



BIOLOGIA FLORAL E POLINIZAÇÃO EM DUAS ESPÉCIES DE *BOERHAVIA* L. (NYCTAGINACEAE) EM PATOS, PARAÍBA¹

Joanny Kelly Silva dos Santos², Cícero Brito Duarte³, Fernando C. V. Zanella⁴

RESUMO

Boerhavia erecta L. e *B. diffusa* L. são plantas herbáceas ruderais, autocompatíveis e apresentam flores pequenas em forma de funil, com amplo acesso ao néctar pelos visitantes florais. *Boerhavia erecta* é anual e *B. diffusa* é perene, de modo que a estratégia reprodutiva destas espécies pode apresentar diferenças. Observações quanto a biologia e morfologia floral, bem como ao sucesso reprodutivo foram realizadas para as duas espécies em Patos, PB. Em ambas as espécies a taxa de autopolinização espontânea é elevada, se aproximando dos 100%. Já havia sido descrito o mecanismo de autopolinização retardada em *B. diffusa*, mas é possível que a autopolinização ocorra também no início da antese. Em 50% de um total de 50 flores analisadas no início da antese de ambas as espécies pelo menos uma antera se encontrava próxima ao estigma, o que deve resultar em uma elevada taxa de autopolinização. Em flores no final da antese, com o processo de murchamento, foi observado que em *B. diffusa* 64% das flores apresentavam pelo menos uma antera próxima do estigma, enquanto que em *B. erecta* foram 48 % das flores. Esse resultado contradiz as observações de um maior número de grãos pólen depositados sobre o estigma ao final da antese em flores isoladas de *B. erecta*. O fato das anteras não se abrirem antes do início da antese e do estigma de *B. diffusa* ser seco deve favorecer a fecundação cruzada por meio da ação de visitantes florais.

Palavras-chave: *Boerhavia erecta*, *Boerhavia diffusa*, estratégia reprodutiva

FLORAL BIOLOGY AND POLINATION IN TWO SPECIES OF *BOERHAVIA* L. (NYCTAGINACEAE) IN PATOS, PARAÍBA STATE

ABSTRACT

Boerhavia erecta L. and *B. diffusa* L. are ruderal herbs, self-compatible with small flowers of funnel shape that allow a free access of their nectar many insect visitors. *Boerhavia erecta* is annual and *B. diffusa* is perennial, so the reproductive system of them can have differences. In order to check this, observations on their floral morphology and biology, as well as their reproductive system, were made in Patos, PB, Brazil. Both species present a high spontaneous autopolination rate, of near 100%. It was already described the delayed autopolination mechanism in *B. diffusa*, but it is possible that it happens also at the beginning of anthesis. In 50% of a total of 50 flowers examined at the beginning of anthesis of both species, at least one anther was located very near the stigma, what must contribute for the high autopolination rate. In flowers at the end of anthesis it was observed that in *B. diffusa* 64% had at least one anther near de stigma, while in *B. erecta* 48 % of flowers. This result is opposite to the observation of a higher number of pollen grains deposited on the stigma of flowers of *B. erecta* at the end of anthesis. The observation that the anthers of *B. diffusa* do not open before anthesis and that its stigma is dry must favor the occurrence of cross fertilization by means of flower visitors.

Key-words: *Boerhavia erecta*, *Boerhavia diffusa*, reproductive strategy

¹ Parte do projeto "Diversidade de abelhas em uma área de caatinga e sua contribuição para o sucesso reprodutivo de plantas silvestres", com suporte financeiro da FAPESQ/CNPQ, edital 003/2003;

² Bolsista PIBIC/CNPq/UFPG, aluna do curso de Ciências Biológicas, UFPG, campus de Patos, PB, E-mail: joanny.bio@gmail.com;

³ Aluno do curso de Ciências Biológicas, UFPG, campus de Patos, PB;

⁴ Biólogo, Prof. Dr., Unid. Acadêmica de Ciências Biológicas, UFPG, E-mail: fcvzanella@gmail.com

INTRODUÇÃO

A flora da caatinga apresenta uma diversidade de síndromes de polinização, com predominância de melitofilia (MACHADO & LOPES, 2004). A interação mutualística entre plantas e polinizadores possibilita a propagação das espécies vegetais e sobrevivência dos insetos pelos recursos ofertados pela planta, permitindo a manutenção da diversidade biológica. No entanto, grande parte das espécies de plantas da região ainda precisa ser estudada quanto a sua biologia floral e interações com os agentes polinizadores, dentre estas ainda não estão bem caracterizadas as espécies de *Boerhavia* L. Este é um gênero de plantas herbáceas que apresenta uma distribuição pantropical e pertence a família Nyctaginaceae, a qual comporta aproximadamente 30 gêneros e 400 espécies (SOUZA & LORENZI, 2005). Na região de Patos foram encontradas duas espécies, identificadas como *B. diffusa* L. e *B. erecta* L. (LIMA & ZANELLA, 2007).

Conforme dados prévios do presente projeto, as duas espécies são herbáceas ruderais, autocompatíveis, de flores pequenas com forma de funil que atraem uma grande variedade de insetos, mas apresentando diferenças nas estratégias reprodutivas possivelmente relacionadas ao fato de uma espécie ser anual e outra perene. Como os dados que suportam essa observação eram poucos, foram realizados experimentos complementares e observações de características relacionadas para sua confirmação.

