu à medida que as cotas eram desinundadas. Dessa forma, nas cotas 1 e 2 (mais elevadas na área de depleção) os "stands" foram mais rapidamente reconstituídos do que nas cotas 3 e 4.

As canaranas e braquiárias apresentaram novas brotações oriundas de gemas localizadas ao longo de colmos, alguns como da canarana prostrada pilosa com até 5 metros de comprimento,

fato este concordante com os estudos de JUNK (1979) sobre as canaranas nas várzeas amazônicas.

Entre as braquiárias, a *B. radicans* foi a mais agressiva na ocupação da área, o que pode ser constatado pela invasão desta gramínea nos "stands" das espécies vizinhas.

A indicação das braquiárias por inúmeros autores como tolerantes à inundação, bem como as canaranas ocorrentes em biótopos aquáticos na Amazônia, foi confirmada no presente trabalho, ressaltando que a espécie *Setaria anceps* cv. Nandi apresentou uma boa adaptação aos estresses ambientais específicos à área de depleção considerada, destacando-se das demais principalmente no menor nível de fertilidade estudado.

É importante mencionar que o experimento de campo continuará sendo acompanhado e avaliado, antes, durante e após inundações sucessivas para verificar a capacidade de estabelecimento e autossustentabilidade do ecossistema implantado na área de depleção em questão. Destaca-se também que esta linha de trabalho deverá continuar testando novas espécies e estratégias tecnológicas de revegetação de áreas de depleção marginais aos reservatórios hidrelétricos da CEMIG, em Camargos (Itutinga, MG) e outras regiões do estado de Minas Gerais.

5 CONCLUSÕES

As espécies *B. mutica*, *B. radicans*, *B. mutica* x *B. radicans*, *E. polystachia*, *E. pyramidalis* e *S. anceps* cv. Nandi mostraram que podem ser promissoras no processo de revegetação da área de depleção do reservatório hidrelétrico de Camargos, sob condições de baixo nível de fertilidade do solo, apesar de serem responsivas a melhoria da fertilidade.

A rápida cobertura do solo por *E. polystachia* e braquiárias, possível através de seus bons perfilhamentos, torna tais espécies importantes ao processo de recuperação de áreas sujeitas à erosão e a inundações permanentes ou periódicas.

A produção de matéria seca total foi nitidamente influenciada pelos níveis de fertilidade no solo, sendo *E. pyramidalis* a espécie mais sensível, enquanto *S. anceps* e *E. polystachia* foram as mais rústicas ao estresse químico do solo. A distribuição de matéria seca para o sistema radicular foi maior nas braquiárias e *E. polystachia*, sugerindo que o controle da erosão por estas espécies, pode ser viável.

O baixo requerimento nutricional das braquiárias, *Setaria anceps* e canarana prostada pilosa principalmente em relação ao nitrogênio do solo observado no experimento de campo é fator determinante na produção de fitomassa dessas espécies e consequente recomposição de ambientes como a área de depleção estudada.

6 RESUMO

A revegetação de ambientes degradados, como algumas áreas de depleção marginais à reservatórios hidrelétricos, é uma preocupação crescente, pois, o estresse edafo-climático peculiar dessas áreas, impõe uma rusticidade às espécies vegetais que é imprescindível à sobrevivência e estabelecimento da cobertura vegetal.

A utilização de gramíneas como vegetação ciliar tem sido pouco estudada ao contrário do que ocorre com espécies florestais. Entretanto, sob determinadas condições de estresse físico-químico do solo, o plantio de herbáceas pode ser eficaz no controle da erosão, através do vigoroso sistema radicular e rápida ocupação da área, característicos na maioria de espécies de gramíneas.

O manejo do solo em áreas de depleção marginais à reservatórios, principalmente mediante correção e adubação, tem sido fundamental na recomposição do ambiente edáfico, o qual está sujeito à inundações temporárias e conseqüente carreamento de nutrientes, diminuindo assim a fertilidade dos solos.

