

Acúmulo de biomassa aérea e concentração de nutrientes em *Melinis minutiflora* P. Beauv. e gramíneas nativas do cerrado

JOSÉ SALOMÃO OLIVEIRA SILVA^{1,2} e MUNDAYATAN HARIDASAN¹

(recebido: 08 de dezembro de 2005; aceito: 17 de maio de 2007)

ABSTRACT – (Accumulation of aerial biomass and nutrients in *Melinis minutiflora* P. Beauv. and native “cerrado” grasses). The African grass, *Melinis minutiflora* P. Beauv., is causing concern in Brazil since it is replacing native grasses in the cerrado region, even in protected areas. In the present study the accumulation of aerial biomass and concentration of nutrients in *M. minutiflora* and native grass species were compared to determine whether *M. minutiflora* was capable of accumulating greater biomass with lower concentration of nutrients. The study was conducted in the National Park of Brasília. Four different sites of cerrado *sensu stricto* where invasion by *M. minutiflora* was occurring were selected and at each site two 20 m x 20 m plots were laid out, one with only *M. minutiflora* and the other with only native grasses. Four aerial biomass samples were collected from each plot every three months for a year, using 25 cm x 25 cm quadrats. Concentrations of nutrients were determined in live and dead biomass. Soil samples from 0-15 and 15-30 cm depths from the same plots were also analyzed. The live aerial biomass of *M. minutiflora* was greater than that of native grasses during the dry season at the time of flowering of *M. minutiflora* and at the beginning of the rainy season. There were no differences between *M. minutiflora* and native grasses in the availability of nutrients in the soil or in the concentrations of nutrients in live biomass. In the case of dead biomass, only nitrogen was present in lower concentrations in *M. minutiflora*.

Key words - foliar nutrient concentration, invasive species, latosol, primary production, soil fertility

RESUMO – (Acúmulo de biomassa aérea e concentração de nutrientes em *Melinis minutiflora* P. Beauv. e gramíneas nativas do cerrado). A gramínea africana *Melinis minutiflora* P. Beauv. é alvo de preocupação no Brasil, pois vem substituindo espécies de gramíneas nativas do cerrado até em áreas protegidas. Neste estudo comparou-se o acúmulo de biomassa aérea e a concentração de nutrientes em *M. minutiflora* e gramíneas nativas para testar a hipótese de que esta espécie tem a capacidade de acumular uma maior biomassa com menores concentrações de nutrientes. O estudo foi realizado no Parque Nacional de Brasília. Quatro diferentes locais onde ocorria invasão por *M. minutiflora* foram escolhidos para o estudo e, em cada local, foram demarcadas duas parcelas de 20 m x 20 m, uma com apenas *M. minutiflora* e outra com apenas gramíneas nativas. Quatro amostras de biomassa aérea foram coletadas de cada parcela a cada três meses durante um ano, utilizando quadrados de 25 cm x 25 cm. Foram determinadas concentrações de nutrientes na biomassa viva e morta. A biomassa aérea viva foi maior em *M. minutiflora* no período de seca durante a floração de *M. minutiflora*, e no início da estação chuvosa do que nas gramíneas nativas. Não houve diferenças significativas entre *M. minutiflora* e gramíneas nativas na disponibilidade de nutrientes no solo ou na concentração de nutrientes na biomassa viva. No caso da biomassa morta, apenas o nitrogênio apresentou menores concentrações em *M. minutiflora* em relação às gramíneas nativas.

Palavras-chave - concentração foliar de nutrientes, espécies invasoras, fertilidade do solo, Latossolo, produção primária

Introdução

A gramínea africana *Melinis minutiflora* P. Beauv., conhecida como capim-gordura, foi introduzida no país acidentalmente no período colonial por ocasião do tráfico intenso de escravos (Ministério da Agricultura 1943). É uma gramínea C₄ que se espalha através de rizomas, tem alta produtividade, e foi utilizada para melhorar a produtividade de pastagem durante muito tempo. É uma invasora agressiva que compete com sucesso com a flora nativa (Filgueiras 1990). Ela invade áreas nativas

de diversas fitofisionomias do cerrado, como campo limpo, campo sujo e cerrado *sensu stricto*, onde substitui a comunidade herbácea nativa, formando grandes manchas (Pivello *et al.* 1999, Martins *et al.* 2004). Na Reserva Biológica do Cerrado de Emas, Pivello *et al.* (1999) encontraram *M. minutiflora* distribuída por toda a reserva, sendo esta gramínea a mais freqüente entre todas as invasoras em reservas naturais nos Estados de São Paulo e Goiás.

