

AÇÃO FACILITADORA DE *Bowdichia Virgilioides* KUNTH. (FABACEAE) NA COLONIZAÇÃO DE ESPÉCIES EM UMA ÁREA DE CERRADO SENTIDO RESTRITO

Carolina Silvério Arantes

Pós-Graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais - UFU
carolina.s.arantes@gmail.com

Jefferson Rodrigues-Souza

Pós-Graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais - UFU
rodrigues_souza.jefferson@yahoo.com.br

Jamir Afonso do Prado Júnior

Pós-Graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais - UFU
jamirjunior@yahoo.com.br

Vagner Santiago do Vale

Pós-Doutorado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais - UFU
vsvale@hotmail.com

Renata Migliorini Cardoso de Oliveira

Pós-Graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais - UFU
remigliorini@hotmail.com

RESUMO

A colonização de indivíduos arbóreos em áreas abertas é influenciada pela nucleação. Este estudo visou descrever a ação facilitadora de *Bowdichia virgilioides* na colonização de novos indivíduos. As coletas ocorreram em duas áreas (Fogo e Não Fogo) no Parque Estadual da Serra de Caldas Novas em 14 núcleos e 14 parcelas de 2x2m. Todos os indivíduos arbóreos foram identificados e quantificados nos núcleos e parcelas. Foram calculados parâmetros fitossociológicos, área e volume da copa e proporção de ornitocoria. Entre as duas áreas, a estrutura dos núcleos foi testada e a densidade nos núcleos e parcelas foi comparada por ANOVA. O índice de Shannon-Wiener foi comparado entre núcleos e parcelas. Testou-se a ocorrência da ornitocoria entre os núcleos e parcelas. A relação área da copa e número de indivíduos foi estimada por correlação. Houve maior diversidade nos núcleos e maior densidade geral na área Fogo, com maior densidade de espécies de cerrado. As espécies florestais tiveram maior densidade na área Não Fogo. A ornitocoria foi significativamente maior nos núcleos. Na área Não Fogo houve correlação positiva entre área da copa e densidade de indivíduos. *B. virgilioides* atua como nucleadora, facilitando a colonização de novos indivíduos no cerrado sentido restrito.

Palavras-chave: Nucleação; Dispersão; Área da copa.

FACILITATION BY *Bowdichia Virgilioides* KUNTH. (FABACEAE) IN SPECIES COLONIZATION IN A CERRADO STRICTO SENSU AREA

ABSTRACT

Colonization of trees in open areas is influenced by nucleation process. This study aimed to describe the action of *Bowdichia virgilioides* as a facilitator in the colonization of open areas by new individuals. Sampling occurred in two areas (Fire and Non-Fire) at Serra de Caldas state park in 14 nuclei and 14 (2x2m) plots. All

Recebido em 18/09/2013
Aprovado para publicação em 28/10/2014

colonizing trees were identified and quantified, both in the nucleus and in the plots. Fitossociologic parameters, crown and volume area and the proportion of ornithochory were calculated. The structure of the nucleus was tested between fire and non-fire areas. Density in nucleus and plots in Fire and Non-Fire was compared by two way ANOVA. Shannon-Wiener index was compared in nucleus and plots. We tested the significance of ornithochory between the nuclei and plots. Relation between crown area and number of individuals was estimated by correlation. Density was greater in nuclei of Fire area, with greater density of cerrado species. Forest species had greater density in Non-Fire area. Ornithochory was more frequent in nuclei. There was positive correlation for crown area and density of individuals in Non-Fire area. *B. virgilioides* acts as nucleator, facilitating colonization of new individuals in stricto sensu cerrado.

Keywords: Nucleation; Dispersion; Crown area.

INTRODUÇÃO

A colonização de espécies em áreas abertas e degradadas pode ser influenciada pelo processo de nucleação, um mecanismo em que a espécie nucleadora promove mudanças bióticas e abióticas no ambiente ao entorno e facilita a ocupação deste ambiente por novas espécies (YARRANTON e MORRISON, 1974; FRANKS, 2003; SCHLAWIN e ZAHAWI, 2008). Os indivíduos nucleadores influenciam processos ecológicos por meio de mudanças no microclima do entorno, reduzindo a temperatura e aumentando a umidade abaixo da copa, ambos como consequência da redução da incidência direta de luz sobre a superfície do solo e pela interceptação da água da chuva (CALLAWAY, 1995; REIS *et al.*, 2003; MANNING *et al.*, 2006). Além disso, alguns animais, especialmente as aves, utilizam indivíduos nucleadores como poleiro e dispersam, abaixo dos núcleos, sementes presentes em suas fezes ou presas em partes do seu corpo, formando nesta região abaixo do núcleo um banco de sementes rico em espécies com síndrome de dispersão ornitocórica. (MCDONNEL e STILES 1983, GALINDO-GONZÁLEZ *et al.* 2000).

A dispersão de sementes é o principal fator limitante para a colonização destes novos nichos disponíveis abaixo da copa de nucleadoras, e depende da disponibilidade de propágulos e dispersores nas áreas próximas aos núcleos (MCCLANAHAN, 1986; HOLL, 1999; CUBIÑA e AIDE, 2001). Outro fator com grande influencia no processo de colonização é o tamanho da área de influencia da copa do indivíduo nucleador (GUEVARA *et al.*, 1992). Nesse sentido, as árvores isoladas na paisagem facilitam o processo sucessional, acelerando o recrutamento de novas espécies no ambiente modificado (YARRANTON e MORRISON, 1974;).

