

CRESCIMENTO DE *Megathyrus maximus* (CAPIM-COLONIÃO) E DUAS ESPÉCIES NATIVAS ARBÓREAS EM DIFERENTES CONDIÇÕES AMBIENTAIS

Jézili Dias^{1*}, Thalita Surian¹, Maurício Cruz Mantoani¹, Lya Carolina da Silva Mariano Pereira¹, José Marcelo Domingues Torezan¹

¹Universidade Estadual de Londrina, Paraná, Brasil - jezili@hotmail.com*; thali.surian@hotmail.com; mauricio_labre@hotmail.com, lyacarolina.smp@gmail.com; torezan@uel.br

Recebido para a publicação: 29/01/2015 – Aceito para a publicação: 05/03/2016

Resumo

Em um experimento em casa de vegetação, objetivou-se verificar diferenças no crescimento de *Megathyrus maximus* (Jacq.) B. K. Simon & S. W. L. Jacobs (capim-colonião) e de duas espécies florestais nativas, uma pioneira, *Heliocarpus popayanensis* Kunth (jangadeiro) e outra não pioneira, *Poecilanthe parviflora* Benth. (coração-de-negro), em quatro níveis de sombreamento, três níveis de fertilidade do solo e duas situações hídricas. As plantas de capim-colonião apresentaram altura superior nos vasos com maior fertilidade do solo e sob menor nível de sombreamento. A biomassa do capim variou em função da interação entre o sombreamento, a fertilidade do solo e a disponibilidade hídrica. Quanto ao crescimento das espécies florestais, a altura e a biomassa da gramínea foram maiores nos vasos em presença da espécie pioneira, ocorrendo a morte de *H. popayanensis* em alguns tratamentos. O crescimento de *H. popayanensis* foi dependente da fertilidade do solo; já as variações no diâmetro do colo e o número de folhas não estiveram relacionados com os fatores analisados. Para *P. parviflora*, o crescimento foi explicado pela interação entre o sombreamento, a fertilidade do solo e a disponibilidade hídrica, enquanto as variações no diâmetro do colo responderam à fertilidade, e o número de folhas pela interação entre o sombreamento e a disponibilidade hídrica. Esses resultados apontam para uma heterogeneidade nas interações entre a gramínea e diferentes espécies arbóreas nativas.

Palavras-chave: Fertilidade do solo; *Heliocarpus popayanensis* Kunth; *Panicum maximum* Jacq.; *Poecilanthe parviflora* Benth; sombreamento.

Abstract

Megathyrus maximus (guinea-grass) growth and two species native trees in different environmental conditions. In a greenhouse experiment, aimed to verify differences in growth of *Megathyrus maximus* (Jacq.) BK Simon & SWL Jacobs (guinea-grass) and two native species a pionner and non-pionner trees (*Heliocarpus popayanensis* Kunth and *Poecilanthe parviflora* Benth. respectively) at four shading levels, three fertility levels and two soil water conditions. The grass grew more in high soil fertility and lower shading, and grass biomass depend on shade level, soil fertility and water availability interactions. Also, there were more grass growth and biomass when growing with a pionner tree, that presented mortality in some pots. *Heliocarpus popayanensis* height depends of soil fertility - stem diameter and leaf number variations were not related to these factors. *P. parviflora* heigth growth depended on shading, soil fertility and water disponibility interactions. Stem diameter variations reply to soil fertility and leaf number to shading and water avaiability interactions. These results pointed to a heterogeneity in the relationship between the alien grass and native tree species.

Keywords: Soil fertility; *Heliocarpus popayanensis* Kunth; *Panicum maximum* Jacq.; *Poecilanthe parviflora* Benth; Shading.

INTRODUÇÃO

As espécies exóticas invasoras (EEI) podem provocar a exclusão dos espécimes plantados em reflorestamentos pela competição, além de causar alterações na forma com que os nutrientes circulam no meio. Em áreas de restauração florestal, as EEI são consideradas um grande problema, especialmente nas fases iniciais do plantio, estando entre os principais desafios para o manejo ambiental e as práticas de restauração (D'ANTONIO; CHAMBERS, 2006). Assim, as EEI podem servir como barreira para a regeneração natural das espécies nativas (MANTOANI *et al.*, 2012; AMMONDT *et al.*, 2013; MANTOANI; TOREZAN, 2016), interferindo dessa forma nos objetivos e aumentando os esforços/gastos com a restauração.

Dentre as EEI no Brasil, destaca-se a gramínea africana *Megathyrsus maximus* (Jacq.) B. K. Simon & S. W. L. Jacobs (capim-colonião) (Dias *et al.*, 2013), que apresenta elevada capacidade competitiva, alta produtividade e grande capacidade reprodutiva, associada a grande longevidade das sementes (SILVA, 1969). Ainda que se saiba que com o avanço da sucessão em florestas secundárias haja um aumento do número dos indivíduos arbóreos e uma tendência de redução das EEI, *M. maximus* apresenta grande capacidade de persistência em áreas em início de sucessão ou com presença elevada de espécies decíduas, o que pode prejudicar o desenvolvimento do ecossistema florestal.

