

REMOÇÃO DOS FRUTOS DE *Miconia albicans* (SW.) TRIANA (MELASTOMATACEAE) POR FORMIGAS NA BORDA E NO INTERIOR DE UM FRAGMENTO DE CERRADO, CURVELO, MG¹

Rosiane Resende Leite², Sabrina Soares Cardoso de Araujo³ e Evandro Gama de Oliveira⁴

RESUMO – O conhecimento sobre a biota do Cerrado e sobre os fatores que influenciam a distribuição das espécies é de suma importância num cenário em que as atividades antrópicas têm levado à destruição e fragmentação deste bioma. Esta pesquisa foi realizada num fragmento de cerrado em Curvelo, Minas Gerais, e teve por objetivo analisar os efeitos de borda sobre fatores relacionados à biologia reprodutiva de *Miconia albicans*, com atenção particular à dispersão secundária de sementes por formigas. Foram estas variáveis estudadas: (i) composição de espécies de formigas interagindo com frutos de *M. albicans*; (ii) taxa de remoção de frutos; (iii) tipos de interação entre formigas e frutos; (iv) distância de dispersão; (v) produção de frutos; (vi) abundância e porte de *M. albicans*. Nove espécies de formigas foram observadas interagindo com frutos de *M. albicans*. A taxa de remoção de frutos foi de 86% no interior e de 58% na borda do fragmento. A distância de dispersão variou entre 0,10-12 m, e não houve diferença significativa entre os dois ambientes ($p = 0,24$). Não houve diferença significativa na produção de frutos entre borda e interior ($p = 0,15$). A abundância de *M. albicans* foi significativamente maior na borda do que no interior ($p = 5,088 \times 10^{-10}$), contudo os indivíduos do interior apresentaram maior porte. Estes resultados sugerem que o efeito de borda não causa alterações significativas na remoção de frutos de *M. albicans* por formigas. Contudo, a aparente maior abundância de formigas na borda parece impedir que estas plantas alcancem grande porte.

Palavras-chave: Dispersão de sementes; Efeito-de-borda; Fragmentação florestal.

REMOVAL OF FRUIT *Miconia albicans* (SW.) TRIANA (MELASTOMATACEAE) BY ANTS IN THE EDGE AND INSIDE A SAVANNAH FRAGMENT, CURVELO, MG

ABSTRACT – Knowledge with regard to the Cerrado biota and the factors influencing species distribution is fundamental in a scenario in which antropic activities cause the destruction and fragmentation of this biome. This study performed in a cerrado fragment located in Curvelo (Minas Gerais), in southeastern Brazil. Our objective was to evaluate the edge effects on factors relating the reproductive biology of *Miconia albicans*, with special emphasis on the secondary seed dispersal by ants. The studied variables included: (i) composition of ants interacting with *M. albicans* fruits; (ii) fruit removal rate; (iii) kinds of ant-fruit interactions; (iv) dispersal distance; (v) fruit production; (vi) abundance and size of *M. albicans*. Nine species of ants interacted with *M. albicans* fruits. Fruit removal rate was 86% in the interior, and 58% and 58% along the edge of the fragment. Dispersal distance varied between 0,10-12 m, and there was no significant difference between the two environments ($p = 0,24$). There was no significant difference in fruit production between edge and interior ($p = 0,15$). *M. albicans* shrubs were significantly more

¹ Recebido em 06.09.2012 aceito para publicação em 24.05.2013.

² Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, CEFET/MG, Brasil. E-mail: <rosianeresendeleite@hotmail.com.br>.

³ Equalis Ambiental I, Biólogo executor. E-mail: <sabrina-scda@ig.com.br>.

⁴ Centro Universitário UNA - Campus Aimorés, Faculdade de Ciências Biológicas e Saúde. E-mail: <evandro.oliveira@prof.una.br>.

abundant along the edge of the fragment ($p = 5,088 \times 10^{-10}$), however, the individuals in the interior of the fragment were significantly larger. These results suggest that the edge does not affect fruit removal by ants, however, the apparent higher abundance of ants along the border of the fragment seem to prevent these plants to achieve large sizes.

Keywords: Seed dispersal; Edge effect ; Forest fragmentation.

1. INTRODUÇÃO

Atividades antrópicas têm influenciado a fisionomia dos ecossistemas savânicos, causando alteração no regime do fogo, erradicação de herbívoros nativos e introdução de plantas exóticas e de pastagens (GALÍNDEZ et al., 2009). Esta última atividade, juntamente com a agricultura, tem sido os maiores responsáveis pela fragmentação desse ecossistema. A fragmentação pode ser entendida como modificação da estrutura da paisagem onde existe perda de hábitat nativo, formação de fragmentos isolados e aumento das áreas de contato, as chamadas bordas, entre ambientes nativos e áreas antropizadas (METZGER, 2000). Nos fragmentos remanescentes, todas as alterações estruturais e funcionais da comunidade nas áreas próximas à borda são chamados de efeitos de borda. Esses efeitos são causados, principalmente, por gradientes diferenciados dos fatores abióticos (MURCIA, 1995; LAURANCE et al., 2002). As principais alterações abióticas ocorrem no microclima, como aumento da temperatura do ar e da intensidade dos ventos e diminuição da umidade do ar e do solo (SIQUEIRA et al., 2004). Podem ocorrer, ainda, mudanças bióticas, que podem ser diretas e indiretas. As alterações diretas relacionam-se com a abundância, distribuição e composição das espécies, o aumento da taxa de mortalidade e a abertura do dossel causada diretamente pela variação das condições físicas nas imediações da borda (MURCIA, 1995). As alterações bióticas indiretas relacionam-se com as mudanças nas interações ecológicas entre as espécies, incluindo competição, herbivoria, polinização, predação e dispersão de sementes.