O cerrado sentido restrito, formação savânica presente no bioma Cerrado, é caracterizado por apresentar árvores de menor porte (5-8 m), comparadas às formações florestais deste bioma, e por não formar um dossel fechado, devido ao espaçamento dos indivíduos na paisagem (RIBEIRO e WALTER, 2008). Dentre as espécies características do cerrado sentido restrito está *Bowdichia virgilioides* Kunth., popularmente conhecida como sucupira preta (ROJAS e RIBON, 1997; KANEGAE *et al.*, 2000; SMIDERLE e SOUSA, 2003). *Bowdichia virgilioides* é uma espécie arbórea de grande porte, decídua, heliófita, anemocórica, pertencente à família Fabaceae, típica de savana tropical, amplamente distribuída no Brasil (LORENZI, 1992). Nas áreas de cerrado sentido restrito, *B. virgilioides* é uma das espécies dominante que ocorre normalmente isolada na paisagem (RIBEIRO e WALTER, 2008), com possibilidade de atuar como espécie nucleadora. Além disso, Sánchez e colaboradores (1997) mostraram em um estudo analisando o solo em ambientes savânicos, que a presença de árvores isoladas, dentre elas *B. virgilioides*, promove um enriquecimento do solo em nitrogênio. Dessa forma, o isolamento de *B. virgilioides* no cerrado sentido restrito do Parque Estadual da Serra de Caldas Novas (PESCAN) e as alterações na composição do solo e no microclima, comumente promovidas por árvores isoladas na paisagem, caracterizam essa espécie como potencial nucleadora (MANNING *et al.*, 2006).

Considerando o processo de nucleação e a presença de indivíduos de *Bowdichia virgilioides* isolados no cerrado sentido restrito do PESCAN, o objetivo geral deste estudo foi descrever a

ação facilitadora dessa espécie para a colonização de novos indivíduos abaixo de sua copa. Para tanto foram testadas as seguintes hipóteses:

- 1) A diversidade de espécies difere entre os tratamentos (núcleo e parcela), sendo maior na área abaixo da copa do núcleo;
- 2) A densidade de indivíduos arbóreos colonizadores difere entre as áreas com diferentes frequências de queima, sendo a área com maior densidade aquela na qual os eventos de fogo são mais espaçados;
- 3) Haverá correlação entre densidade de indivíduos e a área da copa do núcleo, sendo que em copas maiores serão registradas maiores densidades de indivíduos.

MATERIAL E MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDO – O estudo foi realizado em uma área de cerrado sentido restrito no Parque Estadual da Serra de Caldas Novas (PESCAN), associado às coordenadas geográficas 17°46'15.5" S e 48°39'35.9" O (WGS84) entre os municípios de Caldas Novas e Rio Quente. O PESCAN compreende uma área de 12.500 ha com vegetações típicas do bioma Cerrado, que variam de formações florestais, localizadas nas áreas mais úmidas, próximas aos cursos d'água nos vales do platô, a formações savânicas e campestres, localizadas nas encostas e no platô (EITEN, 1978; MAGNAGO *et al.*, 1983). O clima da região é classificado como savana equatorial com inverno seco (Aw), segundo a classificação adaptada de Köppen, com duas estações bem definidas, verão quente e chuvoso e inverno frio e seco (KOTTEK *et al.*, 2006). A média anual de pluviosidade é de 1.500 mm, concentrados entre outubro e março, e temperatura média anual de 23°C (NIMER, 1989). O solo predominante na região é o Latossolo (EMBRAPA, 2006)

SELEÇÃO DE INDIVÍDUOS NUCLEADORES E PARCELAS – O estudo foi realizado em outubro e novembro de 2012 em duas áreas de cerrado sentido restrito, próximas às formações florestais, divididas por uma estrada, que age como barreira ao fogo, evento registrado em uma das áreas em julho de 2012. Desta forma, a área onde houve registro de fogo em 2012 e nos últimos três anos foi classificada como área Fogo. Já a área onde há três anos não há registro de fogo foi classificada como área Não Fogo. Foram selecionados aleatoriamente 14 indivíduos de *B. virgilioides*, sendo sete indivíduos na área Fogo e sete na área Não Fogo. Cada indivíduo de *B. virgilioides* foi considerado como um núcleo. As parcelas (2 x 2 m) foram estabelecidas há uma distância mínima de cinco metros da extremidade da copa de cada núcleo, sempre na direção sul. A cada núcleo foi associada uma parcela, totalizando 14 parcelas, sendo sete em cada área (Fogo e Não Fogo).

COLETA DE DADOS – Em cada núcleo de *B. virgilioides* foram medidos dois diâmetros da copa, D1 e D2, sendo D1 a maior extensão entre duas extremidades da copa e D2 a extensão perpendicular. Além disso, foram medidos circunferência à altura do peito (CAP - a 1,30 cm do solo), com fita métrica e altura total do núcleo, bem como a altura da primeira ramificação, com o auxílio de um clinômetro. Na área abaixo da copa de cada núcleo e nas parcelas (área sem cobertura vegetal), associadas a cada núcleo, foram identificados ao nível de espécie e quantificados todos os indivíduos arbóreos com altura superior a 30 cm e inferior a um metro. Cada árvore foi identificada de acordo com o Grupo filogenético de angiospermas III (APG, 2009). As características de cada espécie quanto ao ambiente que ocorrem com mais frequência (cerrado ou floresta) e quanto à presença ou não de dispersão por aves foram pesquisadas em literatura.