Além da presença das EEI, podem existir outras limitações para o desenvolvimento dos regenerantes nativos nesses ambientes, tais como o sombreamento, a disponibilidade de água (D'ANTONIO; CHAMBERS, 2006) e a fertilidade do solo (EPSTEIN; BLOOM, 2006), que podem ser essenciais para a germinação das sementes e o desenvolvimento ou estabelecimento das plântulas. Ainda, D'Antonio e Chambers (2006) apontam que a capacidade de retenção de água pelo solo e sua absorção pelas plantas são aspectos importantes a serem levados em consideração em testes de competição e resistência das plantas nativas na presença de plantas invasoras.

Existem estudos que relacionam as concentrações de nutrientes no solo com a abundância e biomassa de espécies exóticas (D'ANTONIO; CHAMBERS, 2006), bem como, especificamente, para *M. maximus* (OLIVEIRA *et al.*, 2013), em diferentes níveis de sombreamento (CASTRO *et al.*, 2001; MATTA *et al.*, 2008; OLIVEIRA *et al.*, 2013) e disponibilidade de água (CUNHA *et al.*, 2007). No entanto esses últimos trabalhos são voltados para o melhoramento da gramínea invasora como forrageira, de modo que compreender como ela interage com as espécies nativas ainda é um desafio pela perspectiva da restauração ecológica.

Elucidar de que forma esses fatores (sombreamento, fertilidade de solo com a disponibilidade de nutrientes e água) interferem no desenvolvimento das plantas nativas e exóticas pode auxiliar no manejo de áreas de restauração, uma vez que o controle da competição por plantas ruderais e/ou exóticas invasoras é uma das maiores fontes de custo e causa frequente de insucessos nessas áreas (SAMPAIO *et al.*, 2007).

As espécies arbóreas nativas, devido às suas características intrínsecas, respondem de formas diferentes às condições ambientais, mas, de modo geral, podem ser classificadas como pioneiras e não pioneiras. As espécies que se estabelecem no início da sucessão florestal (ou espécies pioneiras) têm como características principais a germinação e o crescimento acelerado a pleno sol, metabolismo intenso e alta capacidade de absorção de nutrientes, frequentemente com associações micorrízicas, a exemplo de *Heliocarpus popayanensis* Kunth (ZANGARO *et al.*, 2012). Já as espécies típicas dos estágios mais avançados da sucessão (ou não pioneiras), como *Poecilanthe parviflora* Benth, podem germinar e desenvolver-se, ainda que por tempo limitado, em ambientes sombreados. Em geral apresentam sementes maiores e crescimento lento, quando comparadas às pioneiras (ZANGARO *et al.*, 2012).

Nesse contexto, compreender como a interação entre gramíneas exóticas invasoras e as espécies arbóreas nativas ainda é um desafio na perspectiva da restauração ecológica. Assim, considerando o crescimento de *M. maximus* e de duas espécies florestais (*H. popayanensis* e *P. parviflora*) em diferentes níveis de sombreamento, fertilidade do solo e disponibilidade hídrica, buscou-se responder aos seguintes questionamentos: (i) Em que condições de sombreamento, de fertilidade do solo, disponibilidade hídrica e competição com plantas florestais *M. maximus* sofre maior limitação para o crescimento? (ii) Como a disponibilidade de recursos (luminosidade, nutrientes e água) afeta o crescimento de espécies arbóreas nativas na presença de *Megathyrsus maximus*?

MATERIAL E MÉTODOS

Delineamento experimental

O experimento foi conduzido em casa de vegetação no Laboratório de Biodiversidade e Restauração de Ecossistemas da Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR. Foram montados 240 vasos com capacidade volumétrica de cinco litros, que foram preenchidos com substrato-base, onde foram cultivados *M. maximus* (capim-colonião) e concomitantemente uma espécie nativa, sendo esta uma pioneira, *H. popayanensis* (jangadeiro), ou uma não pioneira, *P. parviflora* (coração-de-negro). Esses vasos estiveram divididos em quatro níveis de sombreamento, três de disponibilidade de nutrientes (fertilidade de solo) e dois de irrigação, sendo empregados 48 tratamentos com cinco repetições para cada um, distribuídos mediante sorteio em oito blocos.

Para o sombreamento, foram utilizadas telas de propileno (“sombrite”) sobre uma estrutura de 1 m de altura. Os quatro níveis foram determinados de acordo com a literatura (CASTRO *et al.*, 2001; MATTA *et al.*, 2008), sendo de 30 (sombra fraca), 50 (sombra moderada), 80 e 90% (sombra intensa). Os níveis de sombreamento foram obtidos por sobreposição de telas, e a sombra aferida por meio de medidas com um fotômetro de radiação fotossinteticamente ativa Licor LI-250.

Para os três níveis de disponibilidade de nutrientes, utilizou-se um substrato com baixa fertilidade e disponibilidade de nutrientes (ou controle – CON), um intermediário, em que foi realizada apenas a calagem desse solo (CAL) e um terceiro, onde foi feita a calagem do solo e acréscimo de fosfato (FOS). Os valores foram

determinados por meio de análises químicas de rotina no Laboratório de Solos do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), de acordo com Pavan *et al.* (1992) (Tabela 1).