Sabe-se, assim, que efeitos de borda podem afetar as interações entre plantas e os dispersores de sementes, uma vez que a fragmentação limita a dispersão de uma espécie, impedindo a colonização de novos ambientes (PRIMACK; RODRIGUEZ, 2001). Ou seja, a fragmentação de hábitats acarreta perda de área e gera diminuição na oferta de alimentos para animais

frugívoros. Consequentemente, ocorre diminuição na atividade dos dispersores na área, fazendo que a perda de animais dispersores sirva de impedimento para que muitas espécies de plantas consigam ser dispersas (PRIMACK; MIAO, 1992; WRIGHT et al., 1999). Dessa forma, espécies de plantas que perderam seus dispersores correm o risco de extinção local (CHAPMAN; CHAPMAN, 1995; SILVA; TABARELLI, 2000). Essa situação pode ser minimizada pela ação das formigas, pois estas são responsáveis pela dispersão de muitas espécies vegetais através da atividade de coleta de sementes (PIZO; OLIVEIRA, 2000), apresentando relevância direta no restabelecimento de vários grupos de plantas.

No Cerrado brasileiro, embora a maior parte das plantas não apresente características especializadas para dispersão de suas sementes por formigas, muitas plantas cujas sementes são primariamente dispersas por aves são ativamente dispersas secundariamente por formigas (ROBERTS; HEITHAUS, 1986; LEAL; OLIVEIRA 1998; CHRISTIANINI et al., 2007; RICO-GRAY; OLIVEIRA, 2007; CHRISTIANINI; OLIVEIRA 2009, 2010; LIMA et al., 2013). O transporte do fruto pelas formigas, mesmo que por distâncias pequenas, pode trazer muitos benefícios para as plantas, incluindo: (i) diminuição da predação de sementes e da competição intraespecífica de plântulas embaixo da planta-mãe, (ii) colonização de novos ambientes e (iii) modificação da deposição realizada pelos dispersores primários.

O gênero *Miconia* configura-se como planta diplocórica, pois seus frutos são inicialmente dispersos por pássaros e, depois, por formigas e pequenos mamíferos (PEREIRA; MANTOVANI, 2001; LIMA et al., 2013). São conhecidas aproximadamente 60 espécies do gênero *Miconia* que ocorrem no Cerrado (MENDONÇA et al., 1998). Quando determinada espécie é importante para a persistência de muitas outras espécies em uma comunidade e, consequentemente,

para o equilíbrio de um ecossistema, ela é chamada de espécie-chave. Dessa forma, por fornecer frutos a uma grande variedade de animais e também em época de escassez de alimento, o gênero *Miconia* pode ser considerado "chave" para o equilíbrio dos sistemas biológicos nos quais está inserido (SNOW, 1965; STILES; ROSSELLI, 1993).

Sabe-se que a compreensão de fatores que podem impor limites à dispersão e ao recrutamento de espécies é primordial para a aplicação de estratégias adequadas de manutenção da diversidade biológica (KIRKMAN et al., 2004). Portanto, o conhecimento sobre as interações entre o gênero *Miconia* e seus dispersores de sementes, assim como o efeito da fragmentação sobre tais interações, é de grande importância para o efetivo manejo de ecossistema e conservação da biodiversidade no Cerrado. Embora alguns trabalhos abordem o estudo dos efeitos de borda na composição de espécies, poucos são os que abordam a influência do efeito de borda em interações ecológicas entre formigas e plantas não mirmecocóricas (MELO; TABARELLI, 2003; MILESI; CASNAVE, 2004; CHRISTIANINI; GALETTI, 2007). Desse modo, foi observado se as perturbações antrópicas no Cerrado, mais especificamente os efeitos de borda, agem sobre as interações ecológicas entre formigas e uma comunidade de *Miconia albicans* na região central de Minas Gerais. Para isso, experimentos foram conduzidos para verificar na área de borda e interior do fragmento estudado: (i) a taxa de remoção de frutos; (ii) o tipo de interação das formigas com os frutos; (iii) as espécies dispersoras dos frutos de *M. albicans*; (iv) o número de frutos produzidos por *M. albicans*; (v) a diferença entre os fatores abióticos; e (vi) a distribuição espacial de *M. albicans* na área de estudo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de estudo

Esta pesquisa foi realizada em uma área de Cerrado na fazenda Olhos D'água, no Município de Curvelo (22p 49'55" S e 47p 06'33" W), Minas Gerais (MG). Nessa fazenda existe uma estrada que possui entre 5 e 10 m de largura. Nessa área, foram consideradas as margens da estrada e as áreas de pastagens como hábitat de borda e locais a mais de 35 m da estrada e, ou, do pasto

como hábitat de interior. O clima da região é do tipo Tropical Chuvoso de Savana (subtipo Aw cf. Köppen). A precipitação média anual é em torno de 1.303,8 mm, sendo os períodos entre outubro e abril e entre maio e setembro relacionados às estações chuvosa e seca, respectivamente. A vegetação é característica de um Cerrado *sensu stricto*, com a presença dos estratos herbáceo-subarbusivo e arbustivo definido (RIBEIRO; WALTER, 1998).