O sucesso das gramíneas africanas frente às espécies nativas deve-se a uma série de fatores, como maiores taxas fotossintéticas e maior alocação de assimilados para as folhas (Baruch *et al.* 1985, Baruch & Gómez 1996, Pivello *et al.* 1999), métodos mais eficientes de utilização de nutrientes (Asner & Beaty

1. Universidade de Brasília, Departamento de Ecologia, Caixa Postal 04457, 70904-970 Brasília, DF, Brasil.
2. Autor para correspondência: jsalomao@unb.br

1996), maior produção de sementes e melhor capacidade de germinação em relação às nativas (Klink 1996). O capim-gordura vem merecendo uma atenção especial devido à sua alta agressividade (Filgueiras 1990), rápida colonização de áreas degradadas (Freitas 1999), e à sua ameaça aos locais destinados à preservação (Pivello *et al.* 1999). O sucesso desta espécie em invadir diversos ecossistemas, segundo autores como Baruch *et al.* (1989), deve-se à sua grande capacidade de dispersão. Baruch (1996), estudando os aspectos ecofisiológicos da invasão por gramíneas africanas e os seus impactos na biodiversidade de savanas venezuelanas, observou que, apesar do sucesso das gramíneas exóticas *Hyparrhenia rufa* (Nees) Stapf e *M. minutiflora* frente às nativas, as suas concentrações foliares de nitrogênio e fósforo não diferiram da espécie nativa *Trachypogon plumosus* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Nees, tanto em savanas de terras altas (férteis), quanto em savanas de terras baixas (inférteis). Bilbao & Medina (1990), comparando a gramínea africana *Andropogon gayanus* Kunth. e a espécie nativa da Venezuela *Paspalum platiculatum* Michx., concluíram que a espécie africana foi capaz extrair mais nitrogênio do solo infértil do que a espécie nativa. O fósforo foi o elemento mais limitante em solos nativos. Saraiva *et al.* (1993) concluíram que potássio e cálcio são os nutrientes mais limitantes para o crescimento de *M. minutiflora* em latossolos de baixa fertilidade e a toxicidade do alumínio não restringe o seu crescimento.

D'Antonio & Vitousek (1992) afirmam que as invasões por gramíneas merecem atenção por várias razões: (i) como um grupo, as gramíneas são movidas ativamente por humanos, tornando com isso as invasões comuns; (ii) gramíneas exóticas competem efetivamente com espécies nativas em uma larga faixa de ecossistemas; (iii) em locais que dominam, as gramíneas podem alterar alguns processos no ecossistema como a ciclagem de nutrientes; e (iv) devido à intensa produtividade, que gera grande quantidade de biomassa combustível, especialmente no período seco, as gramíneas como capim-gordura podem alterar o regime de fogo das áreas invadidas aumentando a frequência, a área e a intensidade do fogo. *M. minutiflora* tem um porte maior do que a média das gramíneas do cerrado, possui compostos e resinas oleaginosas e acumula grande biomassa morta, o que sugerem queimadas de maior intensidade do que as queimadas usuais de campo sujo de cerrado (Berardi 1994; Castro-Neves 2000).

Este trabalho teve como objetivo principal comparar o acúmulo de biomassa aérea e a concentração de nutrientes entre *M. minutiflora* e gramíneas nativas,

em áreas protegidas de cerrado dentro do Parque Nacional de Brasília, onde está ocorrendo colonização espontânea por essa espécie invasora. Foi testada a hipótese de que *M. minutiflora* tem um acúmulo maior de biomassa e menor concentração de nutrientes que as gramíneas nativas, sendo esta uma das razões para o seu sucesso nos ecossistemas de cerrado.

Material e métodos

O estudo foi realizado no Parque Nacional de Brasília no Distrito Federal, que possui uma área de 30.000 ha, e uma altitude média de 1.070 m. Segundo o Plano de Manejo do Parque (Funatura/Ibama 1998), as principais fitofisionomias são cerrado *sensu stricto*, campo sujo, campo limpo, mata de galeria, e vereda. O clima local é tropical (Köppen Aw), com precipitação anual média entre 1.100 e 1.600 mm e duas estações, uma seca e outra chuvosa, bem definidas (Eiten 1972). Foram selecionados para o estudo quatro locais de cerrado *sensu stricto* onde houve invasão espontânea de *Melinis minutiflora* na camada rasteira (área 1 – 15°43'40" S e 47°55'41" W; área 2 – 15°45'29" S e 47°58'50" W; área 3 – 15°44'17" S e 48°00'42" W; área 4 – 15°44'15" S e 48°00'45" W). Em cada local foram demarcadas duas parcelas de 20 m x 20 m, uma com apenas *M. minutiflora* e outra com apenas gramíneas nativas. A biomassa aérea foi coletada em quatro sub-parcelas de 25 cm x 25 cm, alocadas aleatoriamente em cada parcela de 20 m x 20 m. Toda a biomassa em pé, morta e viva, foi cortada junto ao solo, utilizando-se tesoura de poda. Foram realizadas coletas trimestrais durante o período de novembro de 2002 a setembro de 2003. As áreas anteriormente coletadas bem como as áreas adjacentes não foram amostradas nas coletas posteriores. Em laboratório, cada amostra foi triada em biomassa viva e morta. Ambas foram lavadas com água destilada, secas em estufa durante 48 horas a uma temperatura de 70 °C, sendo depois pesadas e moídas. Foram descartadas biomassa de plantas não pertencentes à família Poaceae (gramínea) de todas as sub-parcelas. Também foram descartadas biomassa de outras gramíneas eventualmente identificadas nas sub-parcelas colonizadas por *M. minutiflora*. As amostras de solo foram coletadas nas mesmas sub-parcelas de coleta de biomassa vegetal, nas profundidades de 0-15 cm e 15-30 cm. As amostras de solo foram secas ao ar e peneiradas em malha de 2 mm.