Foram considerados dois níveis de irrigação. Em um deles foi mantida a capacidade de campo, com umidade em torno de 70% (CC), enquanto no outro o substrato foi mantido em déficit hídrico, com cerca de 30% de umidade (CUNHA *et al.*, 2007). Esse déficit foi caracterizado como estresse hídrico (EH). Os vasos foram irrigados de acordo com a necessidade, verificada com medições do sensor dielétrico de umidade (S-TMB-M006), acoplados a estações meteorológicas Hobo H21 002 (Onset Computer).

As sementes das duas espécies arbóreas nativas foram postas para germinar em bandejas plásticas com capacidade volumétrica de 18 litros, preenchidas com areia e irrigadas três vezes ao dia em viveiro e mantidas em temperatura ambiente, sendo que as plântulas posteriormente foram transferidas para os vasos. Após o estabelecimento das nativas, *M. maximus* foi semeada e, com a emergência, cinco perfilhos da gramínea foram mantidos por vaso.

Tabela 1. Composição química dos solos utilizados no experimento. COM: nos quais não foram feitas correções ou adições de fertilizantes; CAL: realização de calagem; FOS: realização da calagem e adição de fosfato.
Table 1. Chemical analysis of soils used in the experiment. CON: control soil, no lime or fertilizer additions; CAL: dolomitic lime addition; FOS: lime and phosphate addition.

Variáveis	CON	CAL	FOS
Cálcio (Ca) Cmol _c .dm ³	0,5	2,0	2,3
Magnésio (Mg) Cmol _c .dm ³	0,1	0,6	0,9
Potássio (K) mg.dm ³	0,05	0,03	0,05
Fósforo disponível (P) mg.dm ³	0,5	0,8	26,2
Saturação por Bases (V%)	16,8	59,2	61,8
Ph em CaCl ₂	4,4	6,3	6,6
Acidez potencial	3,1	1,9	1,9

Foram realizadas verificações mensais durante três meses, para o acompanhamento do desenvolvimento das espécies arbóreas e da gramínea. Das espécies florestais, foram mensurados: a altura, o diâmetro do coleto e o número de folhas. Já a altura da gramínea foi medida de acordo com o maior perfilho, e a biomassa seca aérea foi verificada pelo método destrutivo ao término do experimento, com o material levado à estufa e seco a 85 °C até atingir peso constante, sendo posteriormente aferido em balança analítica de precisão.

Análise dos dados

O crescimento em altura de capim-colonião foi tratado como dependente do sombreamento, da fertilidade do solo, da disponibilidade hídrica e da presença das espécies arbóreas nativas.

Já o crescimento das espécies florestais, representado pela altura, diâmetro do coleto e número de folhas, foi tratado como dependente das variáveis abióticas descritas para o capim-colonião e da altura e biomassa da EEI estudada. Como as variáveis dependentes não apresentaram homocedasticidade (pelo teste de Levene), foi utilizado para análise dos dados o Modelo Linear Generalizado (GLM).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Embora as plantas estejam expostas a gradientes de variação de estresse ambiental, o crescimento ótimo se daria apenas sob certas condições de sombreamento, fertilidade de solo e disponibilidade hídrica, entre outras (KOZLOWSKI; PALLARDY, 1997). Ao considerar as interações entre todos os fatores analisados, a disponibilidade de água não explicou a variação no crescimento em altura de *M. maximus*, sendo que ela foi maior nos solos com maior fertilidade (FOS) e nos menores sombreamentos, de 30 e 50% (GLM, $F = 9,065$; $p = 0,00000009$) (Figura 1). Já a biomassa da invasora (Figura 2) foi explicada pela interação entre o sombreamento, a fertilidade de solo e a disponibilidade hídrica (GLM, $F = 4,257$; $p = 0,0004$). De fato, *M. maximus* é uma gramínea adaptada a solos de alta fertilidade amplamente utilizada em pastagens no Brasil e que responde à fertilização (JANK *et al.*, 2010).

A fertilização do solo tem sido bastante empregada nas práticas de restauração, devido aos seus efeitos positivos sobre o crescimento das árvores utilizadas nos reflorestamentos. No entanto, a ocorrência generalizada de EEI de crescimento rápido e que responde à fertilização tem colocado essa prática em dúvida, pois podem favorecer o crescimento de espécies indesejadas (D'ANTONIO; CHAMBERS, 2006). Estas podem interferir na regeneração natural de espécies nativas e comprometer a restauração florestal (AMMONDT; LITTON, 2012; MANTOANI *et al.*, 2012), além de poder servir de combustível para incêndios (ELLSWORTH *et al.*, 2015).

Outra característica de *M. maximus* que já foi reportada na literatura é a tolerância ao sombreamento (CASTRO *et al.*, 2001). Ao estudar o crescimento dessa gramínea em diferentes níveis de sombreamento, Matta *et al.* (2008) e Medillina-Salinas *et al.* (2013) encontraram maior estabelecimento em 75% de sombra, quando comparado a níveis de sombreamento inferiores e até mesmo a pleno sol, indicando-a para o uso em sistemas silvipastoris ou agrossilvipastoris. Entretanto, no presente estudo, constatou-se que o crescimento em altura de *M. maximus* diminuiu com o sombreamento. O crescimento, porém, foi maior nos solos com maior fertilidade (FOS) em todos os níveis de sombra, quando comparados aos solos do controle e da calagem. Mesmo o crescimento sendo menor nos níveis intensos de sombreamento, tal fato é preocupante, visto que em áreas de restauração florestal dificilmente a cobertura de dossel ultrapassa 80% de sombra, o que seria uma condição próxima do máximo observado para a Floresta Estacional Semidecidual, tornando esses locais susceptíveis a invasão biológica por essa gramínea.