Dessa forma, foi conduzido um experimento em vasos em casa-de-vegetação, junto ao Departamento de Biologia da ESAL, Lavras-MG., em Latossolo Vermelho-Escuro distrófico, oriundo de área de depleção marginal ao Reservatório de Camargos, em Itutinga-MG, com o objetivo de avaliar a rusticidade de oito gramíneas quando, submetidas a três níveis de fertilidade

no solo, através de seus crescimentos, perfilhamento, produção e distribuição de matéria seca. Foi desenvolvido também um experimento em condições de campo, na área de depleção anteriormente citada, onde o plantio de dez gramíneas submetidas a três tratamentos de fertilidade no solo, associado a um período de inundação, permitiu avaliar a adaptação das espécies estudadas.

As espécies *Panicum repens*, *Setaria anceps* cv. Nandi, *Brachiaria mutica*, *Echinochloa polystachia* e *Brachiaria radicans*, apresentaram um crescimento da parte aérea superior ao de *chynochloa pyramidalis*, *B. mutica* x *B. radicans* e *Digitaria suazilandensis*, sob condições de baixa fertilidade no solo, evidenciando portanto, características de rusticidade.

A rápida cobertura do solo por *E. polystachia* e braquiárias, possível através de seus bons perfilhamentos, torna tais espécies importantes ao processo de recuperação de áreas sujeitas à erosão e a inundações permanentes ou periódicas.

Ficou demonstrado ainda que as braquiárias em estudo, além de *Setaria anceps* e *Echynochloa polystachia* toleraram o baixo nível de fertilidade no solo na área de depleção experimental, em função de seus baixos requerimentos nutricionais.

7 SUMMARY

The vegetation of degraded environment like some of depletion areas, on the border of hidroelectrics reservoirs, is an increasing preoccupation, then the edafo-climatic stress peculiar of these areas, impose a rusticity on vegetable kinds, which is indispensable for the survival and setting up of the vegetable covering.

The utilization of gramineous as ciliary vegetation has been studied a little, at the opposite of what occur with forests kinds. However, under determinate conditions of fisical-chemical stress of soil, the planting of herbaceous can be effective to control the erosion, through the vigorous radicle sistem and fast occupation of the area, caracteristics on most kinds of gramineous.

The management of soil in areas of depletion on the border of reservoirs, specially by means of correction and manuring, has been fundamental on the recomposition of edafic environment, which is exposed for temporary inundations and consequent carting of nutrients, thus decreasing, the fertility of soils.

By this way, the experiment was conducted in vases in vegetable houses with the departement of biology of ESAL, LAVRAS - MG in (latossolo vermelho escuro distrófico), originating from the area of depletion bordering the reservoir of Camargos, in ITUTINGA MG, with the purpose to estimate the rusticity of eight gramineous when submit for three levels of fertility in soil; through of their growth, adoption, production and distribution of dry matter.

It was also developed an experiment on the country side, in the area of depletion mentioned previously, where the planting of ten gramineous submitted for three treatments of fertility in soil, associated with a period of inundation, permitted to estimate the adaptation of the studied kinds.

The kinds *Panicum repens*, *Setaria anceps* cv. Nandi, *Brachiaria mutica*, *Echinochloa polystachia* and *Brachiaria radicans* presented an increasing of the aerial part higher than the *Echinochloa pyramidalis*, *B. mutica* x *B. radicans* and *Digitaria suazilandensis*, under conditions of low fertility in soil, therefor attesting, rusticity characteristics.

The fast covering of soil for *E. polystachia* and braquiárias, possible through their good adaptation, is fundamental in the process of recuperstion areas with erosion and temporary inundations.

8 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

01. ALCÂNTARA, P.B. Zoneamento ecológico de plantas forrageiras. In: **Curso de Manejo de Pastagens**, 1, Nova Odessa, 1985. **Primeiro...** Nova Odesa, 1985.
02. ALLISON, F.E. Evaluation of incoming and out-going processes that effect soil nitrogen. In: BARTHOLOMEW, W V & CLARR, F.E. **Soil nitrogen**. Madison, American Society of Agronomy, 1965 p.573-603
03. ANDREW, C.S. The effect of sulphur on the growth, sulphur and nitrogen concentration, and critical sulphur concentration of some tropical and temperate pasture legumes. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, **28**:807-20, 1987.
04. BARTHOLOMEW, W V Soil nitrogen changes in farming systems in the humid tropics. In: AYANABA, A. & DART, P.J. **Biological nitrogen fixation in farming systems of the tropics**. New York, John Wiley, 1977. P.27-42.
05. BOTREL, M. H., ALVIM, M. J. & MOZZER, O. L. Avaliação agrônômica de gramíneas forrageiras sob pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, **22** (9/10): 10/9-25, set./out. 1987
06. BRADFORD, K.J. & YANG, S.F. Physiological responses of plants to water logging. **Hort.Science**, Alexandria ,**16**(1):3-12, 1981.

