

Efeitos diretos e indiretos da composição vegetal no recrutamento de plântulas

Carlos Guilherme Becker¹, Adriana Trevizoli Salomão¹, Carina Lima da Silveira¹, Mônica Frank Kersch¹,
Sebastian Felipe Sendoya Echeverry¹

¹ Programa de Pós-Graduação em Ecologia – Universidade Estadual de Campinas

Resumo - As plântulas podem encontrar várias restrições ecológicas durante o estabelecimento. Os fatores que restringem a área na qual uma planta pode sobreviver são bióticos (pisoteio, competição, herbivoria) ou abióticos (água, nutrientes). Por isto, este trabalho tem como objetivo verificar os efeitos diretos e indiretos da composição vegetal sobre a abundância de plântulas de quatro espécies. As espécies estudadas foram *Bauhinia rufa* (Caesalpiniaceae), *Miconia albicans* (Melastomataceae), *Roupala montana* (Proteaceae) e *Xylopia aromatica* (Annonaceae). A abundância dessas quatro espécies foi correlacionada com muitas características bióticas referentes à abundância e riqueza das espécies adultas e abióticas como os nutrientes do solo. Todas as espécies variaram temporalmente, sendo que as populações de plântulas de *M. albicans*, *X. aromática* e *B. rufa* vêm sendo reduzidas gradativamente desde 1995 até 2006, enquanto que o número de indivíduos de *R. montana* aumentou. Esta última foi mais abundante em locais com menor abertura de dossel, *X. aromática* e *Miconia albicans* ocorrem em maior abundância em parcelas com maior incidência solar. Componentes do solo correlacionaram-se negativamente com *M. albicans* e *X. aromática*, estas espécies foram mais abundantes em locais com baixa concentração desses componentes do solo. *R. montana*, apesar de não apresentar uma correlação significativa com os fatores de solo, sua abundância teve uma tendência contrária à da *M. albicans* e da *X. aromática* respondendo positivamente. Os resultados sugerem que as plântulas de *X. aromática*, *B. rufa* e *M. albicans* se desenvolvem preferencialmente em áreas com grande abertura de dossel, plantas mais baixas e solos mais pobres em matéria orgânica. *R. montana* parece não ser influenciada diretamente pela altura das plantas circundantes e pelo grau de nutrição do solo, mas sim pela cobertura do dossel, preferindo áreas mais fechadas.

Palavras-chave: Serrapilheira, *Pouteria torta*, solo, cerrado.

Introdução

As plântulas podem encontrar várias restrições ecológicas durante a germinação e o estabelecimento. Em habitats expostos a fatores de estresse, a inter-relação de numerosos estressores restringe a área na qual uma espécie vegetal pode sobreviver (Larcher 2000). Os fatores de estresse podem ser bióticos (pisoteio, pasto de gado, competição, herbivoria, vírus e alelopatias, por exemplo) ou abióticos (temperatura, água, solo).

Uma importante pressão das forças seletivas que atuam contra a agregação das plântulas, no tempo e no espaço, é o esgotamento local mais rápido dos recursos, devido à presença de muitos indivíduos no mesmo local ao mesmo tempo (Begon *et al.* 1996). Desse modo, as teorias de competição e coexistência assumem que as populações aumentam até serem limitadas pela baixa disponibilidade de recursos (Silvertown & Charlesworth 2005). Entretanto, populações podem ser limitadas pelos inimigos naturais, e acredita-se que eles sejam responsáveis pela ocorrência da dependência de frequência ou densidade nas populações de árvores (Silvertown & Charlesworth 2005).

Animais herbívoros e patógenos geralmente utilizam adultos de suas plantas hospedeiras como abrigo. A maioria da progênie dessas plantas cai próxima a elas (Begon *et al.* 1996), e então são mais vulneráveis aos organismos que se alimentam da planta-mãe. Janzen (1970) e Connel (1971) sugeriram que os ataques intensos sobre os juvenis próximos aos adultos resultam em mortalidade dependente de densidade, com a probabilidade de estabelecimento das plântulas aumentando em função da distância da planta-mãe. Entretanto, recentemente foi demonstrado que o destino dos indivíduos jovens não é determinado simplesmente pela distância em relação ao coespecífico adulto mais próximo, mas pela biomassa total de árvores da mesma espécie próximas (medida como área basal) (Wills *et al.*, 1997). A dependência de densidade, porém, raramente é forte o suficiente para remover totalmente a agregação das plântulas (Silvertown & Charlesworth 2005).