2.2. Espécie do estudo

O gênero *Miconia* Ruiz & Pavon é um dos maiores gêneros neotropicais e maior táxon da família Melastomataceae, com aproximadamente 1.056 espécies conhecidas. As espécies do gênero apresentam frutos com características associadas à ornitocoria. *Miconia albicans* é característica de Cerrado, sendo comum em bordas de florestas (GOLDENBERG, 2004; NERI et al., 2005). Os frutos são bagas de coloração rosada quando imaturos e verdes translúcidos quando maduros. A espécie é capaz de produzir sementes por apomixia, ou seja, sem polinização (GOLDENBERG; SHEPHERD, 1998).

2.3. Taxa de remoção de sementes

Para quantificação das taxas de remoção de frutos, foram estabelecidas 10 estações experimentais na borda e outras 10 no interior do fragmento, com a distância entre as estações de um mesmo ambiente sempre superior a 15 m. Na borda do fragmento, as estações experimentais faziam margem com uma estrada de terra e uma área de pastagem, e as estações do interior estavam a uma distância mínima de 230 m da borda do fragmento. Em cada estação, sob a copa de um indivíduo adulto de *M. albicans*, foram colocados 20 frutos maduros marcados com tinta permanente não tóxica (Testors®), sendo 10 deles protegidos por uma gaiola para exclusão de vertebrados (tratamento 1) e 10 do lado de fora próximo à gaiola controle aberto (tratamento 2). O experimento foi realizado em dezembro de 2010 e as estações de pesquisa, monitoradas para verificar a remoção de frutos após 24 h e 48 h. As taxas de remoção de frutos entre os dois tratamentos foram comparadas aplicando-se o teste de Wilcoxon. Para comparação entre os dois ambientes (borda *versus* interior), utilizou-se o teste de Mann-Whitney (ZAR, 1999).

2.4. Interação formiga *Miconia albicans* e distância de dispersão

Para análise das interações entre formigas e frutos de *M. albicans*, foram realizadas observações com duração de 3 h por dia (no período da manhã e à tarde), durante oito dias consecutivos (20 a 28 de dezembro de 2010), num total de 24 h de observação, configurando 12 h de observação nas estações da borda e 12 h de observação nas do interior. As formas de interação entre as formigas e os frutos de *M. albicans* consistiram de quatro categorias, de acordo com Christianini et al. (2007): (i) frutos cortados e pedaços deslocados; (ii) frutos inteiros deslocados por menos de 5 cm; (iii) frutos inteiros deslocados por 5 cm ou mais; e (iv) frutos inspecionados, com remoção da polpa ou coleta de líquidos, sem qualquer deslocamento. As formigas que removeram os frutos durante o período de observação foram seguidas para determinar a distância de deslocamento dos frutos por elas e qual o destino destes. Medidas de distância de dispersão foram tomadas com o uso de trena, mensurando-se a distância do ponto de encontro da formiga com o fruto até o desaparecimento da formiga na serapilheira ou até a entrada do ninho. As médias de distância do interior e da borda foram comparadas através do teste-t pareado (ZAR, 1999). As formigas coletadas em campo foram levadas ao laboratório, onde se realizaram as triagens e a identificação até o nível de espécie, com o uso de chaves taxonômicas de Bolton (1994) e o auxílio de especialista.

2.5. Características abióticas

Em cada dia de observação de remoção de frutos de *M. albicans* por formigas (três dias no período da manhã no dia da instalação do experimento e no período da tarde nos outros dois dias de leitura), foram registradas a temperatura, a umidade relativa do ar e a velocidade do vento, em dois pontos ao longo da borda e em dois pontos no interior do fragmento, com o auxílio do aparelho manual Kestrel 3000®.

2.6. Avaliação da produção de frutos de *Miconia albicans*

Após o monitoramento semanal de cada indivíduo de *M. albicans* marcado, durante o período de pico de frutificação (10 a 28 de dezembro) foram realizadas contagens diretas do quantitativo de frutos em todas as infrutescências de cada planta em 10 indivíduos nas estações da borda e em 10 indivíduos nas estações do interior do fragmento antes do início do ensaio de remoção dos frutos pelas formigas. Em 2010, os frutos

foram contados, anotando-se a quantidade total de frutos sem especificar a quantidade de maduros e imaturos. No ano de 2011, os frutos foram contados anotando-se a quantidade de maduros e imaturos, nos mesmos indivíduos em que se realizou a contagem total da safra de 2010 e no mesmo período (10 a 28 de dezembro). A comparação entre a quantidade de frutos (borda *versus* interior) foi através da estatística descritiva (média = DP) e do teste de Mann-Whitney (U).

2.7. Distribuição espacial

Foram estabelecidos dois transectos, sendo um abrangendo toda a faixa mais externa (estrada e, ou, pasto) do fragmento até 10 m para o interior do fragmento (ambiente de borda), e o outro a 200 m distante da borda (ambiente de interior). Os dois transectos (interior e borda) de 1.000 m de comprimento e 10 m de largura foram percorridos duas vezes. A contagem dos indivíduos (plantas adultas e jovens) ocorreu nas primeiras quinzenas de março, abril e dezembro de 2011. Seguiu-se pelo centro de cada transecto, verificando e registrando as plantas de *M. albicans* a 5 m para a direita e a 5 m para a esquerda. O levantamento referiu-se à numeração, marcação, mapeamento e mensuração de todos os indivíduos de *M. albicans* localizados nos transectos. Foi registrada a altura total de cada planta e, quando o indivíduo apresentava ramificações laterais, mensurada apenas a altura do caule mais alto, com o uso de trena. O diâmetro foi obtido a 30 cm do solo, usando-se um paquímetro analógico, somente nas plantas com altura superior a 0,8 m. Os indivíduos foram distribuídos nas seguintes classes de altura: Classe 1: > 0 - 0,8 m; Classe 2: > 0,8 - 1,6 m; Classe 3: > 1,6 - 2,4 m; Classe 4: > 2,4 - 3,2 m; e Classe 5: > 3,2 - 4 m. Usou-se um aparelho de Global Position System (GPS) para georreferenciar o transecto. Foi aplicado o teste não paramétrico de Mann-Whitney para comparar a densidade de indivíduos de *M. albicans* entre os transectos (borda *versus* interior).