07. BUTLER, G.W. & JONES, D.I.H. Mineral biochemistry of herbage. In: BUTLER, G.W. BOILEY, R.W., ed. **Chemistry and biochemistry of herbage**. London, Academic Press, 1973. v.2, 453p.
08. CAMARGO, J.C.G.; CESAR, A.L.; GENTIL, J.P.; PINTO, S.A.F. & TROPPEMAIR, H. Estudo fitogeográfico da vegetação ciliar do Rio Corumbataí. **Biogeografia**, 3:1-14, 1971
09. CASAGRANDE, J.C. & SOUZA, O.C. de. Efeito de níveis de enxofre sobre quatro gramíneas forrageiras tropicais em solos sob vegetação de cerrado do Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, 17(1):21-5, 1982.
10. COSTA, L. N. de. Efeito da altura e frequência de corte sobre a produção de forragem, composição química e perfilhamento do capim *Andropogon* (*Andropogon gayanus* cv. Planaltina). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 28, João Pessoa, 1991. **Anais...** João Pessoa, SBZ, 1991. p.97.
11. _____, GONÇALVES, C.A.; BOTELHO, S.M. & OLIVEIRA, J.R.C. Níveis de calagem e fósforo na formação de pastagens de *Brachiaria humidicola* em Rondônia. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 27, Campinas, 1990. **Anais...** Campinas, SBZ, 1990.p.80
12. COUTO, W.; LEITE, C.G. & KORNELIUS, E. The residual effect of P and line on the performance of four tropical grasses in a high P fixing oxisol. **Agronomy Journal**, Madison, 77:539-42, 1985.
13. _____; SANZONOWICZ, C. & LEITE, C.G. Adubação para o estabelecimento de pastagens consorciadas nos solos de cerrados. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, SAVANAS: ALIMENTO E ENERGIA 6., Brasília, 1982. **Anais....** Planaltina, EMBRAPA-CPAC, 1982. P.61-78, 1988.

14. CRAWFORD, R.M.M. Oxygen Availability as an Ecological Limit to Plant distribution. **Advances in Ecological Research**, New York, 23:93-185, 1992.
15. DIAS FILHO, M.B. Espécies forrageiras e estabelecimento de pastagens na Amazônia. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C. & FARIA, V.P. **Pastagens na Amazônia**, Manaus, 1986. p.27-54.
16. DIEZ, J.A.; POLO, A.; CERRI, C.C. & ANDREUX, F. Influência do pousio e da pastagem sobre a dinâmica de nutrientes em oxissolos recentemente desflorestados na Amazônia oriental. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, 26(1):77-83, jan. 1991.
17. DREW, M.C. Effects of looring and oxigen deficiency on plant mineral nutrition. **Advances in Plant Nutrition**, New York, 3: 115-59, 1988
18. _____ & LYNCH, J.M. Soil anaerobiosis, microorganisms and root function. **Annual Review of Phytophathology**, Palo Pelo, 18:37-66, 1980.
19. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Relatório Técnico Anual do Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte: 1979**. Brasília, 1981.200p.
20. _____ **Relatório Técnico Anual do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados:1983**. Brasília, 1983. 180p.
21. FENSTER, W.E. & LEON, L.A. Considerações sobre a fertilização fosfatada no estabelecimento e persistência de pastagens em solos ácidos e de baixa fertilidade na América Latina Tropical. In: TERGAS, L.E.; SANCHEZ, P.A.; SERRAO, E.A.S., eds. **Produção de pastagens em solos ácidos dos trópicos**. Brasília, Editerra, 1982. 515p.