ANÁLISE DOS DADOS – Para cada núcleo de *B. virgilioides* foram calculados os dados de área de copa, utilizando a fórmula $A_c = 0,25 \times \pi \times D1 \times D2$ (POORTER *et al.*, 2006), e de volume de copa, utilizando a fórmula $V_c = 2/3 \times \pi \times R^2 \times H$ (MENDEL, 1956), onde R é o raio médio da copa e H a altura da primeira ramificação ao topo da copa. Testou-se os parâmetros estruturais dos indivíduos nucleadores, como altura total e da primeira ramificação, diâmetro a altura do peito (DAP), área da copa e volume da copa entre as áreas Fogo e Não Fogo, utilizando teste t para duas amostras. Para cada núcleo e para cada parcela foram calculados os seguintes parâmetros fitossociológicos: densidade de indivíduos por m², riqueza e diversidade. Os valores de densidade nos núcleos e parcelas foram comparados por ANOVA de dois fatores

entre as categorias núcleo e parcelas e entre área Fogo e área Não Fogo, visando verificar os efeitos de cada categoria nos dados. Para verificar a influência do fogo, comparou a densidade entre as áreas Fogo e Não Fogo por teste t para duas amostras. Para detectar diferença significativa nos índices de diversidade de Shannon-Wiener entre as categorias núcleo e parcelas foi realizado o teste t de Hutcheson. A relação entre densidade e tamanho da área da copa foi calculada por meio de Correlação de Pearson. Para o total de núcleos, bem como para o total de parcelas foram calculadas as densidades de indivíduos por m² pertencentes aos ambientes de cerrado e floresta e com dispersão ornitocórica (efetuada por aves). Testou-se a importância da síndrome de dispersão ornitocórica (riqueza e densidade) entre os núcleos e as parcelas por meio do teste Mann-Whitney. As análises foram processadas nos programas PAST 2.17b (HAMMER *et al.* 2001) e Systat 10.2 (WILKINSON, 2002).

RESULTADOS

Nos 14 núcleos de *B. virgilioides* e nas 14 parcelas (2 x 2 m) foram registrados 566 indivíduos de 56 espécies, distribuídas em 29 famílias (Tabela 1). Nos núcleos foram registrados 507 indivíduos de 56 espécies, com índice de diversidade de Shannon-Wiener de 3,48 (Tabela 2). Nas parcelas foram registrados 59 indivíduos de 16 espécies, com índice de diversidade de Shannon-Wiener de 2,46 (Tabela 2). O teste t de Hutcheson resultou em diferença significativa entre os índices de diversidade nos núcleos e nas parcelas (t=9,60; df=81,37; p<0,001), corroborando a primeira hipótese do estudo. O efeito facilitador da nucleadora aumenta o número e a diversidade de espécies que podem colonizar a área da copa em comparação com aquelas áreas sem cobertura arbórea.

Tabela 1. Lista das espécies registradas nos núcleos de *Bowdichia virgilioides* e nas parcelas no cerrado sentido restrito do PESCAN, organizada por família. F = área com ocorrência frequente de fogo. NF = área com ocorrência de fogo menos frequente. CR* = espécies encontradas tanto em áreas de cerrado como em áreas de cerradão. FL = espécies encontradas, além de áreas de cerrado e cerradão, em formações florestais (Florestas Estacionais Semidecíduais, Ciliares e de Galeria). A = espécies com síndrome de dispersão do tipo Ornitocórica. * Dados da literatura.

Família/Espécie	Número de Indivíduos				Características Ecológicas			
	Total	Núcleo		Parcela		Hábito Dispersão		
		F	NF	F	NF	CR	FL	A
Annonaceae								
<i>Annona coriacea</i> Mart.	6	3	2	0	1	X		X
<i>Annona crassiflora</i> Mart.	2	2	0	0	0	X		X
<i>Cardiopetalum calophyllum</i> Schtdl.	11	6	5	0	0		X	X
<i>Duguetia furfuracea</i> (A.St.-Hil.) Saff.	1	1	0	0	0	X		X
<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	20	11	9	0	0		X	X
Apocynaceae								
<i>Himatanthus obovatus</i> (Müll.Arg.) Woodson	8	7	1	0	0	X		X
Araliaceae								
<i>Schefflera macrocarpa</i> (Cham. & Schtdl.) Frodin	2	1	1	0	0	X		X
Asteraceae								
<i>Piptocarpha rotundifolia</i> (Less.) Baker	24	0	17	3	4	X		X
Bignoniaceae								
<i>Cybistax antisyphilitica</i> (Mart.) Mart.	1	0	1	0	0	X		X
<i>Handroanthus ochraceus</i> (Cham.) Mattos	1	0	1	0	0	X		X
Calophyllaceae								
<i>Kielmeyera coriacea</i> Mart. & Zucc.	14	12	1	1	0	X		X
Combretaceae								
<i>Terminalia argentea</i> Mart.	3	2	1	0	0		X	X
Connaraceae								