As plantas também encontram várias restrições abióticas para seu estabelecimento, dentre as quais a luminosidade é um fator preponderante (Rizzini 1997), limitando o crescimento de várias espécies (Larcher 2000). Sob um dossel fechado, diversas espécies não chegam mesmo a germinar até a qualidade da radiação incidente ser alterada pela abscisão das folhas ou, pelo menos, pela diminuição da cobertura foliar dos estratos superiores da vegetação (Larcher 2000). Ainda, como a luz é direcional e plantas mais altas sombreiam as menores muito mais do que o inverso, pode ocorrer competição assimétrica na qual o crescimento de uma planta pequena é reduzido pela presença de um vizinho maior, que não sofre qualquer efeito adverso (Silvertown & Charlesworth 2005).

A disponibilidade de nutrientes no solo tem sido citada como um dos mais importantes fatores determinantes da vegetação do cerrado (Sarmiento, Ruggiero et al. 2002). Os solos do cerrado são geralmente pobres, ácidos, bem-drenados, profundos e possuem altos níveis de alumínio (Sarmiento 1984). Alguns autores ressaltam a grande importância dos nutrientes de solo para o estabelecimento e sucesso de uma comunidade vegetal sugerindo, inclusive, que a competição entre plantas ocorre principalmente ao nível do solo (Tilman 1985, Larcher 2000, Silvertown & Charlesworth 2006).

Algumas espécies típicas de cerrado (espécies da família Rubiaceae e Vochysiaceae) acumulam altos níveis de alumínio em suas folhas (Haridasan 1982). Ruggiero et al. 2002 sugerem que as altas concentrações de alumínio encontradas no solo do cerrado estão associadas com a transferência deste elemento, por estas plantas, para as camadas superficiais do solo, através da deposição e decomposição da serrapilheira. Além de carregar um elemento tóxico para as plantas, a serrapilheira pode exercer um efeito mecânico negativo sobre as plântulas, funcionando como uma barreira física. As sementes que são depositadas sobre a serrapilheira profunda, podem nunca alcançar o solo. Porém, no caso de sementes começarem a germinar no solo, elas terão que lidar com um grande desafio; conseguir transpor a grossa camada de serrapilheira para obter a luz solar.

Este trabalho tem como objetivo verificar os efeitos diretos e indiretos da composição vegetal sobre a abundância de plântulas de quatro espécies.

Material e métodos

Área de estudo - O estudo foi realizado em um fragmento de cerrado dentro da Estação Experimental do Instituto Florestal no município de Itirapina, localizado na região central do estado de São Paulo (22°14'S e 47°49'W), com uma altitude de 760 m. O clima é mesotérmico úmido com inverno seco. A precipitação média anual é de 1425 mm, com o período chuvoso de outubro a março (84% da precipitação anual). A temperatura média anual é de 19,7°C, sendo os meses mais quentes janeiro e fevereiro. O balanço hídrico mostra uma deficiência hídrica de 23 mm anuais (Dutra-Lutgens 2000).

O fragmento *Valério* tem fitofisionomia quase florestal, com altura média de oito metros, estrato graminóide ausente e camada de serrapilheira conspícua sobre o solo. Neste fragmento foi demarcada uma área de 40x40m (0,16ha) subdividida em 64 parcelas contíguas de 5x5m (25m²).

Sistema de Amostragem - Em cada parcela de 25m² foram identificadas e medidas todas as plantas lenhosas com DAS (diâmetro do caule na altura do solo) igual ou maior que 3 cm. Para cada planta foram medidos o perímetro basal e as alturas do fuste e total. Além das plantas adultas foi estimado o número de

plântulas das espécies *Bauhinia rufa* (Bong.) Steud. (Caesalpiniaceae), *Miconia albicans* (Sw.) Triana (Melastomataceae), *Roupala montana* Aubl. (Proteaceae) e *Xylopia aromatica* (Lam.) Mart. (Annonaceae). Também foi estimada a profundidade da serrapilheira em cada parcela, através de medição da altura da serrapilheira em cinco pontos, com régua perpendicularmente à superfície do solo. As características físico-químicas do solo nas parcelas foram obtidas através de análises feitas em 2003.