3. RESULTADOS

3.1. Taxa de remoção de sementes

A proporção média de frutos de *M. albicans* removidos por estação não diferiu entre borda e interior do fragmento de Cerrado ($U = 34,5$; $p = 0,20$). O número médio de frutos removidos após 48 h entre os dois tratamentos não mostrou diferença significativa, tanto na borda ($w = 19,5$; $p = 0,06$) quanto no interior ($w = 6,5$; $p = 0,58$) do fragmento (Figura 1).

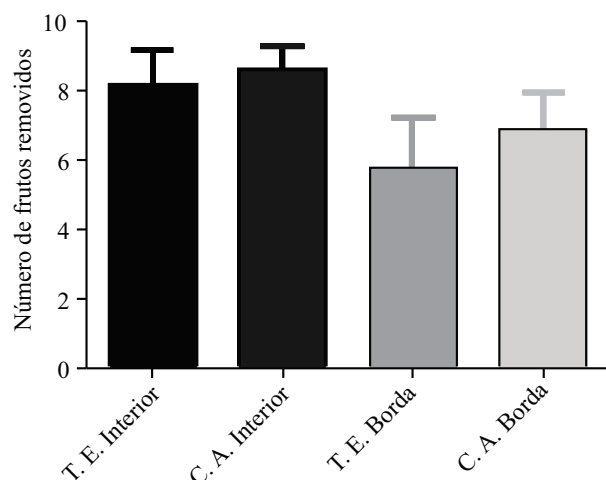


Figura 1 – Taxa de remoção de *Miconia albicans* removidos por formigas após 48 h (média ± DP). TE refere-se ao tratamento de exclusão de vertebrados e C.A, ao controle aberto.

Figure 1 – *Miconia albicans* removal for ants rate after 48 hours (mean ± SD). TE refers to the exclusion of treatment of vertebrates and C.A refers to the open cont.

Tabela 1 – Espécies de formiga interagindo com frutos de *Miconia albicans* em um fragmento de Cerrado e o tipo de comportamento observado.

Table 1 – Ant species interacting with *Miconia albicans* fruits in a cerrado fragment and the observed behavior.

Subfamília/Espécies de formiga	Ambiente	
	Borda	Interior
Ectatominae		
<i>Ectatomma brunneum</i>	-	R2
<i>Ectatomma permagnum</i>	R2	-
Formicinae		
<i>Camponotus rufipes</i>	IN	IN
<i>Camponotus renggeri</i>	-	R2
<i>Camponotus sericelventris</i>	IN	-
<i>Camponotus</i> sp.	-	IN
Myrmicinae		
<i>Atta</i> sp.	R2	-
<i>Trachymyrmex</i> sp.	-	R1
Ponerinae		
<i>Pachycondyla villosa</i>	-	R2

Legenda para as categorias de comportamento. C: frutos cortados e fragmentos deslocados (não observado neste estudo); R1: frutos inteiros deslocados por menos de 5 cm; R2: frutos inteiros deslocados por 5 cm ou mais; e IN: frutos inspecionados, com remoção da polpa ou coleta de líquidos, sem qualquer deslocamento subsequente.

Legend for categories of behavior. C: cut fruits and displaced fragments (not seen in this study); R1: whole fruit displaced by less than 5cm; R2: whole fruit displaced by 5 cm or more; and IN: fruit inspected, with removal pul por collecting liquids with outany subsequent displacement.

3.2. Interação formiga *Miconia albicans* distância de dispersão

Foram observadas nove espécies de formigas interagindo com frutos de *M. albicans* (Tabela 1). Três categorias de comportamento foram observadas (Tabela 1), mas a remoção de frutos por distâncias maiores que 5 cm ocorreu mais frequentemente na borda do fragmento (Tabela 2). A distância de deslocamento dos frutos por formigas variou entre 0,10-12 m, em que na borda a média foi de 3,8±4,7 m (cinco interações com remoção total de 18,8 m) e no interior, de 0,8±0,9 m (sete interações com remoção total de 5,27 m). Contudo, não houve diferença significativa na distância de dispersão entre os ambientes (T = 1,25; p = 0,24).

3.3. Características abióticas

As temperaturas médias durante a realização desta pesquisa foram de 31,9 °C na borda e 31,5 °C no interior do fragmento. A umidade relativa média foi de 50,06% na borda e 53,8% no interior. A velocidade média do vento foi de 1,0 m s⁻¹ na borda e 1,03 m s⁻¹ no interior.

3.4. Contagem dos frutos

Os indivíduos de *M. albicans* encontrados em ambos os ambientes, borda e interior do fragmento, eram arbustos ou árvores e apresentavam alturas variando de 0,8 m a 4 m, e a frutificação ocorreu tanto em indivíduos de pequeno porte (~0,8 m de altura) quanto em indivíduos maiores (> 2 m de altura). Frutos maduros foram observados até o final de dezembro (estação chuvosa). A maturação dos frutos ocorreu de maneira irregular, tanto na copa quanto em cada infrutescência. As plantas de *M. albicans* apresentaram dois picos de frutificação dentro de um período de 12 meses, nas safras de 2010 e 2011 (dezembro e junho). Porém, para efeito desta pesquisa, realizou-se somente a contagem no pico de frutificação de dezembro. Não foi constatada diferença significativa entre a produção de frutos de *M. albicans* na borda e no interior do fragmento (Tabela 3).