22. GALLO, J.R.; HIROG, R.; BATAGLIA, O.C.; FURLANI, P.R.; FURLAM, A.M.C.; MATTOS, H.B. de. SARTINI, H.J. & FONSECA, M.B. Composição química inorgânica de forrageiras do Estado de São Paulo. **Boletim de Indústria Animal**, São Paulo, 31(1):115-37, 1974
23. GOEDERT, W.J., RITCHEY, K.D. & SANZONOWICZ, C. Desenvolvimento radicular do capim *Andropogon* e sua relação com o teor de cálcio no perfil do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Piracicaba, 9:89-91, 1985.
24. GOMES, F.P. **Curso de estatística experimental**. 2.ed. São Paulo, Nobel, 1985. 466p.
25. GOMIDE, J.A. Exploração de pastagem em solos de baixa fertilidade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PASTAGENS, 86; SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 8, Piracicaba, 1986. **Anais...** Piracicaba, FEALQ, 1986. p.481-497.
26. _____. Fisiologia do crescimento livre de plantas forrageiras. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, Piracicaba, **Anais...** Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1973. p.83-91.
27. GOUVEA, J.B.S. Contribuição à fitoecologia dos baixos vales dos Rios Pardo e Jequitinhonha no sul da Bahia. **Caderno de Ciências da Terra**, São Paulo, 34:1-23, 1974.
28. HAAG, & DECHEN, A.R. Deficiências minerais em plantas forrageiras. In: SIMPOSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 7, Piracicaba, 1984. **Anais...** Piracicaba, FINEP/FEALQ, 1984. p.139-68.
29. HADDAD, C.M. Efeito do enxofre, aplicado na forma de gesso, sobre a produção e qualidade do capim colômbio (*Panicum maximum* Jacq.). Piracicaba, ESALQ/USP, 1983. 115p. (Tese de Doutorado).

30. HENZELL, F. Nitrogen nutrition of tropical pastures. In: SKERMAN, P.J. **Tropical Forage legumes**. Rome, FAO, 1977. p.86-102.
31. HERLING, V.R.; ZENETTI, M.A.; GOMIDE, C.A. & LINS, C.G. Influência de níveis de adubações nitrogenada e potássica e estádios de crescimento sobre o Capim-Setaria (*Setaria anceps* Stapf Ex. Massey cv. Kazungula). I. Produção de Matéria Seca e fisiologia de perfilhamento. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, 20(6):561-71. 1991.
32. HUECK, K. **As florestas da América do Sul: Ecologia, composição e importância econômica**. São Paulo, USP/Polígono, 1972. 466p.
33. HUMPHREYS, L.R. & ROBINSON, A.R.R. Interrelations of leaf area and non structural carbohydrate status as determinants of the growth subtropical grasses. **International Grassi. Congress**, 110: p.113-6, 1966.
34. INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS. **Código Florestal**, Lei de Proteção à Fauna, Código de Pesca, Jurisprudência e Legislação Florestal. Belo Horizonte, 1965. 195p.
35. JACKSON, M.B. & DREW, M.C. Effects of flooding on growth and Metabolism of herbaceous plants. In: KOZLOWSKI, T.T. **Flooding and plant growth**. Madison, Academic Press, 1984. p.47-127.
36. JEWISS, O.R. Morphological and physiological aspects of growth of grasses during the vegetative phase. In: MILTHORPE, F.L. & IVINS, D.J., eds. **The growth of cereals and grasses**. Oxford, Pergamon Press. 1966. p. 39-54.
37. JUNK, W.J. Investigations on the ecology and productions biology of the "floating meadows" (*Paspalo-Echinochloetum*) on the Middle Amazon. I. The floating vegetation and its ecology. **Amazoniana**, Manaus, 2(4):449-95, 1970.