Análise de dados - O número total de indivíduos de *Bauhinia rufa*, *Miconia albicans*, *Roupala montana* e *Xylopia aromatica* foi contrastado com a abundância total de indivíduos adultos das espécies *Pouteria torta* e *Amaioua guianensis*, sendo a mesma análise realizada com a altura média das plantas com mais de 3 cm de DAS. Esta matriz de correlação foi realizada com a média das plantas a cada ano de 1995 a 2006. *P. torta* e *A. guianensis* foram escolhidas por serem espécies importantes na deposição de serrapilheira deste fragmento.

As quatro espécies foram contrastadas com a abertura do dossel, a altura média por parcela, a área basal média, a abundância de *Pouteria torta* e *Amaioua guianensis*, o número de indivíduos adultos por parcela, a riqueza por parcela, o volume cilíndrico em pé (VCP), a variância da altura por parcela, a profundidade da serrapilheira, a capacidade de troca catiônica, a acidez potencial e a matéria orgânica. Esta matriz de correlação foi realizada somente com os dados de 2006. Todas as análises foram realizadas utilizando os programas Excel, Statistica (StatSoft 1997) e Multi Variate Statistical Package (MVSP).

Resultados

Todas as espécies, *Miconia albicans*, *Xylopia aromática*, *Bauhinia rufa* e *Roupala montana* variaram temporalmente (Tabela 1, Fig 1 e Fig 2). As populações de plântulas de *M. albicans*, *X. aromática* e *B. rufa* vêm sendo reduzidas gradativamente desde 1995, enquanto que o número de indivíduos de *R. montana* aumentou nos últimos anos. A abundância de plântulas das espécies *M. albicans*, *X. aromática* e *B. rufa* foram positivamente correlacionadas temporalmente (Tabela 1 e Tabela 2). No entanto, *R. montana* não correlacionou-se com nenhuma das outras espécies.

Nenhuma das quatro espécies estudadas apresentou correlação com a abundância de *Pouteria torta* e *Amaioua guianensis* ao longo do tempo. Quando contrastadas com a altura média as respostas das espécies são diferentes. *M. albicans*, *X. aromática* e *B. rufa* correlacionaram-se negativamente com a altura média ao longo do tempo, ou seja, estas espécies foram mais abundantes nos anos em que a altura média das plantas adultas foi mais baixa (Fig. 1 e Fig. 3). Contrariamente, *R. montana* respondeu positivamente a altura média das plantas, sendo mais abundante nos anos que tiveram plantas mais altas.

Nenhuma das espécies estudadas respondeu ao tamanho da área basal total, ao volume cilíndrico em pé, à riqueza de espécie, à abundância de *Pouteria torta* e *Amaioua guianensis* (Tabela 3). *B. rufa* e *R. montana* não se correlacionaram com a altura média dos indivíduos adultos, mas *X. aromatica* e *M. albicans* obtiveram uma correlação negativa, sendo mais abundantes em locais com plantas mais baixas. Este resultado não é surpreendente, pois ambas haviam respondido de forma similar quando a correlação analisada temporalmente. Em relação à variância da altura das plantas adultas, *R. montana* respondeu negativamente, indicando uma preferência desta por parcelas com menor variação de altura, as demais espécies não se correlacionaram com este fator (Tabela 3). Além disso, a altura média do dossel do fragmento aumentou um metro de 1995 a 2006 (Fig. 3).

R. montana foi mais abundante em locais com menor abertura de dossel. No entanto, *X. aromatica* e *Miconia albicans* foram positivamente correlacionadas a este fator, ocorrendo em maior abundância em parcelas com maior incidência solar. *B. rufa* não respondeu significativamente à cobertura vegetal.

A profundidade média da serrapilheira não se correlacionou com nenhuma das quatro espécies. Porém, os componentes do solo, a capacidade de troca catiônica, a acidez potencial e a matéria orgânica correlacionaram-se negativamente com *M. albicans* e *X. aromatica*, estas espécies foram mais abundantes em locais com baixa concentração desses componentes do solo. *R. montana*, apesar de não apresentar um correlação significativa com os fatores de solo, sua abundância teve uma tendência contrária à da *M. albicans* e da *X. aromatica* respondendo positivamente a estes fatores (Tabela 3).