3.5. Distribuição espacial

Constatou-se que no fragmento de Cerrado, onde se realizou esta pesquisa, havia maior quantidade de indivíduos de *M. albicans* no ambiente de borda que no ambiente de interior. No ambiente de borda, ao longo do transecto, foram observados 123 indivíduos, 77 deles apresentando altura inferior a 40 cm, 14 com altura entre

Tabela 2 – Distância média de dispersão, em m, e amplitude de dispersão de frutos de *Miconia albicans* por diferentes espécies de formigas.

Table 2 – Average distance in meters dispersion and amplitude dispersion fruit *Miconia albicans* by different species of ants.

	<i>Ectatomma brunneum</i> Smith	<i>Ectatomma permagnum</i>	<i>Camponotus ranggeri</i>	<i>Trachymyrmex sp1</i>	<i>Atta sp1</i>	<i>Pachycondyla villosa</i>	<i>Pachycondyla sp</i>	Média (m)	Amplitude (m)
<i>Miconia albicans</i>	3,17 (3)	2,5 (1)	0,10 (1)	1,40(2)	14,87 (2)	2 (1)	2,5 (1)	3,79 +- 4,98	0,1 – 14,87

Número entre parênteses representa o tamanho da amostra para cada par de espécie (formiga x planta).

Tabela 3 – Número de frutos (média ± DP) de *Miconia albicans* na borda e no interior (estações experimentais) de um fragmento de Cerrado e teste de Mann-Whitney (U).

Table 3 – *Miconia albicans* number of fruits (mean ± SD) at the edge and inside (experimental stations) a fragment of Savannah and statistically evaluated by the Mann-Whitney (U) test.

Espécie	Borda			Interior			Estatística (U; p)
	Maduros	Imaturos	Total	Maduros	Imaturos	Total	
<i>Miconia albicans</i>	200 ± 68	140 ± 74	170 ± 76	183 ± 67	87 ± 41,3	135±73	147,5 p = 0,15

0,5 e 1 m e 32 com altura acima de 1 m. No interior do fragmento, foram encontrados 48 indivíduos, sendo 19 com altura inferior a 40 cm, quatro com altura entre 0,5 e 1 m e 25 com altura superior a 1 m. O número de indivíduos foi significativamente diferente entre os transectos ($U = 109,5$; $p = 5,088 \times 10^{-10}$), e no ambiente da borda esse número foi 2,5 vezes maior, considerando-se todos os indivíduos. Porém, se forem considerados somente os indivíduos com altura superior a 1 m, essa diferença não é tão pronunciada. Observou-se que, embora no ambiente do interior do fragmento tenha ocorrido menor quantidade de indivíduos, estes apresentaram maior altura e maior diâmetro a 30 cm do solo (Figura 2). Nesses transectos, de interior e de borda, não foram encontradas outras espécies do gênero *Miconia*.

4. DISCUSSÃO

Estudando frugivoria e dispersão de sementes de *Ocotea pulchella* Mart. por aves, numa área de vegetação de Cerrado do Sudeste brasileiro, Francisco e Galetti (2002) registraram formigas saúvas (*Atta* sp.) removendo frutos caídos sob as plantas. No presente estudo, além da remoção dos frutos caídos no chão, foram observadas formigas do gênero *Atta* sobre *M. albicans* cortando seus frutos (sem distinção entre frutos maduros e imaturos), caracterizando dispersão primária.

Em uma floresta semidecídua de São Paulo, Guimarães e Cogni (2002) observaram que a formação

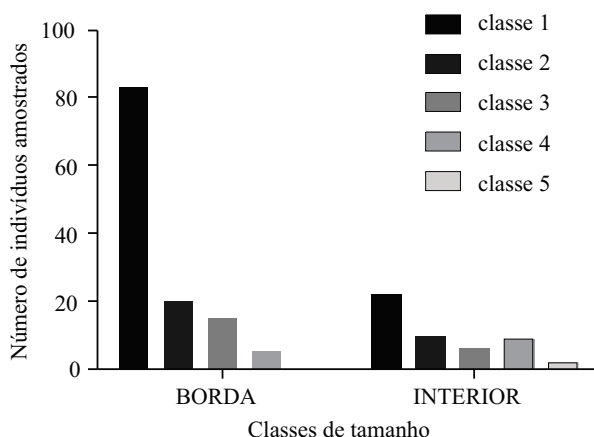


Figura 2 – Distribuição em classes de altura do número de indivíduos de uma população de *Miconia albicans* na borda e no interior de um fragmento de Cerrado *sensu stricto* no Município de Curvelo, Minas Gerais. Classe 1: >0 - 0,8 m; Classe 2: >0,8 a 1,6 m; Classe 3: >1,6 a 2,4 m; Classe 4: >2,4 a 3,2 m; e Classe 5: >3,2 a 4 m.