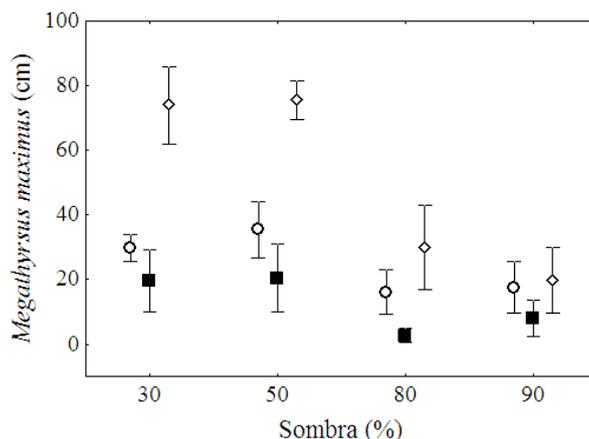


Figura 1. Crescimento em altura de *Megathyrus maximus* em diferentes níveis de sombreamento e fertilidade de solo. ■ (CON) = baixa fertilidade, sem realização de correções de acidez ou adição de nutrientes; ○ (CAL) = calagem; ◇ FOS = calagem e adição de fosfato. As barras representam o erro padrão.

Figure 1. *Megathyrus maximus* height growth at different shading levels and soil fertility. ■ (CON) = low fertility soil, acidity corrections or addition of nutrients were not performed; ○ (CAL) = liming soil; ◇ FOS = liming soil and phosphate addition. Bars represent standard error.

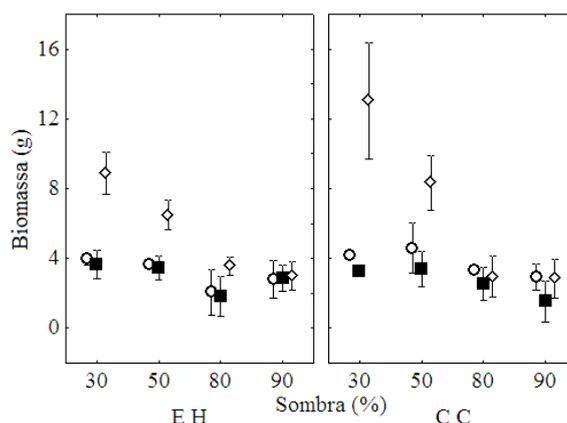


Figura 2. Biomassa de *Megathyrus maximus* em diferentes níveis de sombreamento, fertilidade de solo e dois níveis de irrigação. ■ (CON) = baixa fertilidade, sem realização de correções de acidez ou adição de nutrientes; ○ (CAL) = calagem; ◇ FOS = calagem e adição de fosfato; EH = estresse hídrico; C.C. = capacidade de campo. As barras representam o erro padrão.

Figure 2. *Megathyrus maximus* biomass at different levels of shading, soil fertility and water availability. ■ (CON) = low fertility soil, acidity corrections or addition of nutrients that were not performed; ○ (CAL) = liming soil; ◇ FOS = liming soil and phosphate addition; EH = water stress; CC = field capacity. Bars represent standard error.

De acordo com Castro *et al.* (2001), gramíneas forrageiras, quando cultivadas em sombra, apresentam maior concentração de nutrientes nas folhas e caules, quando comparadas às cultivadas em pleno sol. Dessa maneira, neste experimento, sombreamentos intensos de 80 e 90% e solos férteis (FOS) podem ter favorecido o acúmulo de nutrientes nos colmos e folhas de *M. maximus* e o crescimento da gramínea nessas condições.

Quanto à disponibilidade de água, segundo Scalon *et al.* (2011), para a maioria das espécies vegetais há redução da taxa fotossintética associada ao fechamento estomático, redução da transpiração e maior possibilidade de morte por desidratação em condições de estresse hídrico. Em ambientes que passam periodicamente por períodos de déficit de água, algumas plantas com metabolismo C4 podem desenvolver adaptações para resistir a esse estresse, e *M. maximus* apresenta esses mecanismos de adaptação ao déficit hídrico (JANK *et al.*, 2010). Entretanto, nessas condições, o capim-colonião apresenta menor crescimento em altura e acúmulo de biomassa (DIAS-FILHO *et al.*, 1989). Com efeito, quando não houve restrição de água, os incrementos em biomassa foram maiores sob sombreamento de 30 e 50% e em solos mais férteis (FOS). Para os solos com menor fertilidade (CON e CAL), não houve diferenças entre os incrementos em biomassa nos diferentes níveis de sombreamento, independentemente da capacidade hídrica.