Discussão

As abundâncias de *Miconia albicans*, *Bauhinia rufa* e *Xylopia aromatica* diminuíram concomitantemente ao longo do tempo, sugerindo que as três espécies podem estar sendo afetadas de forma semelhante pelos mesmos fatores. Essa diminuição coincidiu com o aumento da altura média de mais de um metro nos últimos dez anos do conjunto de plantas lenhosas circundantes, e provavelmente com a mudança de fitofisionomia que vem ocorrendo na área estudada (F.R. Martins, com. pess.). *X. aromatica*, *M. albicans* e *B. rufa* são espécies características de áreas abertas como cerrado *sensu stricto*, borda de mata e áreas degradadas (Silva Jr. 2005; Durigan et al. 2004). Isto sugere que as plântulas dessas três espécies podem estar sendo desfavorecidas em seu estabelecimento e crescimento em locais com menor propensão ao sombreamento. Estas mudanças de abundância entre as espécies seria um indicio de que a área estudada está adquirindo uma fisionomia florestal, devido a proteção e à ausência de fogo nos últimos quarenta anos.

A abundância de *Roupala montana* não foi influenciada pela altura média das plantas lenhosas adultas, mas está relacionada negativamente à variância da altura. Além disso, sua abundância se manteve ao longo do estudo. Essa espécie é característica de áreas florestadas fechadas, sendo muito freqüente em matas de galeria e cerradão (Silva Jr. 2005). Isso sugere que, dentro do cerrado, *R. montana* pode estar associada a locais com menor estratificação da vegetação e com menor luminosidade, ou mesmo ser indiferente a variações nas condições de luminosidade

A abundância das plântulas das quatro espécies ao longo do tempo não apresentou correlação com a abundância de *Pouteria torta*. Devido ao fato de *Pouteria torta* ser uma espécie alelopática (F.R. Martins, com. pess.), esperava-se um efeito negativo sobre o estabelecimento de plântulas de outras espécies.

Ao analisar os dados de 2006, verificou-se que as plântulas não foram afetadas por características da comunidade como abundância, riqueza, área basal e volume lenhoso tota e mesmo pela profundidade da serrapilheira. A relação com outras variáveis como cobertura da vegetação e altura confirmou os resultados encontrados para os anos anteriores, sendo *X. aromatica* e *M. albicans* as espécies mais associadas a áreas abertas.

Além disto, nos locais de solo mais pobre as plantas provavelmente investem menos em acúmulo de biomassa e tecidos estruturais, o que pode diminuir a resistência às intempéries e acarretar até em uma maior probabilidade de morrer, gerando clareiras. Esta menor biomassa das plantas pode determinar uma menor produção de serrapilheira e assim levar a uma menor ciclagem de nutrientes que podem ser usados pelas plantas. Por isto as espécies de plântulas com preferência por áreas abertas estão associadas a sítios de solos mais pobres, com baixas quantidade de matéria orgânica, baixa acidez potencial e pouca capacidade de troca catiônica.

Referências bibliográficas

- BEGON, M., HARPER, J.L. & TOWNSEND, C.R. 1996. Ecology: Individuals, Populations and Communities. 3^o Edition, Blackwell Science, Oxford.
- DUTRA-LUTGENS, H. 2000. Caracterização ambiental e subsídios para o manejo da zona de amortecimento da Estação Experimental e Ecológica de Itirapina-SP. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.
- HARIDASAN, M. 1982. Aluminium accumulation by some cerrado vegetation: a fertility gradient. Journal of Ecology 61:219-224.
- LARCHER, W. 2000. Ecofisiologia Vegetal. Rima, São Carlos.

MVSP. Versão 3.12d. Kovach computing services. www.kovcomp.com

RIZZINI, C.T. 1997. Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos. 2ª edição. Âmbito Cultural Edições Ltda., Rio de Janeiro.

RUGGIERO, P.G.C., BATALHA, M.A., PIVELLO, V.R. & MEIRELLES, S.T. 2002. Soil-vegetation relationships in cerrado (Brazilian savanna) and semideciduous forest, Southeastern Brazil. *Plant Ecology* 160: 1-16

SARMIENTO, G. 1984. The ecology of neotropical savannas. Harvard University Press, Massachusetts.

SILVERTOWN, J. & CHARLESWORTH, D. 2005. Introduction to plant population biology. Blackwell, Oxford.