Figure 2 – *Miconia albicans* distribution in height classes on the edge and inside the Cerrado, *sensu stricto*, located in county Curvelo, Minas Gerais, Brazil. Class 1: > 0 - 0.8 m, Class 2: > 0.8 to 1.6 m; Class 3: > 1.6 2.4 m, Class 4: > 2.4 to 3.2 m; and Class 5: > 3.2 to 4 m.

de bordas de floresta afeta significativamente as interações entre formigas e sementes. No presente estudo, não houve diferença significativa na taxa

de remoção de frutos de *Miconia* entre os dois tratamentos (exclusão de vertebrados e controle aberto). Pode-se inferir, portanto, que as formigas foram os principais agentes responsáveis pela remoção dos frutos. Não foi detectada também diferença significativa na taxa de remoção de frutos de *Miconia* entre a borda versus o interior do fragmento de cerrado, sugerindo que a borda não tem efeito sobre esta interação nessa área de estudo. O fragmento de cerrado alvo deste estudo não apresentava intenso grau de perturbação antrópica, e as características físicas na borda e no interior do fragmento eram muito similares. Isto pode, pelo menos em parte explicar porque as taxas de remoção de frutos não diferiram entre estes dois ambientes.

Leal e Oliveira (1998) identificaram no Cerrado do Brasil vários gêneros de *Attini* dispersores de sementes, incluindo *Atta*, *Acromyrmex*, *Cyphomyrmex*, *Mycetarotes*, *Mycocephurus*, *Myrmicocrypta*, *Sericomyrmex* e *Trachymyrmex*. As formigas dos gêneros *Atta*, *Acromyrmex* não só removeram o elaiossoma das sementes, como também as transportaram a distâncias de aproximadamente 12 m. Estes autores concluíram que formigas *Attini* podem ter efeito benéfico na biologia das sementes de plantas superiores quando agem como dispersores secundários em florestas neotropicais. No presente estudo, além de alguns gêneros observados por Leal e Oliveira (1998), foram constatadas formigas dos gêneros *Ectatomma*, *Camponotus* e *Pachycondyla*, que também exercem atividade de dispersão secundária em área de Cerrado. Possivelmente, a presença da polpa nos frutos de *M. albicans* (não mirmecocóricas) tenha efeito semelhante ao do elaiossoma em sementes mirmecocóricas. Maruyama et al. (2007) obtiveram, a partir de análise, os seguintes dados nutricionais de *M. albicans*: açúcar (n=100) 13,38% ± 2,33%; proteína 2,17%; lipídios 0,09%; e sais minerais 0,64%, mostrando que as porcentagens de açúcar e proteína nessa espécie são expressivas, podendo ser a causa do atrativo para as formigas.

Entre os fatores abióticos mensurados, não foram verificadas mudanças significativas durante a realização desta pesquisa e nem diferença entre os ambientes, borda e interior, inferindo-se, assim, que os fatores abióticos não influenciaram na quantidade de frutos removidos, uma vez que essas condições interferem na atividade de forrageamento das formigas. Florestas secundárias, clareiras e bordas são ambientes que recebem maior incidência de luz (MURCIA, 1995) e,

consequentemente, promovem diferentes respostas fisiológicas nas plantas de *M. albicans*, interferindo na sua fenologia (LAURANCE et al., 2003). Em trabalhos que comparam o padrão fenológico de plantas de borda e de interior de fragmentos normalmente se encontram pequenas ou nenhuma diferença (RAMOS; SANTOS, 2006; ATHAYDE, 2007; CAMARGO, 2008), corroborando os resultados deste estudo. Dessa forma, pode-se inferir que a taxa de remoção de frutos não é influenciada pela disponibilidade de frutos nos ambientes, já que a disponibilidade de frutos de *M. albicans* é praticamente a mesma nos dois ambientes. Além disso, o estágio de frutificação (frutos maduros ou imaturos) não apresentou diferenças entre esses dois ambientes. Camargo (2008), em trabalho sobre a influência da borda na fenologia de frutificação e nas síndromes de dispersão, concluiu que as diferenças observadas entre borda e interior estiveram mais relacionadas à composição de espécies e à heterogeneidade ambiental do que à influência da borda per se.

Em trabalho realizado em fragmentos de Mata Atlântica no nordeste do Brasil, Wirth e colaboradores (2007) documentaram um aumento da densidade populacional de *Atta cephalotes* e *Atta sexdens* no ambiente de borda. Este aumento na densidade de *Atta* esteve correlacionado com dois fatores: (1) As plantas de borda têm menos defesas quantitativas e maior valor nutricional que as plantas de interior, o que torna o ambiente de borda mais rico em recursos para os herbívoros; (2) O ambiente de borda apresenta condições microclimáticas menos favoráveis aos inimigos naturais dessas formigas, facilitando assim a proliferação destes insetos. Assim, os resultados obtidos no presente estudo mostrando maior número de arbustos de *M. albicans* em áreas de borda, bem como a presença de indivíduos de menor altura, podem estar relacionados à ação das formigas-cortadeiras. A opção das formigas pelas bordas ou estradas de terra pode ser devido à maior incidência de luz e maior exposição do solo, se comparadas às áreas adjacentes com maior cobertura vegetal. É também possível que as rainhas de *Atta* procurem nidificar nas estradas por serem áreas similares às clareiras naturais na vegetação, que são os locais preferidos por rainhas de espécies deste gênero (VASCONCELOS et al., 2006).

Nesta pesquisa foi observado que o número de ninhos de formigas do gênero *Atta* na borda era relativamente superior ao da área do interior do fragmento,

embora esses ninhos não tenham sido contabilizados por não estarem dentro da área de abrangência do transecto para contagem de *M. albicans*. Esta observação reforça a ideia de que o maior número e o menor porte de plantas *M. albicans* na borda que no interior é consequência da ação das formigas. Ou seja, ao mesmo tempo em que as formigas atuam como dispersoras de sementes, elas também cortam mais as plantas de borda, impossibilitando que elas cresçam tanto quanto as do interior do fragmento de Cerrado.