Família/Espécie	Número de Indivíduos				Características Ecológicas				
	Total	Núcleo		Parcela		Hábito		Dispersão	
		F	NF	F	NF	CR	FL	A	Outras
<i>Connarus suberosus</i> Planch.	3	0	3	0	0	X		X	
<i>Rourea induta</i> Planch.	2	1	1	0	0	X		X	
Dilleniaceae									
<i>Curatella americana</i> L.	26	14	11	0	1	X		X	
<i>Davilla elliptica</i> A.St.-Hil.	12	8	4	0	0	X		X	
Ebenaceae									
<i>Diospyros hispida</i> A.DC.	2	0	2	0	0	X		X	
Erythroxylaceae									
<i>Erythroxylum daphnites</i> Mart.	4	4	0	0	0		X	X	
<i>Erythroxylum deciduum</i> A.St.-Hil.	2	0	2	0	0		X	X	
<i>Erythroxylum suberosum</i> A.St.-Hil.	9	4	5	0	0	X		X	
Euphorbiaceae									
<i>Maprounea guianensis</i> Aubl.	3	0	3	0	0		X	X	
Fabaceae									
<i>Bauhinia</i> sp.	36	17	16	3	0	X		X	
<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	6	3	3	0	0		X	X	
<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	10	1	8	0	1	X		X	
<i>Dipteryx alata</i> Vogel	7	1	1	0	5		X	X	
<i>Leptolobium dasycarpum</i> Vogel	8	0	7	1	0	X		X	
<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville	7	7	0	0	0	X		X	
<i>Stryphnodendron polyphyllum</i> Mart.	38	13	13	11	1	X		X	
<i>Tachigali aurea</i> Tul.	1	1	0	0	0	X		X	
<i>Tachigali vulgaris</i> L.G.Silva & H.C.Lima	6	0	6	0	0		X	X	
<i>Vatairea macrocarpa</i> (Benth.) Ducke	3	0	1	2	0	X		X	
Icacinaceae									
<i>Emmotum nitens</i> (Benth.) Miers	2	0	2	0	0		X	X	
Lamiaceae									
<i>Aegiphila verticillata</i> Vell.	2	0	2	0	0	X		X	
Malpighiaceae									
<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth	18	10	6	1	1	X		X	
<i>Byrsonima pachyphylla</i> A.Juss.	4	0	4	0	0	X		X	
<i>Byrsonima verbascifolia</i> (L.) DC.	13	4	4	0	5	X		X	
Malvaceae									
<i>Eriotheca pubescens</i> (Mart. & Zucc.) Schott & Endl.	1	0	1	0	0		X	X	
Melastomataceae									
<i>Miconia albicans</i> (Sw.) Triana	10	2	8	0	0		X	X	
<i>Miconia ferruginata</i> DC.	5	0	5	0	0	X		X	
Myristicaceae									
<i>Virola sebifera</i> Aubl.	3	2	1	0	0		X	X	
Myrtaceae									
<i>Myrcia tomentosa</i> (Aubl.) DC.	4	3	1	0	0		X	X	
<i>Myrcia uberavensis</i> O.Berg	7	7	0	0	0	X		X	
<i>Myrcia variabilis</i> DC.	37	14	18	4	1	X		X	

Família/Espécie	Número de Indivíduos					Características Ecológicas			
	Total	Núcleo		Parcela		Hábito		Dispersão	
		F	NF	F	NF	CR	FL	A	Outras
Nyctaginaceae									
<i>Guapira graciliflora</i> (Mart. ex Schmidt) Lundell	4	0	4	0	0		X	X	
<i>Guapira noxia</i> (Netto) Lundell	2	0	2	0	0	X		X	
Ochnaceae									
<i>Ouratea castaneifolia</i> (DC.) Engl.	1	1	0	0	0		X	X	
<i>Ouratea hexasperma</i> (A.St.-Hil.) Baill.	11	5	6	0	0		X	X	
<i>Ouratea spectabilis</i> (Mart.) Engl.	30	21	9	0	0	X		X	
Rubiaceae									
<i>Tocoyena formosa</i> (Cham. & Schltdl.) K.Schum.	4	4	0	0	0	X			X
Salicaceae									
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	51	31	13	6	1	X		X	
Sapindaceae									
<i>Matayba guianensis</i> Aubl.	4	3	1	0	0		X	X	
Sapotaceae									
<i>Aspidosperma tomentosum</i> Mart.	56	23	28	3	2	X			X
Simaroubaceae									
<i>Simarouba versicolor</i> A.St.-Hil.	4	3	0	1	0	X		X	
Siparunaceae									
<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	3	0	3	0	0		X	X	
Stryracaceae									
<i>Styrax ferrugineus</i> Nees & Mart.	11	0	11	0	0	X		X	
Vochysiaceae									
<i>Vochysia elliptica</i> Mart.	1	0	1	0	0	X			X
Total	566	252	255	36	23				

Das 56 espécies encontradas, 30 (53,6%) possuem síndrome de dispersão do tipo ornitocórica. Considerando apenas as espécies ocorrentes nas parcelas, apenas seis (37,5%) das 16 espécies possuem síndrome de dispersão do tipo ornitocórica, representando 33,3% da densidade total em parcelas na área Fogo e 39,1% em parcelas na área Não Fogo (Tabela 2). Para os núcleos, 30 (53,6%) das 56 espécies e 57,9% dos indivíduos possuem esse tipo de dispersão, representando 61,1% da densidade total nos núcleos da área Fogo e 54,9% da área Não Fogo (Tabela 2). Dessa forma, a riqueza (U=196; p<0,001) e a densidade (U=161; p=0,004) de ornitocoria foi mais significativa nos núcleos, confirmando a atuação dos indivíduos nucleadores como atrativos para a fauna dispersora.

Tabela 2. Dados gerais calculados para núcleos de *Bowdichia virgilioides* e parcelas no cerrado sentido restrito do PESCAN. F = área com ocorrência frequente de fogo. NF = área com ocorrência de fogo menos frequente. EC = espécies típicas de cerrado sentido restrito. EF = espécies típicas de ambientes florestais. EO = espécies ornitocóricas * Densidade = Número de indivíduos/m².