Ao considerar o crescimento de *M. maximus* em presença de *Heliocarpus popayanensis* e *Poecilanthe parviflora*, as variações tanto da altura (GLM, $F = 3,679$; $p = 0,001$) quanto da biomassa (GLM, $F = 6,148$; $p = 0,0005$) da gramínea se relacionaram com os níveis de sombreamento e com a presença das duas espécies florestais. O capim-colonião teve menor crescimento em altura nos sombreamentos de 80 e 90%, de forma independente do crescimento de *H. popayanensis* ou de *P. parviflora*. Já a biomassa foi menor nos vasos sob sombreamentos intensos de 80 e 90% (Figura 2) e na presença de *P. parviflora* (Figura 3).

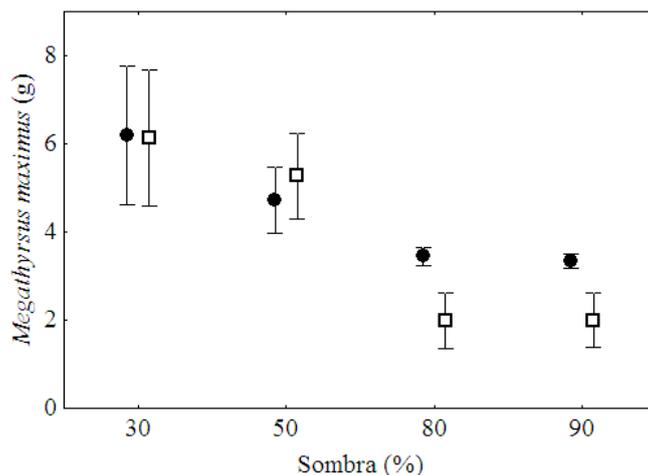


Figura 3. Biomassa de *M. maximus* em diferentes níveis de sombreamento e em crescimento com duas espécies nativas, uma pioneira \bullet (*Heliocarpus americanus*) e outra não pioneira \square (*Poecilanthe parviflora*). As barras representam o erro padrão.

Figure 3. *M. maximus* dry biomass under different shading levels (30, 50, 80 and 90%) and growth two native species, a pionner \bullet (*Heliocarpus americanus*) and non pionner trees \square (*Poecilanthe parviflora*). Bars represent standard error.

Quanto às espécies florestais, houve 40% de mortalidade de *H. popayanensis*, principalmente nos vasos com solos de maior fertilidade (FOS) e quando sob sombreamento de 30 e 50%, nos quais houve maior crescimento do capim-colonião. As espécies pioneiras, em geral, como *H. popayanensis*, apresentam crescimento rápido e alta capacidade de absorção de nutrientes (ZANGARO *et al.*, 2012). Além disso, devido ao metabolismo intenso, elas possuem maior exigência nutricional quando comparadas com as espécies não pioneiras, e, para suprirem essa demanda, possuem mais raízes finas, com grande capacidade de absorção, diferentemente das plantas de metabolismo mais lento (ZANGARO *et al.*, 2012). Essa característica poderia favorecer o crescimento da espécie pioneira em um primeiro momento, mas, por estar na presença de *M. maximus*, foi comprometida, devido à competição nas raízes por água e nutrientes.

Possivelmente, nos vasos onde houve maior crescimento da gramínea, houve também maior acúmulo de biomassa radicial, pois, conforme Dinardo *et al.* (2003), até os 190 dias do plantio de pastagens, *M. maximus* tem maior investimento em alocação de biomassa radicular do que acima do solo. Esse maior incremento em

biomassa de raízes pode dificultar a absorção de nutrientes pelas plantas florestais que apresentam raízes com pequeno diâmetro (ZANGARO *et al.*, 2012), como visto com *H. popayanensis*. De fato, para Mason *et al.* (2009), as espécies que têm tamanho reduzido de sementes, como as pioneiras, são mais afetadas na competição com gramíneas exóticas invasoras, por não possuírem reservas em suas sementes.

Como característica que poderia favorecer o crescimento das pioneiras, mencione-se a associação com micorrizas, que expandem os sítios de absorção de nutrientes e água em suas raízes (ZANGARO *et al.*, 2012). Entretanto, em solos com alta fertilidade, essa relação simbiótica pode se tornar parasítica, em que a planta não é beneficiada e o fungo ainda obtém carboidratos do hospedeiro (EPSTEIN; BLOOM, 2006), podendo levar a plântula à morte, fato que pode ter acontecido aos indivíduos de *H. popayanensis* nos vasos com alta fertilidade.

Ao excluir da análise as plântulas mortas de *H. popayanensis*, o crescimento médio em altura variou de 1,5 a 14,5 cm, apresentando estiolamento quando mantida sob 80 e 90% de sombreamento, nos quais alguns indivíduos alcançaram até 30 cm de altura. Embora a maioria das espécies nativas respondam pouco a incrementos bruscos de nutrientes no solo, as espécies pioneiras respondem mais que as não pioneiras (RESENDE *et al.*, 1999). De fato, houve maior crescimento médio em altura de *H. popayanensis* nos vasos com maior fertilidade do solo (GLM, $F = 12,986$; $p = 0,0001$). No entanto, não foi observado espessamento do caule e aumento do número de folhas em resposta a nenhum dos fatores analisados.

Quanto à espécie não pioneira *P. parviflora*, não houve mortalidade em nenhuma das condições estudadas, e o crescimento variou de 3 a 17,5 cm em altura. Esse crescimento foi explicado pela interação entre todos os fatores analisados (GLM, $F = 8,114$; $p = 0,00000001$). O maior crescimento médio em altura foi observado para as plantas mantidas sob 30 e 50%, em capacidade de campo e solos mais férteis (Figura 4).