5. CONCLUSÕES

Os resultados aqui apresentados mostram que diferentes espécies de formigas desempenhavam papel importante na dinâmica da população de *Miconia albicans* no fragmento de Cerrado analisado, uma vez que várias espécies interagiram com os frutos dessa espécie vegetal, incluindo remoção da polpa e transporte. Formigas do gênero *Atta* foram as mais frequentemente observadas interagindo com os frutos de *M. albicans*. Estas formigas removeram frutos tanto depositados sobre o solo quanto ainda na planta, portanto comportando-se tanto como dispersores primários quanto como dispersores secundários. Formigas foram importantes dispersores de sementes de *M. albicans* tanto no interior quanto na borda do fragmento. A produção de frutos também não pareceu sofrer influência da borda. Pelo menos em parte, estes resultados podem ser explicados pelo fato da borda e o interior deste fragmento de cerrado não terem mostrado diferenças em relação aos fatores abióticos analisados (temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento). Não houve diferença significativa entre os dois ambientes no que se refere à distância de dispersão de frutos por parte das formigas. Contudo, os dados sugerem que a distância de dispersão na borda pode ser maior que no interior. Além disso, a abundância de ninhos de *Atta* pareceu ser maior na borda do fragmento, em concordância com os resultados mostrados numa série de artigos recentes. Juntas, estas observações podem explicar dois dos resultados obtidos no presente estudo; ou seja, a maior abundância e o menor porte de indivíduos de *Miconia albicans* na borda do fragmento de cerrado. De diferentes formas, as interações entre formigas e frutos de *M. albicans* parecem influenciar a dinâmica de populações de plantas desta espécie no cerrado. Estas interações tornam-se ainda mais complexas

em ambientes fragmentados, visto que diferentes aspectos desta interação, bem suas consequências, sofrem influência do efeito-de-borda.

6. AGRADECIMENTOS

À Flávio Siqueira pela identificação das formigas, aos professores Geraldo Magela Damasceno e Andrea Marques Guimarães pela leitura crítica deste trabalho, à FAPEMIG pela bolsa de iniciação científica concedida à Sabrina Soares Cardoso de Araújo.

7. REFERÊNCIAS

- ATHAYDE, E. A. **Influência da borda e do isolamento na fenologia e no sucesso reprodutivo de *Anadenanthera falcata* (Benth.) Speg. (Fabaceae) em uma região de cerrado stricto sensu, Itirapina, São Paulo.** 2007. 41f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2007.
- BOLTON, B. **Identification guide to the ant genera of the world.** Cambridge: Harvard University Press. 1994. 222p.
- CAMARGO, M. G. G. **Influência da borda na frutificação e nas síndromes de dispersão de semente em uma área de Cerrado Sensu Stricto.** 2008. 132f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2008.
- CHAPMAN, C.A.; CHAPMAN, L.J. Survival without dispersers- seedling recruitment underb parents. **Conservation Biology**, v.9, n.3, p.675-678, 1995.
- CHRISTIANINI, A.V.; OLIVEIRA, P. S. The relevance of ants as seed rescuers of a primarily bird-dispersal tree in the Neotropical cerrado savanna. **Oecologia**, v.4, p.735-745, 2009.
- CHRISTIANINI, A. V.; OLIVEIRA, P. S. Birds and ants provide complementary seed dispersal in a neotropical savanna. **Journal of Ecology**, v.3, p.573-582, 2010.
- CHRISTIANINI, A.V.; GALETTI, M. Spatial variation in post-dispersal seed removal in an Atlantic forest: effects of habitat, location, and guilds of seed predators. **Acta Oecologica**, v.32, n.3, p.328-336, 2007.