STATSOFT, INC. 1997. Statistica for Windows. Release 5.1, Tulsa, EUA.

TILMAN, D. 1985. The resource-ratio hypothesis of plant succession. *American Naturalist* 125:827-852.

Tabela 1 – Matriz de correlação de Pearson entre as quatro espécies de plântulas, a altura média por ano e a abundância de duas espécies adultas (*Pouteria torta* e *Amaioua guianensis*) ao longo do tempo. O primeiro valor se refere ao valor de r e entre parênteses o valor de p.

	<i>Bauhinia</i> <i>rufa</i>	<i>Miconia</i> <i>albicans</i>	<i>Roupala</i> <i>montana</i>	<i>Xylopia</i> <i>aromatica</i>	<i>Pouteria</i> <i>torta</i>	<i>Amaioua</i> <i>guianensis</i>	Altura média (m)
		0.752	-0.064	0.845	0.233	-0.471	-0.803
<i>Bauhinia rufa</i>	1 (-)	(0.019)	(0.87)	(0.004)	(0.547)	(0.2)	(0.009)
	0.752		0.219	0.909	0.221	-0.307	-0.536
<i>Miconia albicans</i>	(0.019)	1(-)	(0.571)	(0.001)	(0.568)	(0.422)	(0.137)
	-0.064	0.219		0.283	-0.548	-0.364	0.259
<i>Roupala montana</i>	(0.87)	(0.571)	1 (-)	(0.461)	(0.127)	(0.335)	(0.5)
	0.845	0.909	0.283		0.039	-0.492	-0.676
<i>Xylopia aromatica</i>	(0.004)	(0.001)	(0.461)	1 (1)	(0.919)	(0.179)	(0.045)

Tabela 2 – Matriz de correlação de Pearson entre a abundância das espécies em 2006. O primeiro valor se refere ao valor de r e entre parênteses o valor de p.

	<i>Bauhinia rufa</i>	<i>Miconia albicans</i>	<i>Roupala montana</i>	<i>Xylopia aromatica</i>
<i>Bauhinia rufa</i>	01.00 (-)	0.08 (0.528)	0.071 (0.578)	0.163 (0.199)
<i>Miconia albicans</i>	0.08 (0.528)	1 (0.528)	-0.14 (0.268)	0.376 (0.002)
<i>Roupala montana</i>	0.071 (0.578)	-0.14 (0.268)	1 (-)	-0.088 (0.491)
<i>Xylopia aromatica</i>	0.163 (0.199)	0.376 (0.002)	-0.088 (0.491)	1 (-)

Tabela 3 – Matriz de correlações de Pearson entre a abundância das quatro espécies de plântulas e a altura média das plantas adultas, a área basal das plantas adultas, a abertura do dossel, a abundância dos indivíduos adultos, a riqueza dos indivíduos adultos, a abundância de *Pouteria torta* e *Amaioua guianensis*, o volume cilíndrico em pé (VCP), a variância da altura, a profundidade média da serrapilheira, a matéria orgânica do solo, a acidez potencial (H+AL) e a capacidade de troca catiônica. Todas as medidas são referentes a parcela de 5 x 5 no ano de 2006.

	Altura média (m)	Área basal total (cm ²)	Abertura dossel	Abundância	Riqueza	Fuste	<i>Pouteria torta</i>	<i>Amaioua guianensis</i>	VCP (m ³)	Variância da Altura	Serrapilheira média	M.O.	H+AL	CTC
	-0.133	0.197	-0.029	0.109	-0.055	-0.073	-0.132	-0.038	0.098	-0.091	-0.025	0.07	0.11	0.1
<i>Bauhinia rufa</i>	(0.293)	(0.119)	(0.821)	(0.392)	(0.666)	(0.565)	(0.298)	(0.765)	(0.441)	(0.473)	(0.843)	(0.56)	(0.38)	(0.43)
	-0.217	-0.099	0.247	0.106	0.134	-0.167	-0.051	-0.129	-0.193	-0.089	-0.149	-0.3	-0.3	-0.3
<i>Miconia albicans</i>	(0.085)	(0.436)	(0.049)	(0.403)	(0.292)	(0.186)	(0.689)	(0.307)	(0.126)	(0.485)	(0.238)	(0.02)	(0.01)	(0.01)
	-0.179	0.0208	-0.264	0.009	0.096	-0.006	0.038	0.001	-0.051	-0.253	0.144	0.18	0.13	0.15
<i>Roupala montana</i>	(0.156)	(0.87)	(0.035)	(0.939)	(0.451)	(0.963)	(0.767)	(0.997)	(0.688)	(0.044)	(0.256)	(0.17)	(0.29)	(0.24)
	-0.217	-0.029	0.249	-0.136	-0.156	-0.096	0.056	-0.038	-0.086	-0.081	0.062	-0.3	-0.3	-0.3
<i>Xylopia aromatica</i>	(0.085)	(0.818)	(0.047)	(0.283)	(0.218)	(0.449)	(0.662)	(0.767)	(0.501)	(0.527)	(0.629)	(0.01)	(0.02)	(0.02)