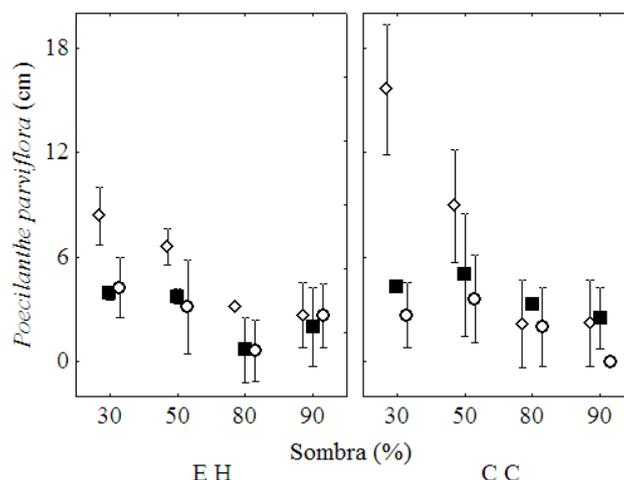


Figura 4. Crescimento em altura de *Poecilanthe parviflora* em diferentes níveis de sombreamento (30, 50, 80 e 90%), em três níveis de fertilidade do solo (■ (CON) = baixa fertilidade, sem realização de correções de acidez ou adição de nutrientes; ○ (CAL) = calagem; ◇ (FOS) = calagem e a adição de fosfato) e dois níveis de irrigação (CC = capacidade de campo; EH = estresse hídrico). As barras representam o erro padrão.

Figure 4. *Poecilanthe parviflora* height growth under different shading levels (30, 50, 80e 90%), three fertility levels soils (■ (CON) = low fertility soil, acidity corrections or addition of nutrients were not performed; ○ (CAL) = liming soil; ◇ (FOS) = liming soil and phosphate addition) and two water conditions (EH = water stress; CC = field capacity). Bars represent standard error.

Para o ganho foliar de *P. parviflora*, a interação entre o sombreamento e a disponibilidade hídrica respondeu às variações no número de folhas (GLM, $F = 7,435$; $p = 0,0001$), sendo que o número de folhas das plântulas foi mantido nos vasos com maiores sombreamentos (80% e 90%) e sem restrição hídrica. Por outro lado, em baixo sombreamento (30%) e em capacidade de campo, a plântula perdeu folhas, enquanto em estresse hídrico houve ganho foliar (Figura 5).

Em áreas irrigadas ou em capacidade de campo, as plantas lenhosas geralmente apresentam maior crescimento em altura e em diâmetro de colo e de raízes do que em situações de estresse, e esse crescimento é maior quando há a combinação de irrigação e adição de fertilizantes (KOZLOWSKY; PALLARDY, 1997). Ao

mesmo tempo, plantas sujeitas a estresses hídricos por tempos prolongados apresentam geralmente tamanho reduzido em comparação às plantas que estão em capacidade de campo.

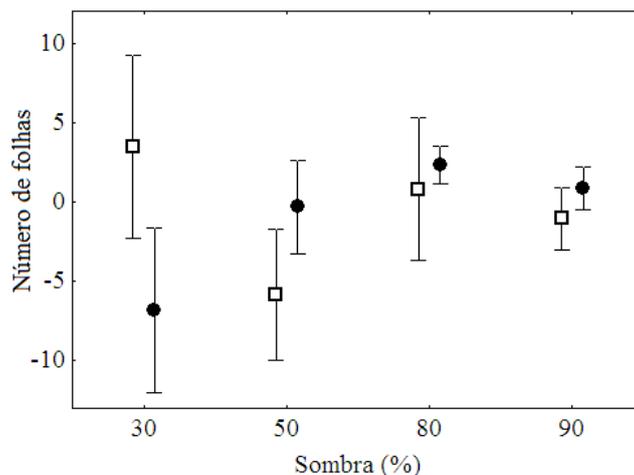


Figura 5. Número de folhas de *Poecilanthe parviflora* em diferentes níveis de sombreamento e dois níveis de irrigação. ● = capacidade de campo; □ = estresse hídrico. As barras representam o erro padrão.

Figure 5. *Poecilanthe parviflora* leaf number at different shading levels and two water conditions. ● = field capacity; □ = water stress. Bars represent standard error.

A intensidade da competição por água entre espécies invasoras e plantas nativas é menos conhecida do que a competição por nutrientes do solo (D'ANTONIO; CHAMBERS, 2006). No entanto, sabe-se que plantas nativas, quando em escassez de água, tendem a perder as folhas, e que *M. maximus* tolera o estresse hídrico (DIAS-FILHO *et al.*, 1989). Embora tenha ocorrido maior crescimento em altura de *P. parviflora* nos menores níveis de sombreamento, nessas condições houve também o maior crescimento em altura de *M. maximus*. Possivelmente, a competição por água exercida pela gramínea, quando em capacidade de campo, possa ter resultado na perda foliar de *P. parviflora*. No estudo de Dinardo *et al.* (2003) sobre o efeito de *M. maximus* sobre o crescimento inicial de mudas de eucalipto para fins de agrossilvicultura, os autores notaram que as plântulas mantêm o crescimento em altura e diâmetro de colo em presença da gramínea, mas perdem as folhas na base do caule, similarmente ao que foi encontrado para *P. parviflora* em capacidade de campo.