38. JUNK, W.J. **Macrófilas aquáticas nas várzeas da Amazônia e possibilidades do seu uso na agropecuária.** Manaus, SUFRAMA, 1979. 23p.
39. KAMPRATH, E.J. & TILL, A.R. Sulfur cycling in the tropics. In: BLAIR, G.L. & TILL, A.R., ed. **Sulfur in SE Asian and Pacific agriculture.** Indonesia, UNE, 1983. p.1-14.
40. KOHMANN, C. & JACQUES, A.V.A. Rendimento, qualidade e persistência de *Panicum maximum* Jacq. cv Gatton e *Setaria anceps* cv. Kazungula, colhidos em três estádios de crescimento, em duas alturas de corte acima do solo e sob três doses de nitrogênio. **Anuário Técnico, IPFO**, 6:229-343, 1979.
41. KOZLOWSKI, T.T. **Flooding and plant growth.** Madison, Academic Press, 1984. p.10-42
42. LIMA, W.P. Função hidrológica da mata ciliar. In: **SIMPÓSIO SOBRE MATA CILIAR**, Campinas, 1989. **Anais...** Campinas, Fundação Cargill, 1989, p.25-42.
43. LOMBARDI NETO, F. Degradação das pastagens. In: **ENCONTRO SOBRE RECUPERAÇÃO DE PASTAGENS**, Nova Odesa, 1993. **Anais...** Nova Odessa, 1993. p.49-60.
44. LOWRANCE, R.; TODD, R.; FAIL Jr.; HENDRICKSON Jr. O.; LEONARD, R. & ASMUSSEN, L. Riparian forests as nutrient filters in agricultural watersheds. **Bioscience**, Washington, **34**(6):374-377, 1984.
45. McLUNG, A.C.; FREITAS, L.M.H. de. & LOH, W.L. Analysis of several Brazilian soils in relation to plant responses to sulphur. **Soil Science Society of America Proceedings**, Madison, **23**(3):221-4, 1959.
46. McNAUGHT, K.N. & CHRISTOFFELS, J.P.E. Effect of sulphur deficiency on sulphur and nitrogen levels in pashores and lucerne. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, Wellington, **4**:177-85, 1961.

47. MALAVOLTA, E.; VITTI, G.R.; FORNASIERI FILHO, D.; GUIMARAES, P.T.G.; GUILHERME, M.R.; EIMORI, I.; VASCONCELLOS, L.A.B.C.; MORAES, C.L.; KAMISKY, J.; MUTTON, M.H.; CARVALHO, J.G. & RUY, V.M. Efeito de doses e fontes de enxofre em culturas de interesse econômico. I. Capim colônia (*Panicum maximum* Jacq.), **SN Boletim Técnico**, São Paulo, 3:9-22, 1984.
48. MARSCHNER, H. Mechanisms of adaptation of plants to acid soils. **Plant and Soil**, The Hague, 134:1-20, 1991.
49. MILTHORPE, F. L. & DAVIDSON, J. L. Physiological aspects of regrowth in grasses. In: Milthorpe, F. L. & Ivins, D. J., eds. **The growth of cereals and grasses**. Oxford, Pergamon Press., 1966. pp. 241-254.
50. MOLAS BUSCIO, O.H. A adubação nitrogenada e potássica na concentração de ácido oxálico em capim setaria (*Setaria anceps* Stapf cv. Kazungula) em um solo Orthic quartzlpramment. Piracicaba, ESALQ, 1986.130p. (Tese MS).
51. OLSEN, F.J. Effect of large applications of nitrogen fertilizer on the productivity and protein content of four tropical grasses in Uganda. **Tropical Agriculturist**, Colombo, 49(3):251-60, 1972.
52. OMERNIK, J.M.; ABERNATHY, A.R. & MALE, L.M. Stream nutrient levels and promixity of agricultural and forest land to streams: some relationships. **Journal of Soil and Water Conservation**, Washington, 36(4):227-31, 1981.
53. PAULA, R.R.; GOMIDE, J.A. & SKYKES, D.J. Influência de diferentes sistemas de corte sobre o capim-gordura (*Melinis minutiflora* Beauv.). **Revista Ceres**, Viçosa, 14(80):157-86, 1967.
54. PEDREIRA, J.V.S. Study of the growth of the Guinea Grass. **Boletim de Indústria Animal**, São Paulo, 23(único):139-45, 1965/1966.