	Núcleo		Parcela	
	F	NF	F	NF
Número de espécies	56		16	
Número de indivíduos	507		59	
Shannon-Wiener (H')	3,48		2,46	
Densidade* total	1,37	1,16	1,29	0,82

	Núcleo		Parcela	
Densidade* EC	1,01	0,81	1,28	0,64
Densidade* EF	0,23	0,26	0	0,17
Densidade* EO	0,84	0,64	0,43	0,32

Os parâmetros estruturais dos indivíduos nucleadores de *B. virgilioides* não foi diferente entre as áreas Fogo e Não Fogo (Tabela 3). Houve diferença significativa entre as densidades nas áreas Fogo e Não Fogo, porém a densidade não foi estatisticamente diferente entre os tratamentos ($F_{\text{núcleo} \times \text{parcela}}=2,58$; $df=1$; $p=0,12$; $F_{\text{fogo} \times \text{nãofogo}}=4,40$; $df=1$; $p<0,05$; $F_{\text{interação}}=0,04$; $df=1$; $p=0,84$). Comparando as densidades de indivíduos apenas entre as áreas Fogo e Não Fogo houve diferença significativa ($t=2,07$; $df=26$; $p<0,05$), sendo a área Fogo aquela com maior densidade (Figura 1). Este resultado foi o oposto ao que era esperado, que seria maior densidade na área Não Fogo. Na área com maior frequência de fogo houve uma maior porcentagem (considerando a densidade) de indivíduos característicos de ambientes de cerrado e cerradão, mas que não ocorrem frequentemente em outras formações florestais (núcleo fogo 74,2%; parcela fogo 100%) (Tabela 2). Em situação de maior frequência de fogo, a presença de indivíduos de cerrado e cerradão adaptados à sobrevivência a esse evento favorece o aumento da densidade.

Figura 1. Médias e desvio padrão dos valores de densidade (n° de indivíduos/ m^2) nos núcleos de *Bowdichia virgilioides* e parcelas no cerrado sentido restrito do PESCAN, comparadas entre área Fogo e área Não Fogo.

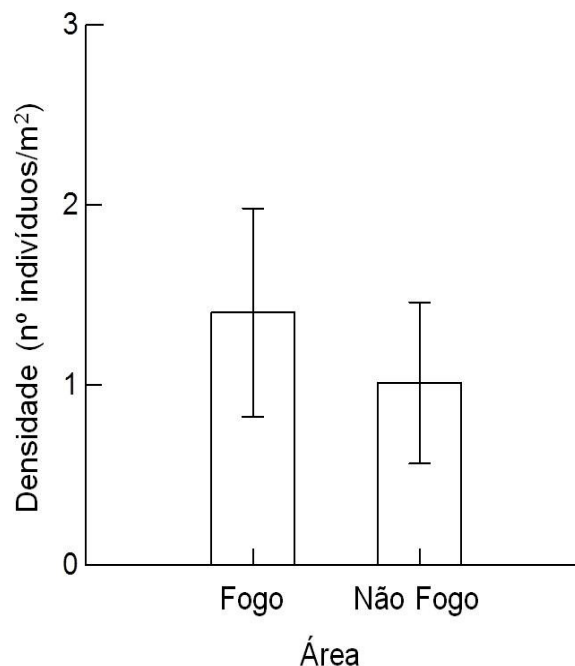
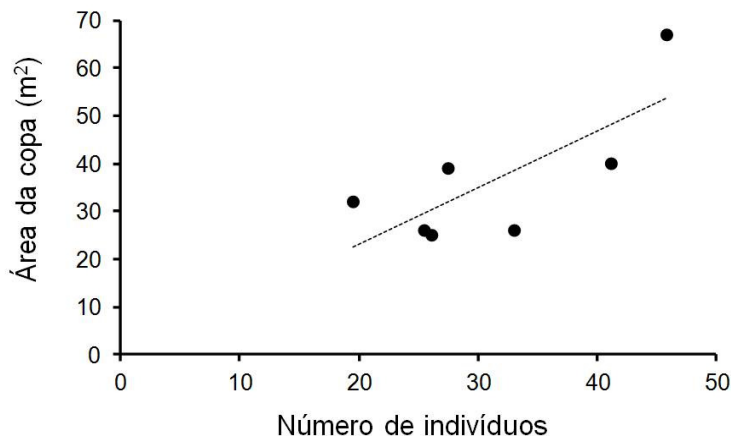


Tabela 3. Resultado do teste t para duas amostras para as estruturas dos núcleos de *Bowdichia virgilioides* no cerrado sentido restrito do PESCAN entre área com Fogo (F) e área Não Fogo (NF). H = altura do indivíduo. 1ª r = altura da primeira ramificação viva do indivíduo. DAP = diâmetro à altura do peito ($\hat{a} \approx 1,30m$ do solo). AC = área da copa. VC = volume da copa. (média \pm desvio padrão).

	H (m)	1ª r (m)	DAP (cm)	AC (m^2)	VC (m^3)
F	9.16 \pm 0.84	2.61 \pm 0.65	66.50 \pm 13.56	26.26 \pm 11.64	118.37 \pm 69.81
NF	8.79 \pm 1.38	2.67 \pm 1.17	75.21 \pm 13.22	31.23 \pm 9.36	132.72 \pm 61.66
t	0.607	0.113	1.217	0.881	0.408
p	0.558	0.912	0.247	0.396	0.691

A relação entre número de indivíduos e a área da copa não foi significativa para as duas áreas em conjunto ($r=0,29$; $df=1$; $p>0,05$). Na análise separando as duas áreas (fogo e não fogo), não houve correlação significativa entre número de indivíduos e área da copa para a área com maior frequência de fogo ($r=-0,20$; $df=1$; $p>0,05$). Entretanto essa correlação foi positiva para a área com menor frequência de ocorrência de fogo ($r=0,74$; $df=1$; $p<0,05$) (Figura 2), corroborando a segunda hipótese apenas para esta área. Esse resultado mostra que, na área Fogo, o número de indivíduos que coloniza o núcleo é tem maior influencia pela ocorrência desse evento que pelo tamanho da área. Já na área Não Fogo, o tamanho da área da copa tem influencia na colonização, sendo os núcleos com maiores áreas mais propícios para colonização de um maior número de indivíduos.