O teor de nitrogênio no material vegetal foi determinado pelo método microkjeldahl (Allen 1989). A determinação do teor de nutrientes P, K, Ca, Mg, Fe e Mn na biomassa foi feita por meio da digestão das amostras em uma mistura triácida de HNO₃, H₂SO₄ e HClO₄ (10:1:2). O teor de P foi determinado por colorimetria, a 410 nm, utilizando vanadomolibdato de amônia. As concentrações dos demais nutrientes foram obtidas por espectrofotometria de absorção atômica ou emissão de chama (Allen 1989). A eficiência de retranslocação (%) de nutrientes foi calculada como $(C_i - C_j) * 100 / C_i$ onde C_i

é concentração do nutriente na biomassa viva e C_j concentração na biomassa morta.

O pH do solo foi medido em água e em KCl 1M. O teor de carbono orgânico no solo foi determinado pelo método Walkley e Black. O nitrogênio total foi determinado pelo método microkjeldahl. A disponibilidade de P, K, Mn e Fe no solo foi determinada em extrato de Mehlich (H_2SO_4 , 0,025 M + HCl, 0,05 M) e de Ca, Mg e Al em KCl 1M (Embrapa 1997). O teor de P no extrato de solo foi determinado por colorimetria a 660 nm, utilizando-se o molibdato de amônia. O teor de alumínio foi determinado por titulação com NaOH. Os teores dos elementos K, Ca, Mg, Mn e Fe foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica ou emissão de chama (Allen 1989).

Foram realizadas análises de variância para testar diferenças entre os tratamentos, utilizando-se os valores médios das quatro sub-parcelas de 25 cm x 25 cm amostradas em cada parcela de 20 m x 20 m. Foram analisados separadamente os dados de concentrações de nutrientes para biomassa viva e morta e foram comparadas as médias para *M. minutiflora* e as gramíneas nativas. Os cálculos foram feitos com o módulo de análise estatística ANOVA (do programa SAS, SAS 1990).

Resultados

Solos – Não houve diferenças significativas entre *Melinis minutiflora* e gramíneas nativas para pH do solo, teor de carbono orgânico ou disponibilidade de

nutrientes (tabela 1). O pH em água apresentou-se na faixa de acidez moderada. Os valores do pH em KCl foram mais baixos que em água, situando-se na faixa de acidez forte. De modo geral a camada superficial de 0-15 cm apresentou maiores concentrações de carbono orgânico, nitrogênio total, K, Ca, Mg e Mn, em relação à camada subjacente. O fósforo apresentou uma disponibilidade inferior a 1 mg kg^{-1} em todas as coletas realizadas durante o período estudado nas duas profundidades tanto para *M. minutiflora* como para gramíneas nativas.

Biomassa aérea - As gramíneas nativas não apresentaram biomassa viva ou morta significativamente maior do que *M. minutiflora* em nenhuma época (figura 1). As gramíneas nativas apresentaram o maior valor de biomassa viva (377 g m^{-2}) em março, no final da época chuvosa, e de biomassa morta (1.205 g m^{-2}) em setembro de 2003, no final da época seca. A gramínea invasora *M. minutiflora* apresentou biomassa viva maior do que as gramíneas nativas nas coletas de novembro de 2002 e junho de 2003. A maior diferença ocorreu no período da floração de *M. minutiflora* no mês de junho, durante a época seca, quando a biomassa da gramínea invasora (898 g m^{-2}) foi 2,6 vezes superior à das nativas (341 g m^{-2}). Não houve diferenças significativas na quantidade

Tabela 1. Propriedades químicas do solo sob *Melinis minutiflora* e gramíneas nativas em uma área nativa do cerrado no Parque Nacional de Brasília no Distrito Federal.

Table 1. Chemical properties of soil beneath *Melinis minutiflora* and native grasses in an area of native "cerrado" in the Parque Nacional de Brasília in Distrito Federal.

Propriedade do solo	0-15 cm		15-30 cm	
	<i>Melinis minutiflora</i>	Gramíneas nativas	<i>Melinis minutiflora</i>	Gramíneas nativas
pH em água	5,24a*	5,32a	5,25a	5,32a
pH em KCl 1M	4,34a	4,47a	4,38a	4,54a
Carbono orgânico (g kg^{-1})	25,50a	19,80a	24,70a	18,90a
N total (g kg^{-1})	1,40a	1,10a	1,40a	1,00a
Cátions trocáveis (cmol (+) kg^{-1})				
K	0,15a	0,09a	0,13a	0,07a
Ca	0,31a	0,09a	0,33a	0,16a
Mg	0,10a	0,05a	0,09a	0,04a
Al	0,67a	0,45a	0,61a	0,36a
Micronutrientes disponíveis (mg kg^{-1})				
Mn	6,84a	2,58a	5,63a	2,30a
Fe	6,53a	5,79a	6,52a	5,49a

* Médias seguidas por diferentes letras minúsculas indicam diferenças significativas entre *M. minutiflora* e gramíneas nativas para a mesma profundidade ($\alpha = 0,05$).

* Averages followed by different letters are significantly different at the same depth ($\alpha = 0,05$).