Diante disso, há maior crescimento de *M. maximus* quando há maior fertilidade do solo (FOS) e menor sombreamento (30 e 50%). Em condições de sombreamentos intensos (80 e 90%), embora com menor média de altura, ainda houve crescimento do capim-colônião, que é ainda menor na presença de *P. parviflora*. Entre as variações ambientais estudadas neste experimento (sombreamento, disponibilidade de nutrientes e de água), não houve limitações para o crescimento a ponto de excluir *M. maximus* dessas condições.

Ainda, a disponibilidade de recursos (luminosidade, nutrientes e água) afetou o crescimento das espécies arbóreas nativas na presença de *M. maximus* de formas diferentes. Nos vasos com maior fertilidade do solo (FOS), houve maior crescimento em altura da gramínea e houve também elevada mortalidade (40%) de *H. popayanensis*. Em contraponto, *P. parviflora* manteve o crescimento independentemente dos tratamentos, não apresentando nenhum indivíduo morto.

Esses resultados apontam para uma heterogeneidade nas interações entre gramínea, as espécies arbóreas nativas e os recursos estudados (luz, água, nutrientes), de modo que diferentes espécies podem responder de forma diferente à invasão por *M. maximus*. Porém, para investigar essa possível heterogeneidade e detectar eventuais padrões, mais experimentações precisam ser conduzidas. Os resultados de mais ensaios podem contribuir para melhorar as técnicas de restauração, indicando espécies que, como *P. parviflora*, podem crescer sob diferentes condições sem serem afetadas pela presença da gramínea.

CONCLUSÕES

- O desempenho de *M. maximus* não depende da disponibilidade hídrica no intervalo de umidade utilizado no experimento (ou seja, de ligeiramente acima do limiar de murcha permanente das arbóreas nativas até 100% da capacidade de campo), sugerindo que as plantas nativas seriam mais afetadas pela limitação hídrica, quando em presença da invasora.

- Como esperado, a gramínea teve maior crescimento em altura e maior acúmulo de biomassa nos menores sombreamentos (30 e 50%) e nos solos com maior fertilidade, nos quais houve a calagem e adição de fosfato. No entanto, sob condição de sombreamento intenso (80 e 90%), houve menor acúmulo de biomassa de *M. maximus* nos vasos em presença da espécie arbórea nativa não pioneira *Poecilanthe parviflora*.
- Nas mesmas condições em que houve maior crescimento da gramínea, houve também morte de *H. popayanensis*, enquanto *P. parviflora* manteve o crescimento em todos os tratamentos, possivelmente indicando que a gramínea exótica invasora tem maior vantagem competitiva sobre espécies pioneiras.
- Na impossibilidade de se obter sombreamentos elevados (acima de 80%) em poucos anos de restauração florestal, sugere-se investigar sistematicamente espécies nativas que possam ter melhor desempenho em condições intermediárias de disponibilidade de luz, água e nutrientes, como *P. parviflora*, visando reduzir o prejuízo causado pela gramínea à sucessão secundária e antecipar o seu deslocamento competitivo por espécies nativas.

AGRADECIMENTOS

A equipe do LABRE (Laboratório de Biodiversidade e Restauração de Ecossistemas), especialmente a Edson M. Francisco e Odair C. Pavão. Ao apoio financeiro do CNPq a JMDT (processos 313854/2009-2 e 503836/2010-9) e da CAPES a JD e MCM.