Figura 2. Correlação positiva entre área da copa (m^2) e o número de indivíduos nos núcleos de *Bowdichia virgilioides* na área Não Fogo no cerrado sentido restrito do PESCAN. A correlação foi significativa ($r=0,74$; $df=1$; $p<0,05$).



DISCUSSÃO

A alta diversidade de espécies e o maior número de indivíduos registrados nos núcleos em comparação com as parcelas comprova a atuação de *Bowdichia virgilioides* como nucleadora no cerrado sentido restrito do PESCAN. Indivíduos nucleadores facilitam a colonização de espécies abaixo da copa pela redução de filtros ambientais à colonização (GUEVARA *et al.*, 1986; REIS *et al.*, 2003; MANNING *et al.*, 2006).

O primeiro filtro à colonização é a dispersão de propágulos (BELYEA e LANCASTER, 1999). Em uma paisagem dominada por gramíneas e árvores de pequeno porte, os indivíduos de *B. virgilioides* são atrativos para as aves dispersoras, agindo como poleiros, o que foi demonstrado pela maior porcentagem de espécies e indivíduos com síndrome de dispersão ornitocórica na área do núcleo em comparação com a área sem cobertura arbórea. No Cerrado, onde existe uma descontinuidade na paisagem devido à grande variação nas formações vegetacionais que compõe esse bioma, a presença de árvores isoladas nas formações savânicas, como o cerrado sentido restrito, aumenta a conectividade entre as formações florestais, servindo como ponto de pouso e busca por alimentos para aves dispersoras (MEDELLIN e GAONA, 1999; GALINDO-GONZÁLEZ *et al.*, 2000; REIS *et al.*, 2003; MANNING *et al.*, 2006).

Mesmo *B. virgilioides* não fornecendo recurso frutífero para a fauna dispersora, os núcleos dessa espécie servem como poleiros para as aves, que durante o empoleiramento dispersam sementes abaixo da copa da árvore por meio das fezes ou por queda de sementes armazenadas em partes do corpo, como penas e bicos (GALINDO-GONZÁLEZ *et al.*, 2000). Portanto, os núcleos de *B. virgilioides* no cerrado sentido restrito favorecem a colonização de novas espécies e indivíduos pela redução do primeiro filtro ambiental à colonização, a dispersão.

Os próximos filtros ambientais a serem transpostos pelas espécies colonizadoras estão relacionados ao processo de germinação, crescimento e estabelecimento na comunidade (BELYEA e LANCASTER, 1999). A maior diversidade e densidade nos núcleos em

comparação com as áreas sem cobertura vegetal demonstra que estes filtros à germinação, crescimento e estabelecimento estão sendo transpostos. Árvores isoladas em ambientes savânicos, uma paisagem dominada por gramíneas e herbáceas, promovem mudanças no microclima local tais como, redução da luminosidade e temperatura, aumento da ciclagem de nutrientes, bem como mudanças ecológicas como a redução da competição com gramíneas, o que favorece e acelera o processo de nucleação (BELSKY *et al.*, 1989; REINERS *et al.*, 1994; RHOADES *et al.*, 1998; HOLL, 1999; ZAHAWI e AUGSPURGER, 2006; SCHLAWIN e ZAHAWI, 2008). Além dessas mudanças, uma importante característica da espécie nucleadora desse estudo é a capacidade de fixação de nitrogênio no solo (SÁNCHEZ *et al.*, 1997). O enriquecimento do solo em nitrogênio favorece o estabelecimento de espécies savânicas, adaptadas ao solo do cerrado, bem como de espécies de ambientes florestais não adaptadas aos solos savânicos (SÁNCHEZ *et al.*, 1997).

A maior densidade de indivíduos na área com fogo reflete a capacidade adaptativa, determinada pelas características anatômicas, morfológicas e comportamentais das espécies de cerrado em resposta a esse evento (BOND e WILGEN, 1996; MEDEIROS e MIRANDA, 2005). A ocorrência de fogo com maior frequência em uma das áreas é um fator limitante para a germinação, crescimento e estabelecimento de espécies mais sensíveis, como aquelas que ocorrem em ambientes florestais (AGEE, 1993; MEDINA e HUBER, 1994; HOFFMANN, 1999; BOND e WILGEN, 1996; FRANCO *et al.*, 1996). Porém, para algumas espécies típicas de formações savânicas, a ocorrência de fogo pode favorecer os processos de germinação, estabelecimento e crescimento, devido às adaptações morfológicas e ecológicas para a sobrevivência ao fogo, aumentando suas densidades nas áreas onde este evento é mais frequente (MOREIRA, 2000; HOFFMANN e SOLBRIG, 2003; MEDEIROS e MIRANDA, 2005).

A relação positiva entre área da copa da espécie nucleadora e o número de indivíduos e espécies foi também demonstrada por Holl (2002) e Zahawi e Augspurger (2006). Estes autores registraram, especialmente para espécies zoocóricas, maior dispersão, germinação e sobrevivência de plântulas abaixo de arbustos (HOLL, 2002) e ilhas de árvores (ZAHAWI e AUGSPURGER, 2006) com maior área de influência de copa. O tamanho da área de influência da copa está relacionado com a disponibilidade de microambientes favoráveis, que influencia na composição florística. Em áreas de copa maiores haverá uma maior disponibilidade de habitat e uma maior probabilidade de colonização (GUEVARA *et al.*, 1992; ZAHAWI e AUGSPURGER, 2006). Assim, quanto maior a área da copa, maior será a disponibilidade de ambientes favoráveis, tanto para a visita por dispersores, quanto para o estabelecimento das plântulas germinadas.