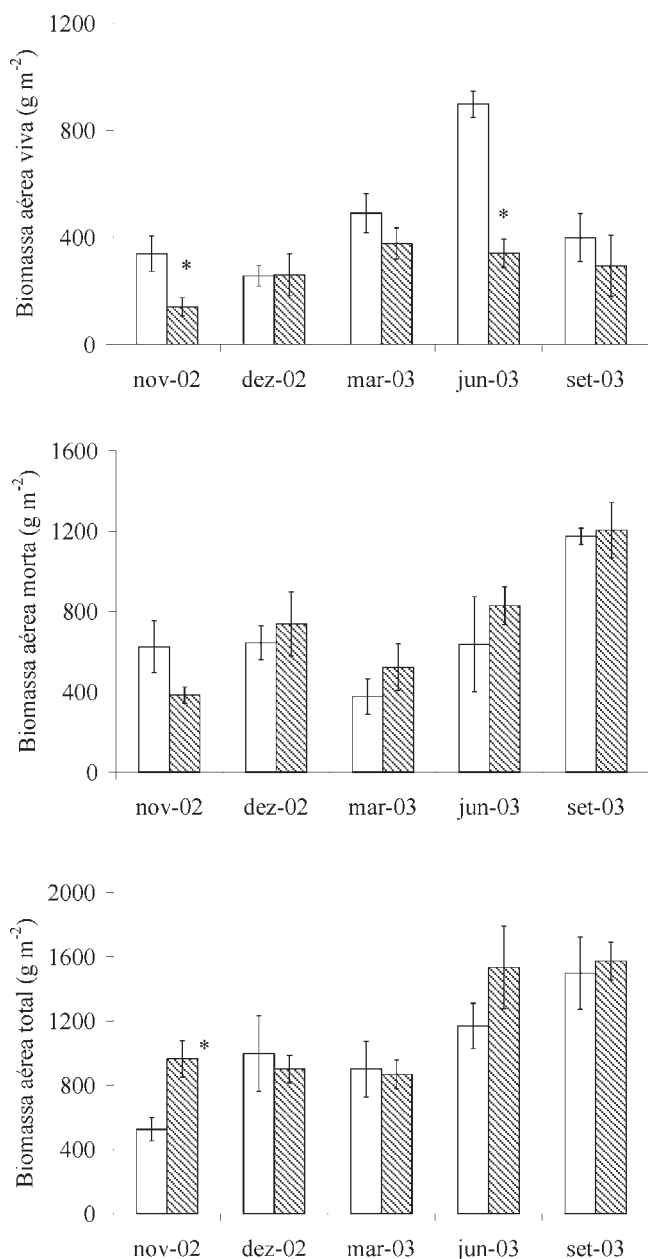


Figura 1. Variação sazonal da biomassa aérea viva, morta e total (média \pm desvio padrão) de *Melinis minutiflora* (□) e gramíneas nativas (▨) em uma área nativa do cerrado no Parque Nacional de Brasília no Distrito Federal. Asterisco indica diferença significativa entre *M. minutiflora* e gramíneas nativas.

Figure 1. Variations in aboveground live, dead and total biomass (mean and standard deviation) of *Melinis minutiflora* (□) and native grasses (▨) in an area of native “cerrado” in the Parque Nacional de Brasília in the Distrito Federal. Asterisk indicates significant difference between *M. minutiflora* and native grasses.

ou variação sazonal de biomassa morta entre *M. minutiflora* e gramíneas nativas. A gramínea invasora *M. minutiflora* e gramíneas nativas apresentaram os maiores valores de biomassa aérea total no mês de setembro, quando atingiram 1.573 g m⁻² e 1.498 g m⁻² respectivamente. A proporção entre biomassa viva e biomassa morta das gramíneas nativas variou de 0,23 a 0,76 enquanto que para *M. minutiflora* variou de 0,43 a 1,66 (figura 2).

Concentração de nutrientes na biomassa – De modo geral houve três padrões de comportamento em relação às diferenças nas concentrações de nutrientes entre biomassa viva e morta em *M. minutiflora* e gramíneas nativas (tabela 2; figura 3). No caso de N, P, K, Mg e Mn, as concentrações na biomassa morta foram menores do que na biomassa viva, assim comprovando uma retranslocação destes elementos antes da senescência das folhas (tabela 3). No caso de Ca, não houve diferenças significativas entre biomassa viva e biomassa morta e as concentrações de Fe foram significativamente maiores em biomassa morta, sem retranslocação. Estas diferenças entre biomassa viva e morta variaram entre coletas, sendo maiores as diferenças na época chuvosa no caso de N, P, K e Mg.

Não houve diferenças significativas entre *M. minutiflora* e gramíneas nativas nas concentrações de

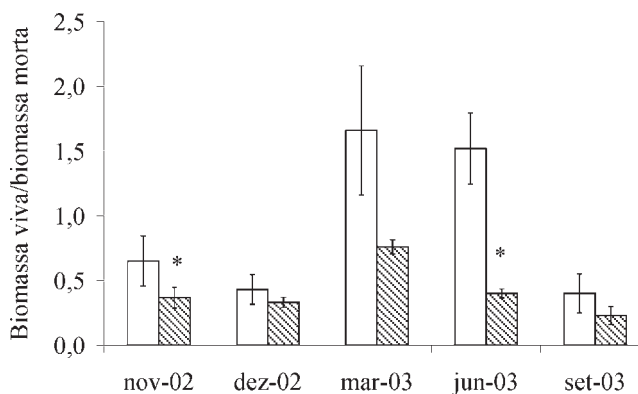


Figura 2. Variação sazonal na proporção de biomassa aérea viva e morta (média \pm desvio padrão) de *Melinis minutiflora* (□), e gramíneas nativas (▨) em uma área nativa do cerrado no Parque Nacional de Brasília no Distrito Federal. Asterisco indica diferença significativa entre *M. minutiflora* e gramíneas nativas.