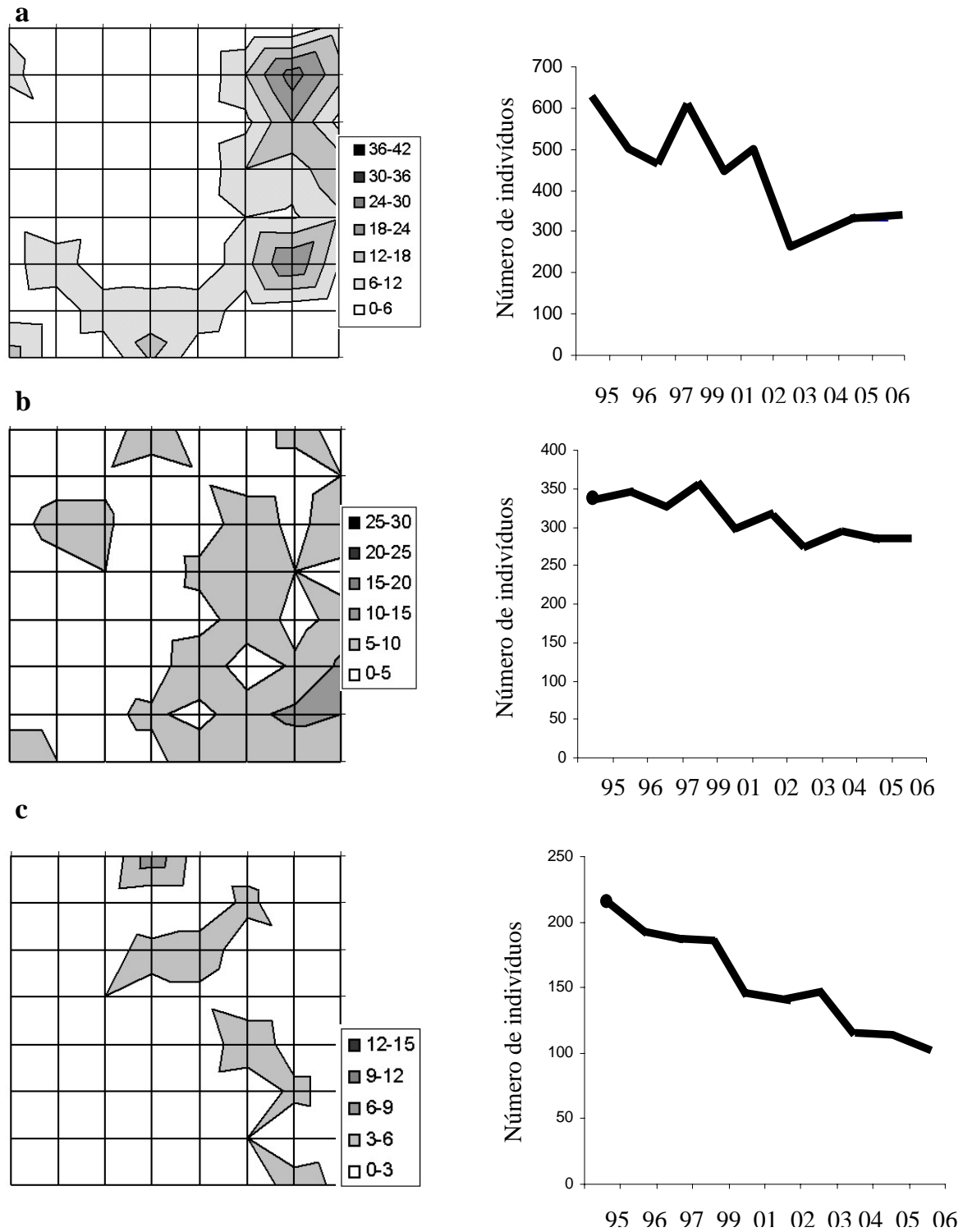


Figura 1. Distribuições espaciais no ano de 2006 em escala colorimétrica de abundância (gráfico de superfície) e número de plântulas ao longo dos anos (gráfico de linhas). (a) *Miconia albicans*, (b) *Xylopia aromatica*, e (c) *Bauhinia rufa*.