Entretanto, para a área onde a ocorrência de fogo é mais frequente, essa relação não foi observada, sugerindo que o fator limitante nessa área é a capacidade da espécie em sobreviver aos eventos de fogo. A passagem do fogo afeta, principalmente os indivíduos de menor porte, devido à falta de características devidamente desenvolvidas para proteção contra o fogo, como forte suberização para isolamento térmico (COUTINHO, 1990; ROCHA E SILVA e MIRANDA, 1996; WHELAN, 1995; MEDEIROS e MIRANDA, 2005). Apesar disso, estudos comprovam que esses indivíduos menores possuem uma alta resiliência e conseguem recuperar o tamanho pré-fogo no período máximo de um ano (HOFFMANN e SOLBRIG, 2003). Portanto, nas áreas onde o fogo é frequente, a disponibilidade de ambientes favoráveis à germinação, representado pelo tamanho da área da copa, não é tão importante quanto à capacidade das espécies em sobreviver aos eventos de fogo, sendo esse evento um fator limitante para o estabelecimento do espécime.

Assim, este estudo comprovou a atuação de *Bowdichia virgilioides* como nucleadora no cerrado sentido restrito do PESCAN, facilitando a colonização área da copa tanto por espécies características de cerrado e cerradão, quanto de espécies também registradas em outros tipos de formação florestal. A comunidade colonizadora dos núcleos é composta, principalmente por espécies características de áreas de cerrado sentido restrito ou cerradão, adaptadas à sobrevivência aos eventos de fogo. Porém, nas áreas onde o fogo não é frequente, o padrão do processo de nucleação se manteve, com a presença de indivíduos característicos de ambientes de cerrado sentido restrito e cerradão, mas também de indivíduos com registros em outros tipos de formações florestais. Além disso, para essas áreas com eventos mais

espaçados de fogo se manteve a relação positiva entre área da copa e número de indivíduos que a colonizam.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGEE, J. K. **Fire Ecology of Pacific Northwest Forests**. New York: Island Press, 1993. 505 p.
- APG III. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v.161, p. 105-121, 2009.
- BELSKY, A. J.; AMUNDSON, R. G.; DUXBURY, J. M.; RIHA, S. K.; ALI, A. R.; MWONGA, S. M. The effects of trees on their physical, chemical and biological environments in a semi-arid savanna in Kenya. **Journal of Applied Ecology**, v. 26, p. 1005-1024, 1989.
- BELYEA, L. R.; LANCASTER, J. Assembly Rules within a Contingent Ecology. **Oikos**, v. 86, n. 3, p.402-416, 1999.
- BOND, W. J.; WILGEN, B. W. **Fire and Plants**. New York: Chapman & Hall, 1996. 263 p.
- CALLAWAY, R. M. Positive Interactions among Plants. **Botanical Review**, v. 61, n. 4, p.306-349, 1995.
- COUTINHO, L. M. Fire in the ecology of the Brazilian cerrado. In: GOLDAMMER, J. G. (Org.). **Fire in the tropical biota**. Berlin: Springer-Verlag, p. 81-105, 1990.
- CUBIÑA, A.; AIDE, T. M. The effect of distance from forest edge on seed rain and soil seed bank in a tropical pasture. **Biotropica**, v. 33, n. 2, p.260-267, 2001.
- EITEN, G. Delimitation of the cerrado concept. **Vegetation**, v. 36, n. 3, p.169-178, 1978.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2 ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006.
- FRANCO, A. C.; SOUZA, M. P.; NARDOTO, G. B. Estabelecimento e crescimento de *Dalbergia miscolobium* em áreas de campo sujo e cerrado no DF. In: MIRANDA, H. S.; DIAS, B. F. S.; SAITO, C. H. (Org.). **Impacto de Queimadas em Área de Cerrado e Restinga**. Brasília: ECL/Universidade de Brasília, p. 84-92, 1996.
- FRANKS, S. J. Facilitation in multiple life-history stages: evidence for nucleated succession in coastal dunes. **Plant Ecology**, v. 168, p. 1-11, 2003.
- GALINDO-GONZÁLEZ, J.; GUEVARA, S.; SOSA, V. Bat and bird generated seed rains at isolated trees in pastures in a tropical rain forest. **Conservation Biology**, v. 14, p.1693-1703, 2000.
- GUEVARA, S.; PURATA, S. E.; VAN DER MAAREL, E. The role of remnant forest trees in tropical secondary succession. **Vegetatio**, v. 66, p.77-84, 1986.
- GUEVARA, S.; MEAVE, J.; MORENO-CASASOLA, P.; LABORDE, J. Floristic composition and structure of vegetation under isolated trees in neotropical pastures. **Journal of Vegetation Science**.v. 3, p. 655-664, 1992.
- HAMMER, Ø.; HARPER, D.A.T.; RYAN, P.D. PAST: Paleontological Statistic software package for education & data analysis, **Paleontologia Electronica**, v.4, n.1, p. 9, 2001.
- HOFFMANN, W. A.; SOLBRIG, O. T. The role of topkill in the differential response of savanna woody species to fire. **Forest Ecology and Management**, v. 180, p. 273-286, 2003.
- HOFFMANN, W. A. Fire and population dynamics of woody plants in a neotropical savanna: matrix model projections. **Ecology**, v. 80, p. 1354-1369, 1999.
- HOLL, K. D. Factors Limiting Tropical Rain Forest Regeneration in Abandoned Pasture: Seed Rain, Seed Germination, Microclimate, and Soil. **Biotropica**, v. 31, v. 2, p. 229-242, 1999.
- _____. Effects of shrubs on tree seedling establishment in an abandoned tropical pasture. **Journal of Ecology**, v. 90, n. 1, p.179-187, 2002.
- KANEGAE, M. F.; BRAZ, V. S.; FRANCO, A. Efeitos da seca sazonal e disponibilidade de luz na sobrevivência e crescimento de *Bowdichia virgilioides* em duas fitofisionomias típicas dos cerrados do Brasil Central. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 23, n. 4, p. 459-468, 2000.