Figure 2. Seasonal variations in the proportion of live and dead aboveground biomass (mean \pm standard deviation) of *Melinis minutiflora* (□) and native grasses (▨) in an area of native “cerrado” in the Parque Nacional de Brasília in the Distrito Federal. Asterisk indicates significant difference between *M. minutiflora* and native grasses.

Tabela 2. Variação sazonal nas concentrações de nutrientes na biomassa aérea viva e morta de *Melinis minutiflora* e gramíneas nativas em um cerrado no Parque Nacional de Brasília no Distrito Federal. ($n = 4$; desvio padrão entre parênteses).Table 2. Seasonal variations in the concentration of nutrients in live and dead aerial biomass of *Melinis minutiflora* and native grasses in an area of native "cerrado" in the Parque Nacional de Brasília in the Distrito Federal. ($n = 4$; standard deviation in parentheses).

Data	Biomassa viva		Biomassa morta	
	<i>M. minutiflora</i>	Gramíneas nativas	<i>M. minutiflora</i>	Gramíneas nativas
Nitrogênio (%)				
nov-02	0,57 (0,13)a*	0,69 (0,11)a	0,18 (0,04)a	0,34 (0,05)b
dez-02	0,66 (0,17)a	0,66 (0,07)a	0,23 (0,04)a	0,31 (0,06)b
mar-03	0,68 (0,14)a	0,57 (0,09)a	0,31 (0,05)a	0,30 (0,06)a
jun-03	0,42 (0,05)a	0,45 (0,11)a	0,31 (0,03)a	0,47 (0,11) b
set-03	0,36 (0,07)a	0,52 (0,22)a	0,27 (0,05)a	0,33 (0,07)b
Fósforo (%)				
nov-02	0,06 (0,02)a	0,05 (0,02)a	0,02 (0,02)a	0,02 (0,01)a
dez-02	0,05 (0,02)a	0,04 (0,01)a	0,001 (0,002)a	0,001 (0,003)a
mar-03	0,07 (0,01)a	0,05 (0,01)a	0,02 (0,005)a	0,02 (0,004)a
jun-03	0,05 (0,01)a	0,04 (0,01)a	0,02 (0,003)a	0,02 (0,004)a
set-03	0,04 (0,01)a	0,04 (0,02)a	0,02 (0,01)a	0,02 (0,003)a
Potássio (%)				
nov-02	1,04 (0,42)a	0,82 (0,34)a	0,17 (0,33)a	0,17 (0,31)a
dez-02	1,21 (0,29)a	0,98 (0,38)a	0,11 (0,02)a	0,07 (0,01)a
mar-03	0,78 (0,28)a	0,65 (0,13)a	0,11 (0,06)a	0,06 (0,01)a
jun-03	0,73 (0,13)a	0,71 (0,20)a	0,13 (0,06)a	0,10 (0,03)a
set-03	0,58 (0,13)a	0,66 (0,26)a	0,26 (0,07)a	0,08 (0,02)a
Cálcio (%)				
nov-02	0,18 (0,09)a	0,21 (0,11)a	0,17 (0,08)a	0,21 (0,09)a
dez-02	0,21 (0,04)a	0,21 (0,10)a	0,23 (0,08)a	0,23 (0,09)a
mar-03	0,22 (0,07)a	0,23 (0,14)a	0,18 (0,06)a	0,18 (0,08)a
jun-03	0,17 (0,04)a	0,20 (0,12)a	0,29 (0,09)a	0,21 (0,11)a
set-03	0,13 (0,04)a	0,19 (0,10)a	0,24 (0,08)a	0,15 (0,09)a
Magnésio (%)				
nov-02	0,10 (0,04)a	0,12 (0,03)a	0,05 (0,04)a	0,07 (0,03)a
dez-02	0,17 (0,03)a	0,18 (0,05)a	0,07 (0,02)a	0,07 (0,02)a
mar-03	0,14 (0,03)a	0,15 (0,04)a	0,07 (0,05)a	0,06 (0,01)a
jun-03	0,11 (0,02)a	0,14 (0,05)a	0,09 (0,04)a	0,08 (0,02)a
set-03	0,07 (0,03)a	0,13 (0,02)a	0,09 (0,02)a	0,08 (0,02)a
Manganês (mg kg ⁻¹)				
nov-02	64 (25)a	120 (88)a	44 (19)a	82 (48)a
dez-02	62 (19)a	72 (31)a	43 (12)a	75 (43)a
mar-03	65 (28)a	79 (52)a	45 (23)a	74 (44)a
jun-03	48 (10)a	87 (47)a	48 (12)a	87 (62)a
set-03	40 (14)a	100 (72)a	38 (13)a	45 (13)a
Fe (mg kg ⁻¹)				
nov-02	207 (145)a	156 (155)a	473 (226)a	589 (410)a
dez-02	140 (39)a	127 (56)a	640 (149)a	988 (816)a
mar-03	80 (41)a	56 (16)a	391 (166)a	515 (233)a
jun-03	132 (18)a	100 (42)a	420 (115)a	533 (184)a
set-03	184 (49)a	112 (59)a	392 (105)a	317 (99)a

* Médias seguidas por diferentes letras minúsculas indicam diferenças significativas entre *M. minutiflora* e gramíneas nativas para cada componente ($\alpha = 0,05$).