55. PEDREIRA, J.V.S. Tillering habitats of colonial grass *Panicum maximum*, Jacq. **Boletim de Indústria Animal**, São Paulo, 32(1):111-4, jan./jun. 1975.
56. PELACANI, C.R. Estratégias de sobrevivência de espécies herbáceas em áreas inundáveis e comportamento fisiológico de espécies arbóreas e arbustivas submetidas à condições de inundação do sistema radicular. Lavras, ESAL, 1993. 110p. (Tese MS).
57. PETERSONN, W.T. & CORREL, D.L. Nutrient dynamics in an agricultural watershed: observations on the role of a riparian forest. **Ecology**, Durham, 65(5):1466-75, 1984.
58. PINTO, J.C.; GOMIDE, J.A. & MAESTRI, M. Crescimento de folhas de *Panicum maximum* cv. Guiné e *Setaria anceps* cv. Kazungula. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 29, Lavras, 1992. **Anais...** Lavras, SBZ, 1992a. p.75.
59. _____, _____ & _____. Perfilamento e crescimento de gramíneas forrageiras tropicais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 29, Lavras, 1992. **Anais...** Lavras, SBZ, 1992b. p.75.
60. PONNAMPERUMA, F.F. Effects of flooding on soils. In: KOZLOWSKI, T.T. **Flooding and plant growth**. Madison, Wisconsin Academic Press, 1984. p.10-45.
61. _____. The chemistry in submerged soils. **Advance in Agronomy**, New York, 24:29-96, 1972.
62. PUMPHREY, F.V. & MOORE, D.P. Diagnosing sulfur deficiency of alfalfa from plant analysis. **Agronomy Journal**, Madison, 57:364-6, 1965.
63. QUAGGIO, J.A. Critérios para calagem do solo. In: INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Curso de Atualização de Fertilidade do Solo**. Londrina, 1983. p.20-30

64. RAIJ, B. VAN. Disponibilidade de potássio em solos do Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE POTÁSSIO NA AGRICULTURA BRASILEIRA. Londrina, Fundação IAPAK, 1982. 556p.
65. REICHARDT, K. Relações água-solo-planta em mata ciliar. In: SIMPÓSIO SOBRE MATA CILIAR, Campinas, 1989. *Anais...* Campinas, Fundação Cargill, 1989. p.20-42.
66. RESENDE, M. Aplicações de conhecimentos pedológicos à conservação de solos. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, 11(128):3-26, 1985.
67. RODRIGUES, L.R.A. Espécies forrageiras para pastagens: Gramíneas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PASTAGENS, 86; SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 8, 1986. *Anais...* Piracicaba, FEALQ, 1986. p.481-97.
68. _____. Fatores morfofisiológicos de plantas forrageiras e o manejo das pastagens. In: *Primeiro Curso de Manejo de Pastagens*, 1 Nova Odessa, 1985.p.374-8.
69. SANCHEZ, P.A. & SALINAS, J. G. Low input technology for managing oxisols and ultisols in tropical america. *Advances in agronomy*, New York, 34: 279-406, 1984.
70. SANCHEZ, P. Properties and management of soils in the tropics. In: KOZLOWSKI, T.T. *Flooding and plant growth*, Madison, Academic Press, 1984.p.14.
71. SANTANA, J.R. & SANTOS, G.L. Efeito do parcelamento de nitrogênio e intervalos entre cortes sobre a produção de matéria seca e de proteína bruta de *Setaria anceps* (Schum) Stapf et Hub. cv. Kazungula. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, 12:522-34, 1983.
72. SARRUGE, J.R. & HAAG, H.P. *Análises químicas em plantas*. Piracicaba, ESALQ, 1974. 56p.

73. SEIFFERT, N. F. Disponibilidade de nitrogênio total em latossolos utilizados para formação de pastagens no Brasil Central. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, 25(10):1501-2, out.1990.
74. SERRÃO, E.A.S., BATISTA, A.M. & BOULHOSA, J.A.Z. *Canarana erecta* lisa. *Echynochloa pyramidalis* (LAM.) Hitchc. et Chase. **IPEAN (Estudos sobre Forrageiras na Amazônia)**, Belém, 1(1):35. 1970.
75. SERRAO, E.A.S.; CRUZ, E.S.; SIMAO NETO, M.; SOUZA, G.F. de; BASTOS, J.B.; GUIMARAES, M.C. de F. Resposta de três gramíneas forrageiras (*Brachiaria decumbens* Stapf *Brachiaria ruziziensis* Germanin et Everard e *Pennisetum purpureum* Schum.), a elementos fertilizantes em Latossolo amarelo textura média. **IPEAN**, Belém, 1(2):1-33,1971.
76. SIMÃO NETO, M.; SERRÃO, E.A.S.; GONÇALVES, C.A. & PIMENTEL, D.M. Comportamento de gramíneas forrageiras na região de Belém. **IPEAN**, Belém, 1973. 7p.
77. SIQUEIRA, C., CARVALHO, M.M. de; SARAIVA, O.F. & OLIVEIRA, F.T.T. de. Respostas de três gramíneas tropicais a aplicação de calcário e fósforo em solo ácido. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 1, e REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 17, Fortaleza, 1980. **Anais...** Fortaleza, SBZ, 1980. p.473.
78. SKERMAN, P.J. **Tropical forage legumes**. Rome, FAO, 1977. 609p. (FAO. Plant Production and Protection Series, 2).
79. SOARES FILHO, C.V. Tratamentos físico-mecânicos correção e adubação para recuperação de pastagens. In: ENCONTRO SOBRE RECUPERAÇÃO DE PASTAGENS, Nova Odessa, 1993. **Anais...** Nova Odessa, 1993. p.79-117.