- KOTTEK, M.; GRIESER, J.; BECK, C.; RUDOLF, B.; RUBEL, F. World Map of the Köppen–Geiger climate classification updated. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 15, n. 3, p. 259–263, 2006.
- LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Ed. Plantarium. 1992. p. 195.
- MAGNAGO, H.; SILVA, M. T. M.; FONZAR, B. C. Vegetação. Levantamento de Recursos Naturais. p.577-636. In: Projeto Radambrasil, Folha SE.22. Goiânia: Rio de Janeiro. 1983.
- MANNING, A.; FISCHER, J.; LINDENMAYER, D. B. Scattered trees are keystone structures – Implications for conservation. **Biological Conservation**, v. 132, p. 311-321, 2006.
- MCCLANAHAN, T. R. The Effect of a Seed Source on Primary Succession in a Forest Ecosystem. **Vegetatio**, v. 65, n. 2, p. 175-178, 1986.
- MCDONNELL, M.J.; STILES, E.W.. The Structural complexity of the old field vegetation and the recruitment of bird-dispersed plant species. **Oecologia**, v. 56: p. 109-116, 1983.
- MEDEIROS, M. B.; MIRANDA, H. S. Mortalidade pós-fogo em espécies lenhosas de campo sujo submetido a três queimadas prescritas anuais. **Acta Botanica Brasilica**, v. 19, n.3, p. 493-500, 2005.
- MEDELLIN, R. A.; GAONA, O. Seed Dispersal by Bats and Birds in Forest and Disturbed Habitats of Chiapas, Mexico. **Biotropica**, v. 31, n. 3, p. 478-485, 1999.
- MEDINA, E.; HUBER, O. The role of biodiversity in the functioning of savanna ecosystems. In: SOLBRIG, O.T.; EMDEN, H. M.; OORDT, P. G. W. J. (Org.). *Biodiversity and Global Change*. IUBS. Chicago: CAB International, 1994.
- MENDEL, K. Rootstock-scion relationships in Shamouti trees on light soil. **Ktavim**, v. 6, p. 35-60, 1956.
- MOREIRA, A. G. Effects of fire protection on savanna structure in central Brazil. **Journal of Biogeography**, v. 27, p. 1021-1029, 2000.
- NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. 2 ed. IBGE, Rio de Janeiro, 1989.
- POORTER, L.; BONGERS, L.; BONGERS, F. Architecture of 54 Moist-Forest tree species: traits, trade-offs, and functional groups. **Ecology**, v. 87, p. 1289-1301, 2006.
- REINERS, W. A.; BOUWMAN, A. F.; PARSONS, W. F. J.; KELLER, M. Tropical rain forest conversion to pasture: changes in vegetation and soil properties. **Ecological applications**, v. 4, p. 363-377, 1994.
- REIS, A.; BECHARA, F. C.; ESPÍNDOLA, M. B.; VIEIRA, N. K.; SOUZA, L. L. Restauração de áreas degradadas: a nucleação como base para incrementar os processos sucessionais. **Natureza & Conservação**, v. 1, n. 1, p. 28-36, 2003.
- RHOADES, C. C.; ECKERT, G. E.; COLEMAN, D. C. Effects of pasture trees on soil nitrogen and organic matter: implications for tropical montane forest restoration. **Restoration Ecology**, v.6, p. 262-270, 1998.
- RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. As principais fitofisionomias do bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. (Org.). **Cerrado Ecologia e Flora**. Brasília: Embrapa. p. 151-212, 2008.
- ROCHA E SILVA, E. P.; MIRANDA, H. S. Temperatura do câmbio de espécies lenhosas do cerrado durante queimadas prescritas. In: PEREIRA, R. C.; NASSER, L. C. B. (Org.). *Anais do VII Simpósio sobre o Cerrado*. Brasília: EMBRAPA-CPAC. p. 253-257, 1996.
- ROJAS, R.; RIBON, R. Guilda de aves em *Bowdichia virgilioides* (Fabaceae: Faboideae) em área de cerrado de Furnas, Minas Gerais. **Ararajuba**, v. 5, n. 2, p. 189-194, 1997.
- SÁNCHEZ, L. F.; GARCÍA-MIRAGAYA, J.; CHACÓN, N. Nitrogen mineralization in soil under grasses and under trees in a protected Venezuelan savanna. **Acta Oecologica**, v. 18, n. 1, p.27-37, 1997.
- SCHLAWIN, J. R.; ZAHAWI, R. A. 'Nucleating' succession in recovering Neotropical wet forests: The legacy of remnant trees. **Journal of Vegetation**, v. 19, p. 485-492, 2008.

SMIDERLE, O. J.; SOUSA, R. C. P. Dormência em sementes de paricarana (*Bowdichia virgilioides* Kunth – Fabaceae – Papilionidae). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 25, n. 1, p. 72-75, 2003.

WHELAN, R. J. **The Ecology of Fire**. Cambridge: Cambridge University Press. 1995.

WILKINSON, L. 'SYSTAT 10.2. Statistics I.' (SYSTAT Software Inc: San Jose, CA). 2002

YARRANTON, G. A.; MORRISON, R. G. Spatial Dynamics of a Primary Succession: Nucleation. **Journal of Ecology**, v. 62, n. 2, p. 417-428, 1974.

ZAHAWI, R. A.; AUGSPURGER, C. K. Tropical forest restoration: tree islands as recruitment foci in degraded lands of Honduras. **Ecological Applications**, v. 16, n. 2, p. 464-478, 2006.