* Averages followed by different letters are significantly different for each nutrient.

P, K, Ca, Mg, Fe e Mn na biomassa viva ou morta (tabela 2). No caso de N, não houve diferenças entre *M. minutiflora* e gramíneas nativas na biomassa viva. Entretanto, as concentrações de N na biomassa morta foram menores em *M. minutiflora*, com uma retranslocação de 46,9%, do que em gramíneas nativas com a retranslocação de 34,9%. As variações entre

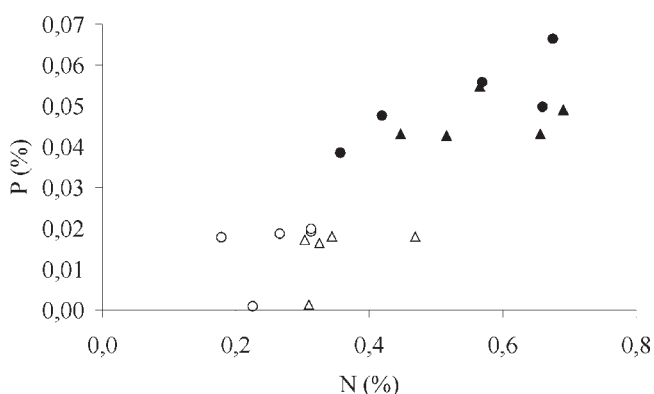


Figura 3. Concentrações de N e P na biomassa aérea viva e morta de *Melinis minutiflora* e gramíneas nativas em uma área nativa do cerrado do Parque Nacional de Brasília no Distrito Federal. (●) = biomassa viva de *M. minutiflora*; (▲) = biomassa viva de gramíneas nativas; (O) = biomassa morta de *M. minutiflora*; (Δ) = biomassa morta de gramíneas nativas.

Figure 3. Concentrations of N and P in live and dead aboveground biomass of *Melinis minutiflora* and native grasses in an area of native "cerrado" in the Parque Nacional de Brasília in the Distrito Federal. (●) = live biomass of *M. minutiflora*; (▲) = live biomass of native grasses; (O) = dead biomass of *M. minutiflora*; (Δ) = dead biomass of native grasses.

Tabela 3. Eficiência de retranslocação (%) de nutrientes em *Melinis minutiflora* e gramíneas nativas em uma área nativa do cerrado no Parque Nacional de Brasília no Distrito Federal. ($n = 20$; desvio padrão entre parênteses).

Table 3. Resorption efficiency (%) of nutrients in *Melinis minutiflora* and native grasses in an area of native "cerrado" in the Parque Nacional de Brasília in the Distrito Federal. ($n = 20$; standard deviation in parentheses).

Nutriente	<i>M. minutiflora</i>	Gramíneas
N	46,9 (21,7)a*	34,9 (27,8)a
P	69,0 (18,9)a	68,4 (17,5)a
K	79,1 (16,6)a	86,9 (10,0)a
Mg	26,6 (45,5)a	42,2 (16,2)a
Mn	17,7 (16,0)a	22,4 (23,8)a

*Médias seguidas por diferentes letras minúsculas indicam diferenças significativas entre *M. minutiflora* e gramíneas nativas ($\alpha = 0,05$).

*Averages followed by different letters are significantly different ($\alpha = 0,05$).

biomassa viva e morta nas concentrações de N e P estão apresentadas na figura 3.

Discussão

O solo da área experimental era ácido, apresentando alta disponibilidade de Al e baixa disponibilidade de nutrientes. A acidez e a disponibilidade de nutrientes nos locais estudados estavam dentro da faixa de valores encontrados em solos de áreas nativas do cerrado *sensu stricto* no Planalto Central (Lopes & Cox 1977, Batmanian & Haridasan 1985, Villela & Haridasan 1994). Não houve diferenças entre *Melinis minutiflora* e gramíneas nativas na disponibilidade de nutrientes no solo nas profundidades de 0-15 e 15-30 cm. Assim, não há evidências que as características do solo foram diferentes nos locais colonizados por *M. minutiflora* nem que elas foram modificadas por esta gramínea invasora. Isso demonstra a capacidade de *M. minutiflora* para invadir as áreas nativas do cerrado com baixa fertilidade e de produzir a mesma quantidade de biomassa aérea que as gramíneas nativas.

Barger *et al.* (2002) concluíram que a baixa disponibilidade de nutrientes e a presença de gramíneas nativas são fatores importantes que contribuem para a resistência da savana venezuelana contra invasão por *M. minutiflora*. É importante salientar que não foi estudada a composição florística das parcelas amostradas antes da invasão por *M. minutiflora* e, portanto, não é possível afirmar se *M. minutiflora* invadiu locais com a composição florística da camada rasteira semelhante às sub-parcelas com gramíneas nativas. Por outro lado, não houve nenhuma indicação de que os locais de invasão por *M. minutiflora* foram locais perturbados com uma menor biodiversidade ou de menor competição.