80. SOUZA FILHO, A.P.S.; MEIRELLES, P.R.L. & PIMENTEL, D.M. Introdução de gramíneas forrageiras em área de várzea do Amapá. In: **REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA**, 22, Santa Catarina, 1985. **Anais...** Santa Catarina, SBZ, 1985. p.201.
81. STEINBLUMS, I.J.; FROELICH, H.A. & LYONS, J.K. Designing stable buffer strips for stream protection. **Journal of Forestry**, Washington, **82**(1):49-52, 1984.
82. TOLEDO, J. M. Pastagens de trópico húmido: perspectiva global. In: **SIMPÓSIO DO TRÓPICO HÚMIDO**, 1, Belém, 1984.p.40-5.
83. _____ & SERRÃO, E.A.S. Pasture and animal production in Amazônia. In: HECHT, S.B. ed. **Amazon agriculture and land use research**. Cali, CIAT, 1982. p.281-309.
84. TROPPEMAIR, H. & MACHADO, M.L.A. Variação da estrutura da mata galeria na bacia do rio Corumbataí (SP) em relação à água do solo, do tipo de margem e do traçado do rio. **Biogeografia**, **8**:1-28, 1974.
85. VALLIS, J. Soil nitrogen changes under continuously grated legume-grass pasture in subtropical coastal. Queensland, **Australian Journal Experimental Agriculture Animal Husbandry**, Victoria, **12**(58):495-501, 1972.
86. VAN DILEWIJN, C. **Botanic of sugar cane**. USA, The Chronica Botanica Co. Waltham Mass, 1952. 371p.
87. VITTI, G.C. **Macronutrientes secundários - situação, perspectivas e sugestões**. Piracicaba, ESALQ, 1980. 37p.
88. WARD, V.Y. & BLASER, R.E. Carbohydrates food reserves and leaf area in regrowth of orchardgrass. **Crop Science**, Madison, **1**:366-70, 1961.

89. WERNER, J.C. **Adubação de pastagem**. Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 1986a. 49p. (Boletim Técnico, 13).
90. _____. Calagem para plantas forrageiras. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PASTAGENS, 86; SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 8, 1986. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1986b. p.1991-7.
91. WHITERMAN, P.C. **Tropical pasture science**. Oxford, University Press, 1980. 392p.
92. WICKHAM, T.H. & SINGH, V.P. Water movement through wet soils. In: INTERNACIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE, **"Soils and Rice"**. Los Banos, Philippines, 1978. p.337-58.

APÊNDICE

QUADRO 1A. Resumo da análise de variância para crescimento em altura das oito espécies cultivadas sob três níveis de fertilidade no solo (NF) do 30º ao 45º dia e do 45º ao 63º dia após o plantio. Casa de vegetação - DBI, ESAL, 1994.