REFERÊNCIAS

- AMMONDT, S. A.; LITTON, C. M. Competition between native Hawaiian plants and the invasive grass *Megathyrsus maximus*: implications of functional diversity for ecological restoration. **Restoration Ecology**, Washington, v. 20, p. 638-646, 2012.
- AMMONDT, S. A.; LITTON, C. M.; ELLSWORTH, L. M.; LEARY, J. K. Restoration of native plant communities in a Hawaiian dry lowland ecosystem dominated by the invasive grass *Megathyrsus maximus*. **Applied Vegetation Science**, Washington, v. 16, p. 29-39, 2013.
- CASTRO, C. R. T.; GARCIA, R.; CARVALHO, M. M.; FREITAS, V. P. Efeitos do sombreamento na composição mineral de gramíneas forrageiras tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v. 30, p. 1959-1968, 2001.
- CUNHA, F. F.; SOARES, A. A.; PEREIRA, O. G.; LAMBERTUCCI, D. M.; ABREU, F. V. S. Características morfológicas e perfilhamento do *Panicum maximum* Jacq. cv. tanzânia irrigado. **Ciências agrotécnicas**, Lavras, v. 31, p. 628-635, 2007.
- D'ANTONIO, C. M.; CHAMBERS, J. C. Using ecological theory to manage or restore ecosystems affected by invasive plant species. In: HOBBS, R. J.; FALK, D. A.; PALMER, M. A.; ZEDLER, J. B. **Foundations of restoration ecology**. Society for ecological restoration international. Ed. Islandpress, 2006, 384 p.
- DIAS, J.; MANTOANI, M. C.; BAPTISTA, R.; FONTE, M. A. M. A.; HOLDEFER, D.; TOREZAN, J. M. D. Invasive Alien Plants In Brazil: A Nonrestrictive Revision Of Academic Works. **Natureza & Conservação**, Rio de Janeiro, v. 11, p. 31-35, 2013.
- DIAS-FILHO, M. B.; CORSI, M.; CUSATO, S. Respostas morfológicas de *Panicum maximum* Jacq. cv. tobiatã ao estresse hídrico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 7, p. 24, 1989.
- DINARDO, W.; TOLEDO, R. E. B.; ALVES, P. L. C. A.; PITELLI, R. A. Efeito da densidade de plantas de *Panicum maximum* Jacq. sobre o crescimento inicial de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 64, p. 59-68, 2003.
- ELLSWORTH, L. M.; LITTON, C. M.; LEARY, J. J. K. Restoration impacts on fuels and fire potential in a dryland tropical ecosystem dominated by the invasive grass *Megathyrsus maximus*. **Restoration Ecology**, Washington, v. 23, n. 6, p. 955-963, 2015.
- EPSTEIN, E.; BLOOM, A. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. 2. ed., Ed. Planta, 2006. 402 p.
- JANK, L.; MARTUSCELLO, J. A.; EUCLIDES, V. P. B.; VALLE, C. B.; RESENDE, R. M. S. *Panicum maximum*. In: FONSECA, D. M.; MARTUSCELLO, J. A. **Plantas forrageiras**. Viçosa: Ed. UFV, 2010. 537 p.
- KOZLOWSKY, T. T.; PALLARDY, S. G. **Growth control in woody plants**. Ed. Academic Press. Califórnia,

USA, 1997. 642 p.

MANTOANI, M. C.; ANDRADE, G. R.; CAVALHEIRO, A. L.; TOREZAN, J. M. D. Efeitos da invasão por *Panicum maximum* Jacq. e do seu controle manual sobre a regeneração de plantas lenhosas no sub-bosque de um reflorestamento. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, Londrina, v. 33, p. 97-110, 2012.

Mantoani, M. C.; TOREZAN, J. M. D. Regeneration response of Brazilian Atlantic Forest woody species to four years of *Megathyrus maximum* removal. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 359, p. 141-146, 2016.

MASON, T. J. F. K.; LONSDALE, W. M. Review: do graminoid and woody invaders have different effects on native plant functional group? **Journal of Applied Ecology**, London, p. 426-433, 2009.

MATTA, P. M.; SOUTO, S. M.; DIAS, P. F.; COLOMBARI, A. A.; AZEVEDO, B. C.; VIEIRA, M. S. Crescimento inicial de capim mombaça sob influência de diferentes níveis de sombreamento. **Embrapa Agrobiologia**, Seropédica, 2008. 18 p.

MEDILLINA-SALINAS, L.; VARGAS-MENDONZA, M. C.; LÓPEZ-ORTIZ, A.; ÁVILA-RESÉNDIZ, C.; CAMPBELL, W. B.; GUTIÉRREZ-CASTORENA, M. C. Growth, productivity and quality of *Megathyrus maximum* under cover from *Gliricidia sepium*. **Agroforestry Systems**, v. 87, p. 891-899, 2013.

OLIVEIRA, F. L. R.; MOTA, V. A.; RAMOS, M. S.; SANTOS, L. D. T.; OLIVEIRA, N. J. F.; GERASEV, L. C. Comportamento de *Andropogon gayanus* cv. 'planaltina' e *Panicum maximum* cv. 'tanzânia' sob sombreamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, p. 348-354, 2013.

PAVAN, M. A.; BLOCH, M. F.; ZEMPULSKI, H. D.; MIYAZAWA, M.; ZOCOLER, D. C. **Manual de análise química do solo e controle de qualidade**. Londrina, 1992. 40 p.

RESENDE, A. V.; FURTINI NETO, A. E.; MUNIZ, J. A.; CURI, N.; FAQUIN, V. Crescimento inicial de espécies florestais de diferentes grupos sucessionais em resposta a doses de fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, p. 2071-2081, 1999.

SAMPAIO, A. B.; HOLL, K. D.; SCARIOT, A. Does restoration enhance regeneration of seasonal deciduous forests in pastures in central Brazil? **Restoration Ecology**, Washington, v. 15, p. 462-471, 2007.

SCALON, S. P. Q.; MUSSURY, R. M.; EUZÉBIO, V. L. M.; KODAMA, F. M.; KISSMANN, C. Estresse hídrico e crescimento inicial de mudas de mutambo (*Guazuma ulmifolia* Lam.). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 21, p. 655-662, 2011.

SILVA, S. A. F. Contribuição ao estudo do "capim-colonião" (*Panicum maximum* Jacq. var. *maximum*). II - Considerações sobre sua dispersão e seu controle. **Vellozia**, Rio de Janeiro, v. 7, p. 3-21, 1969.

ZANGARO, W.; ALVES, R. A.; LESCANO, L. E.; ANSANELO, A. P.; NOGUEIRA, M. A. Investment in fine roots and arbuscular mycorrhizal fungi decrease during succession in three Brazilian ecosystems. **Biotropica**, Washington, v. 44, p. 141-150, 2012.