Em comparação com as gramíneas nativas que ocorrem no local, a gramínea invasora *M. minutiflora* apresentou maior biomassa aérea viva apenas na época de sua floração, no período de seca, e no início da estação chuvosa (figura 1). Entretanto não houve diferenças significativas na quantidade de biomassa aérea morta em pé entre *M. minutiflora* e gramíneas nativas em qualquer época do ano. A variação sazonal na quantidade de biomassa morta em pé foi semelhante em *M. minutiflora* e gramíneas nativas. Apesar das limitações do baixo número de replicações e do tamanho das amostras neste estudo, uma conclusão importante é que não há evidência de que a gramínea invasora acumula biomassa aérea em quantidades superiores às

das gramíneas nativas na fase vegetativa. Não foram determinadas as diferenças entre *M. minutiflora* e gramíneas nativas na biomassa de inflorescência por falta de informação sobre este aspecto na fase do planejamento do experimento. No presente estudo, as gramíneas nativas apresentaram comportamento semelhante ao verificado por Meirelles & Henriques (1992), ao reduzirem a proporção entre fitomassa viva e morta no período seco. Estes pesquisadores, estudando estrato rasteiro de campo sujo, encontraram proporções no período chuvoso de 1:2, enquanto que no final do período seco esta proporção caiu para 1:6. Neste estudo, *M. minutiflora* apresentou maiores proporções de biomassa viva em relação à morta do que as gramíneas nativas, possivelmente devido à manutenção das suas atividades fisiológicas por tempo mais longo, inclusive no período de seca, ao contrário das nativas, que secam mais rapidamente.

Baruch *et al.* (1989), ao verificarem a dinâmica do crescimento, a fenologia e a repartição de biomassa em gramíneas nativas e introduzidas em uma savana na Venezuela, constataram que a biomassa total da gramínea nativa *Trachypogon plumosus* não foi diferente da exótica *M. minutiflora*, como também observado neste estudo. Por outro lado, Baruch (1996) afirma que, em função das altas taxas de crescimento de gramíneas introduzidas, ocorre uma maior acumulação de biomassa destas exóticas em relação às espécies nativas da Venezuela.

As concentrações de nutrientes na biomassa de *M. minutiflora* e de gramíneas nativas estavam dentro do intervalo encontrado por Batmanian & Haridasan (1985), para gramíneas nativas do cerrado em um Latossolo Vermelho no Distrito Federal. As concentrações de Ca e Mg foram inferiores e os valores do K superiores aos valores apresentados por Villela & Haridasan (1994).

As concentrações de todos os nutrientes estudados na biomassa aérea viva foram semelhantes em *M. minutiflora* e gramíneas nativas. Apenas no caso de N, as concentrações foram menores em *M. minutiflora* (tabela 3) na biomassa morta, com uma taxa de retranslocação de 46,9%. A alta taxa de retranslocação de N, P e K em *M. minutiflora* e gramíneas nativas indica a baixa disponibilidade de nutrientes no solo e um bom reaproveitamento destes nutrientes. Vários estudos confirmam a baixa produtividade de *M. minutiflora* em solos nativos de savanas neotropicais e respostas positivas à adição de fertilizantes. Barger *et al.* (2002), em estudos sobre a limitação de nutrientes à produtividade primária em savanas secundárias na

Venezuela, afirmam que a biomassa aérea total parece ser limitada por nitrogênio em relação ao fósforo e potássio, pois esta foi aumentada em 78%, quando o N foi adicionado sozinho e não respondeu significativamente à adição de P e K quando comparado ao controle. Carvalho & Saraiva (1987) também observaram uma resposta positiva de *M. minutiflora* a aplicações de N em pastagens sob regime de corte. Os nutrientes P e Ca também podem ser fatores limitantes ao crescimento de *M. minutiflora* em solos ácidos (Saraiva *et al.* 1993). As taxas de retranslocação encontradas aqui são bem maiores do que as taxas encontradas por Nardoto *et al.* (2006) para algumas espécies lenhosas do cerrado em Latossolo Vermelho do Distrito Federal.

Assim, os resultados apresentados neste trabalho não evidenciam uma maior capacidade de *M. minutiflora* para acumular biomassa aérea do que as gramíneas nativas em condições de baixa fertilidade do solo. Um aspecto que merece estudo no futuro talvez seja a diferença na retranslocação de N entre *M. minutiflora* e gramíneas nativas e as diferenças na resposta à adição de nutrientes. Uma outra abordagem interessante seria a comparação entre *M. minutiflora* e gramíneas nativas em solos mesotróficos com maior disponibilidade de nutrientes e nas áreas nativas do cerrado após as queimadas.

Agradecimentos – O presente estudo foi financiado pelo CNPq e pela Capes. Agradecemos ao Ibama e à administração do Parque Nacional de Brasília pela autorização e apoio no desenvolvimento dos trabalhos, à química Mara Rúbia Suzana Chaves pelo apoio nas análises químicas, ao Anastácio Lourenço Ferreira e Gláucia Maria de Paula pelo auxílio na coleta e triagem das amostras, e ao revisor anônimo pelas sugestões na revisão do manuscrito.

Referências bibliográficas

- ALLEN, S.E. 1989. Chemical analysis of ecological materials. 2nd ed., Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- ASNER, G.P. & BEATTY, S.W. 1996. Effects of an African grass invasion on Hawaiian shrubland nitrogen biogeochemistry. *Plant and Soil* 186:205-211.
- BARGER, N.N., D'ANTONIO, C.M., GHNEIM, T., BRINK, K. & CUEVAS, E. 2002. Nutrient limitation to primary productivity in a secondary savanna in Venezuela. *Biotropica* 34:493-501.
- BARUCH, Z. 1996. Ecophysiological aspects of the invasion by African grasses and their impact on biodiversity and function of neotropical savannas. In *Biodiversity and savannas ecosystem process* (O.T. Solbrig, E. Medina & J.F. Silva, eds.) *Ecological Studies* 121:79-93.