Fonte de Variação	GL	QM	
		30º - 45º	45º - 63º
Espécie	7	1214,6322101	7875,9940980
NF	2	3014,1950499	22790,6148748
Esp.x NF	14	102,5838182**	731,8795593**
Resíduo (A)	72	78,7539525	473,1221571
Parcelas	95		
Época (Epo)	5	2770,8721806	20166,3479098
NF x Época	10	167,6063183	1669,0777483
Esp. x Epo	35	87,7629452	881,7603627
Esp. x NF x Epo	70	9,4345456	61,3648069
Resíduo (B)	360	6,3892581	44,8024935
C.V. - % (A)		39,912	44,170%
C.V. - % (B)		27,846	33,284%

**, * - Signifigativo ao nível de 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

QUADRO 2A. Resumo da análise de variância para perfilhamento das oito espécies cultivadas sob três níveis de fertilidade no solo (NF) do 30º ao 60º dia após o plantio. Casa de vegetação - DBI, ESAL, 1994.

Fonte de Variação	GL	QM
Espécie	7	10,5112560
NF	2	69,6868058**
Esp. x NF	14	1,8382622**
Resíduo (A)	72	0,3002482
Parcelas	95	
Época (Epo)	1	1,5680732
NF x Época	2	0,1126778
Esp. x Epo	7	0,1526150
Esp. x NF x Epo	14	0,0454303
Resíduo (B)	72	
C.V. (%) (A)		10,152
C.V. (%) (B)		3,960

**, * - Signifigativo ao nível de 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

QUADRO 3A. Resumo da análise de variância para matéria seca total das oito espécies cultivadas sob três níveis de fertilidade no solo (NF) ao final do experimento. Casa de vegetação - DBI, ESAL, 1994.

Fonte de Variação	GL	QM
Espécie	7	277,580513
Resíduo (A)	24	21,825706
Parcelas	31	
NF	2	14812,666823**
Esp. x NF	14	99,274728
Resíduo (B)	48	23,299627
C.V. (%) (A)		10,012
C.V. (%) (B)		17,918

**, * - Signifigativo ao nível de 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

QUADRO 4A. Resumo da análise de variância para matéria seca, da parte aérea, do sistema radicular e porcentagem da matéria seca da parte aérea e do sistema radicular das oito espécies cultivadas sob três níveis de fertilidade no solo (NF) ao final do experimento. Casa de vegetação - DBI, ESAL, 1994.

Fonte de Variação	GL	QM			
		MS-P.A	MS-S.R	%MS-P.A	%MS-S.R
Espécie	7	25,7082571	246,3052955	868,9085257	869,6446440
Resíduo (A)	24	8,7276640	16,5250164	76,6786295	76,5745044
Parcelas	31				
NF	2	6605,2207159**	1661,6107213**	3745,2117860**	3748,9913507**
Esp. x NF	14	22,3566678	90,2509799**	314,6615443**	314,0073901
Resíduo (B)	48	8,2001642	11,0091055	52,6877001	52,7858414
C.V. (%) (A)		10,330	22,498	8,812	11,855
C.V. (%) (B)		17,343	31,805	12,652	17,048

**, * - Signifigativo ao nível de 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

MS-P.A - Matéria seca da parte aérea.

MS-S.R - Matéria seca do sistema radicular.

%MS-P.A - Porcentagem de matéria seca da parte aérea.

%MS-S.R - Porcentagem de matéria seca do sistema radicular.

QUADRO 5A. Resumo da análise de variância para teor de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre na parte aérea das dez espécies cultivadas sob três níveis de fertilidade no solo (NF), cinco meses após o plantio em área de depleção do Reservatório Hidrelétrico de Camargos, Itutinga, MG, 1994.

Fonte de variação	GL	QM					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Blocos	3	0,2349319	0,0016726	0,0232497	0,0137164	0,0082678	0,0016275
NF	2	3,2193008**	0,0004606	0,2304475*	0,0029733	0,0133758	0,0000658
Resíduos (A)	6	0,1240753	0,0018304	0,0334297	0,0448756	0,0048303	0,0007725
Parcelas	11						
Espécie (Esp.)	9	1,4496101**	0,0103651**	0,0879564**	0,1127468**	0,0428256**	0,0039971**
Esp. X NF	18	0,1822906**	0,0016664	0,0673392**	0,0367409**	0,0084564*	0,0045232**
Resíduos (B)	81	0,0569152	0,0010669	0,0263666	0,0141885	0,0046249	0,0013982
CV (A) - %		7,006	9,950	8,493	13,320	8,299	5,168
CV (B) - %		15,005	24,024	23,853	23,685	25,679	21,985

**, * Significativo ao nível de 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.