- CHRISTIANINI, A. V.; MAYHE-NUNES, A. J.; OLIVEIRA, P. S. The role of ants in the removal of non myrmecochorous diaspores and seed germination in a Neotropical savannah. **Journal Tropical Ecology**, v.23, p.343-351, 2007.
- FRANCISCO, M. R.; GALETTI, M. Aves como potenciais dispersoras de sementes de *Ocotea pulchella* Mart. (Lauraceae) numa área de vegetação de cerrado do sudeste brasileiro. **Revista Brasileira de Botânica**, v.25, n.1, p.11-17, 2002.
- GALÍNDEZ, G. et al. Fire responses of three co-occurring Asteraceae shrubs in a temperate savanna in South America. **Plant Ecology**, v.202, n.1, p.149-158, 2009.
- GOLDENBERG, R.; SHEPHERD, G. J. Studies on the reproductive biology of Melastomataceae in "cerrado" vegetation. **Plant Systematics and Evolution**, v.211, n.1, p.13-29, 1998.
- GOLDENBERG, R. O gênero *Miconia* (Melastomataceae) no Estado do Paraná, Brasil. **Acta Botanica Brasileira**, v.18, n.4, p. 927-947, 2004.
- GUIMARÃES JR., P. R.; COGNI, R. Seed cleaning of *Cupania vernalis* (Sapindaceae) by ants: edge effects in highland forest in southeast Brazil. **Journal Tropical Ecology**, v.18, n.2, p.303-307, mar. 2002.
- KIRKMAN, L. K. et al. Ground cover recovery patterns and life-history traits: implications for restoration obstacles and opportunities in a species-rich savanna. **Journal of Ecology**, v.92, n.3, p.409-421, 2004.
- LAURANCE, W. F. et al. Ecosystem decay of Amazonian forest fragments: a 22-year investigation. **Conservation Biology**, v.16, n.3, p.605-18, 2002.
- LAURANCE, W. F. et al. Rain-forest fragmentation and the phenology of amazonian tree communities. **Journal of Tropical Ecology**, v.19, p.343-347, 2003.
- LEAL, I. R.; OLIVEIRA, P. S. Interactions between fungus-growing ants (Attini), fruits and seeds in cerrado vegetation in southeast Brazil. **Biotropica**, v.30, n.2, p.170-178, 1998.
- LIMA, H. C.; OLIVEIRA, E. G. & SILVEIRA, F. A. O. Interactions between ants and non-myrmecochorous fruits in *Miconia* (Melastomataceae) in a neotropical savanna. **Biotropica**, p.217-223, 2013.
- MARUYAMA, P. K.; ALVES-SILVA, E.; MELO, C. Oferta qualitativa e quantitativa de frutos de espécies ornitócoricas do gênero *Miconia* (Melastomataceae). **Revista Brasileira de Biociências**, v.5, S1, p.672-674, 2007.
- MELO, F. P. L.; TABARELLI, M. Seed dispersal and demography of pioneer trees: the case of *Hortia arborea*. **Plant Biology**, v.5, n.4, p.359-365, 2003.
- MENDONÇA, R. C. et al. Flora vascular do cerrado. In: SANO, M. S.; ALMEIDA, S. P. (Eds.) **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1998, p.287-556.
- METZGER, J. P. Tree functional group richness and landscape structure in a Brazilian tropical fragmented landscape. **Ecological Applications**, v. 10, p.1147-1161, 2000.
- MILESI, F. A.; CASENAVE, J. L. Unexpected relationships and valuable mistakes: nonmyrmecochorous *Prosopis* dispersed by messy leafcutting ants in harvesting their seeds. **Austral Ecology**, v.29, n.5, p.558-567, 2004.
- MURCIA, C. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. **Tree**, vol.2, p. 58-62, 1995.
- NERI, A. V. et al. Regeneração de espécies nativas lenhosas sob plantio de *Eucalyptus* em área de Cerrado na Floresta Nacional de Paraopeba, MG, Brasil. **Acta Botanica Brasileira**, v.19, n.2, p.369-376, 2005.
- PEREIRA, T. S.; MANTOVANI, W. Maturação e dispersão de *Miconia cinnamomifolia* (DC.) Naud. na Reserva Biológica de Poço das Antas, Município de Silva Jardim, RJ, Brasil. **Acta Botânica Brasileira**, v.15, n.3, p.413-426, 2001.

- PETERNELLI, E. F. O.; DELLA LUCIA, T. M. C.; MARTINS, S. V. Espécies de formigas que interagem com sementes de *Mabea fistulifera* Mart. (Euphorbiaceae). **Revista Árvore**, v.28, n.5, p.733-738, 2004.
- PIZO, M. A.; OLIVEIRA, P. S. The use of fruits and seeds by ants in the Atlantic Forest of Southeast Brazil. **Biotropica**, v.32, n.4B, p.851-858, 2000.
- PRIMACK, R. B.; RODRIGUEZ, E. **Biologia da conservação**. Londrina: Vida, 2001.328p.
- PRIMACK, R. B.; MIAO, S. L. Dispersal can limit local plant distribution. **Conservation Biology**, v.6, n.4, p. 513-519, 1992.
- RAMOS, F. N.; SANTOS, F.A.M. Floral visitors and pollination of *Psychotria tenuinervis* (Rubiaceae): distance from the anthropogenic and natural edges of an atlantic forest fragment. **Biotropica**, v.38, n.3, p.383-389, 2006.
- RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Fitofisionomia do bioma cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S.P. (Eds). **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1998. p.89-152.
- RICO-GRAY, V.; OLIVEIRA, P. S. **The ecology and evolution of ant-plant interactions**. Chicago: The University of Chicago Press, 2007. 320p.
- ROBERTS, J. T.; HEITHAUS, E.R. Ants rearrange the vertebrate generated seed shadow of a Neotropical fig tree. **Ecology**, v.67, n.4, p.1046-1051, 1986.
- SIQUEIRA, L. P. et al. Using the variances of microclimate variables to determine edge effects in small forest Atlantic Rain Forest fragments, South-Eastern Brazil. **Ecotropica**, v.10, n.1, p.59-64, 2004.
- SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M. Tree species impoverishment and the future flora of the Atlantic forest of northeast Brazil. **Nature**, v.404, p.72-74, 2000.
- SNOW, D.W. A possible selective factor in the evolution of fruiting seasons in tropical forest. **Oikos**, v.15, fasc.2, p.274-281, 1965.
- STILES, F. G.; ROSELLI, L. Consumption of fruits of the Melastomataceae by birds: how diffuse is coevolution? **Vegetatio**, v.107/108, p.57-73, 1993.
- VASCONCELOS, H. L.; ERNANE, H. M.; VIEIRA-NETO, F.M.M. Roads Alter the colonization Dynamics of a keystone herbivore in Neotropical Savannas. **Biotropica**, v.38, n.5, p.661-665, 2006.
- WIRTH, R. et al. Increasing densities of leaf-cutting ants (*Atta* spp.) with proximity to the edge in a Brazilian Atlantic forest. **Journal of Tropical Ecology**, v.23, n.4, p.501-505, 2007.
- WRIGHT, S. J. C. et al. The El Niño Southern Oscillation variable fruit production, and famine in a tropical forest. **Ecology**, v.80, n.5, p.1632-1647, 1999.
- ZAR, J. H. **Biostatistical analysis**. 4.ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 1999. 662p.