- BARUCH, Z. & GOMÉZ, J.A. 1996. Dynamics of energy and nutrients concentration and construction cost in a native and two alien C₄ grasses from two neotropical savannas. *Plant and Soil* 181:175-184.
- BARUCH, Z., HERNÁNDEZ, H.B. & MONTILLA, M.G. 1989. Dinamica del crecimiento, fenología y repartición de biomasa en gramíneas nativas e introducidas de una sabana neotropical. *Ecotropicos* 2:1-13.
- BARUCH, Z., LUDLOW, M.M. & DAVIS, R. 1985. Photosynthetic responses of native and introduced C₄ grasses from Venezuelan savannas. *Oecologia* 67:388-393.
- BATMANIAN, G.J. & HARIDASAN, M. 1985. Primary production and accumulation of nutrients by the ground layer community of cerrado vegetation of central Brazil. *Plant and Soil* 88:437-440.
- BERARDI, A. 1994. Effects of the African grass *Melinis minutiflora* on the plant community composition and the fire characteristics of a central Brazilian savanna. M. Sc. Thesis, University College, London.
- BILBAO, B. & MEDINA, E. 1990. Nitrogen-use efficiency for growth in a cultivated African grass and a native South American pasture grass. *Journal of Biogeography* 17:421-425.
- CASTRO-NEVES, B.M. 2000. Comportamento de queimadas, temperaturas do solo e recuperação da biomassa aérea em campo sujo nativo e em capim gordura (*Melinis minutiflora*). Dissertação de Mestrado em Ecologia, Universidade de Brasília, Brasília.
- CARVALHO, M.M. & SARAIVA, O.F. 1987. Resposta do capim-gordura (*Melinis minutiflora* Beauv.) a aplicações de nitrogênio, em regime de cortes. *Revista Brasileira de Zootecnia* 16:442-454.
- D'ANTONIO, C.M. & VITOUSEK, P.M. 1992. Biological invasions by exotic grasses, the grass/fire cycle, and global change. *Annual Review of Ecology and Systematics* 23:63-87.
- EMBRAPA. 1997. Manual de métodos de análises do solo. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo, Rio de Janeiro.
- EITEN, G. 1972. The cerrado vegetation of Brazil. *Botanical Review* 38:205-341.
- FILGUEIRAS, T.S. 1990. Africanas no Brasil: gramíneas introduzidas da África. *Cadernos de Geociências* 5:57-63.
- FREITAS, G.K. 1999. Invasão biológica pelo capim-gordura (*Melinis minutiflora* Beauv.) em um fragmento de cerrado (A.R.I.E. Cerrado Pé-de-gigante, Santa Rita do Passa Quatro, SP). Dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- FUNATURA/IBAMA. 1998. Plano de Manejo do Parque Nacional de Brasília. Volume 1. Brasília.
- KLINK, C.A. 1996. Germination and seedling establishment of two native and one invading African grasses species in the Brazilian cerrado. *Journal of Tropical Ecology* 12:139-147.
- LOPES, A.S. & COX, F.R. 1977. A survey of the fertility status of surface soils under "Cerrado" vegetation in Brazil. *Soil Science Society of America Journal* 41:742-747.
- MARTINS, C.R., LEITE, L.L. & HARIDASAN, M. 2004. Capim-gordura (*Melinis minutiflora* Beauv.) uma gramínea exótica que compromete a recuperação de áreas degradadas em unidades de conservação. *Revista Árvore* 28:739-747.
- MEIRELLES, M.L. & HENRIQUES, R.P. 1992. Produção primária líquida em área queimada e não queimada de campo sujo de cerrado (Planaltina-DF). *Acta Botanica Brasílica* 6:3-14.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. 1943. O capim-gordura. Publicação 6. Seção de Agrostologia e Alimentação dos Animais. Rio de Janeiro.
- NARDOTO, G.B., BUSTAMANTE, M.M.C., PINTO, A.C. & KLINK, C.A. 2006. Nutrient use efficiency at ecosystem and species level in savanna areas of central Brazil and impacts of fire. *Journal of Tropical Ecology* 22:191-201.
- PIVELLO, V.R., CARVALHO, V.M.C., LOPES, P.F., PECCININI A.A., & ROSSO, S. 1999. Abundance and distribution of native and alien grasses in a "cerrado" (Brazilian savanna) biological reserve. *Biotropica* 31:71-82.
- SARAIVA, O.F., CARVALHO, M.M. & OLIVEIRA, F.T.T. 1993. Nutrientes limitantes ao crescimento de capim-gordura em um Latossolo Vermelho-Amarelo álico. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 28:963-968.
- SAS INSTITUTE INC. 1999. SAS/STAT Users Guide, release 8.0. SAS Institute Inc., Cary.
- VILLELA, D.M.V. & HARIDASAN, M. 1994. Response of the ground layer community of a cerrado vegetation in central Brazil to liming and irrigation. *Plant and Soil* 163:25-31.