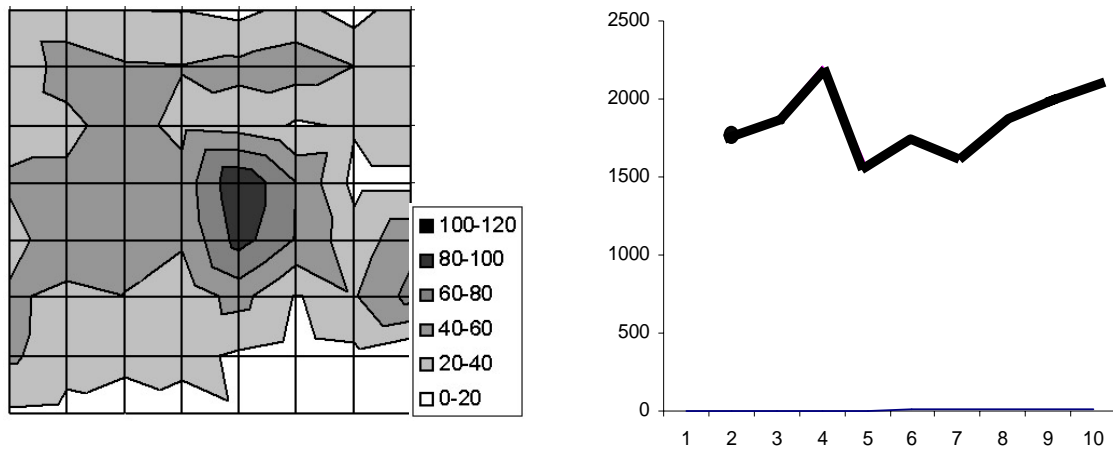


Figura 2. Distribuições espaciais no ano de 2006 em escala colorimétrica de abundância (gráfico de superfície) e número de plântulas ao longo dos anos (gráfico de linhas) para *Roupala montana*.

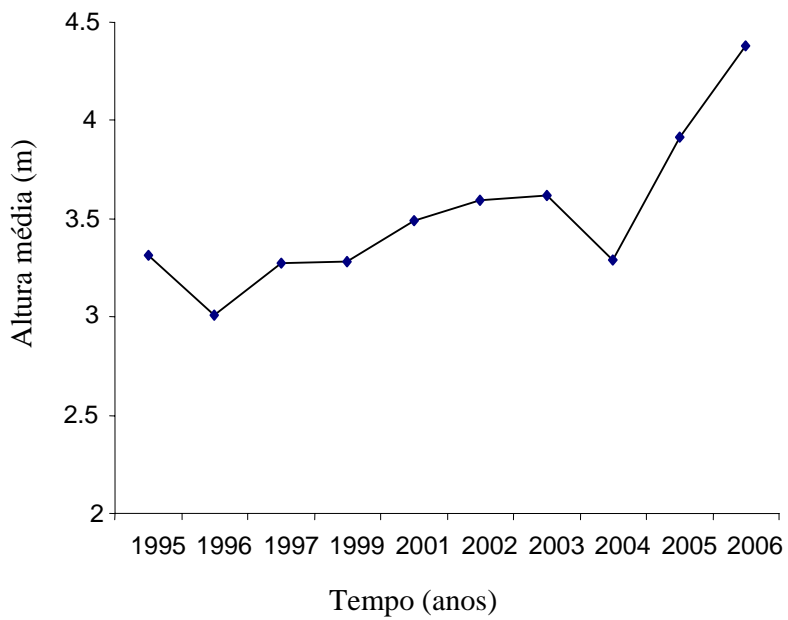


Figura 3. Altura média dos indivíduos com DAS maior que 3cm ao longo do tempo.