OBJETIVOS

Objetivo geral

Estudar a biologia floral e polinização de *B. diffusa*, avaliando possíveis diferenças com *B. erecta* na estratégia reprodutiva.

Objetivos específicos

- Avaliar as características morfológicas e de biologia floral de cada espécie possivelmente relacionada as diferenças previamente observadas na taxa de autopolinização espontânea;
- Registrar diferenças na relação entre número de grãos de pólen por número de óvulos por flor entre as duas espécies;
- Observar a variação na posição das anteras em relação ao estigma durante a antese.
- Acompanhar a deposição de grãos de pólen no estigma de *B. erecta* e *B. diffusa* durante a antese, para verificar possíveis diferenças nas taxas de autopolinização;
- Ampliar os dados acerca do sistema reprodutivo de *B. diffusa*;

MATERIAL E MÉTODOS

Área e período de estudo

Os estudos foram realizados no *campus* da UFCG na cidade de Patos, PB (7°01' S e 37°17' W), altitude de 250 m, temperatura média anual de 27°C com médias mensais variando pouco entre si e pluviosidade média de 728 mm/ano, sendo irregularmente distribuída entre os meses (PARAÍBA, 1985). As chuvas ocorrem com maior incidência em fevereiro, março e abril, existindo grande variação entre os anos. O período de estudo se estendeu do início do mês de fevereiro até a metade do mês de junho de 2009, que correspondeu ao início e final do período de florescimento das plantas, respectivamente. Deve-se ressaltar que mesmo com o solo ainda úmido e com a ocorrência de algumas chuvas no final de junho (Figura 1) as plantas das duas espécies de *Boerhavia* secaram completamente. As primeiras chuvas iniciaram no dia 06 de janeiro de 2009, no entanto só se tornaram mais intensas em fevereiro e se estenderam até o fim do de junho, porém o período com maior incidência de chuvas no ano de estudos correspondeu ao mês de abril com uma média de 11,02 mm. O período chuvoso deste ano foi mais intenso do que o normal (Figura 1 e 2), tendo chovido até junho um total de 1052 mm.

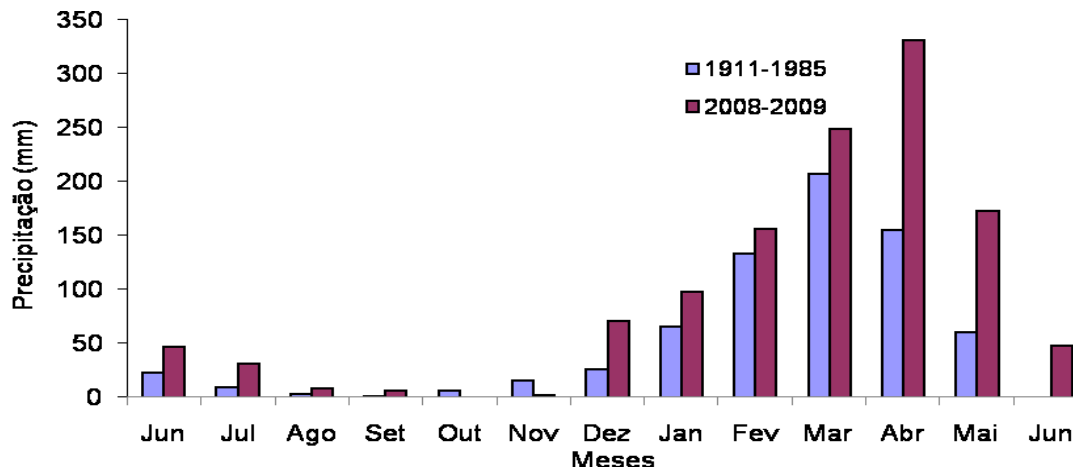


Figura 1. Precipitação normal na cidade de Patos – PB para uma série de 75 anos (dados SUDENE, 1990) e precipitação média mensal antes e durante a coleta de dados (dados CPTEC, 2009).

Metodologia

Morfologia e Biologia floral

A antese das plantas foi acompanhada diretamente em campo, tendo sido consideradas cinco fases (ver Figura 3). As flores de *B. erecta* e *B. diffusa* foram mensuradas com o um paquímetro digital.

Foi realizada a contagem do número de anteras próximas ou distantes do estigma em cada flor, para analisar a possibilidade que cada espécie possui de se autopolinizar. Em cada contagem foram utilizadas 50 flores no início e 50 flores ao fim da antese. As anteras eram consideradas próximas quando a parte aberta da antera encostava o estigma ou com uma distância de até 1 mm. Se as anteras mesmo que próximas estivessem opostas ao estigma eram consideradas distantes, por não existir possibilidade dos grãos de pólen contatar o estigma.

Sistema reprodutivo

Experimentos de polinização controlada foram realizados em *B. diffusa*, conforme descrito em Dafni (1992). As flores de *B. diffusa* foram submetidas a tratamentos de polinização manual cruzada e autopolinização espontânea. Para cada experimento os botões em pré-antese foram ensacados e observados os índices de frutificação após três dias. A polinização manual foi feita encostando-se a antera aberta, na parte com pólen exposto, diretamente sobre o estigma, com auxílio de uma pinça.

Relação número de grãos de pólen x óvulo e deposição do pólen no estigma

Os grãos de pólen das anteras foram contados diretamente em um estereomicroscópio, utilizando-se 14 flores para cada espécie. Como há apenas um óvulo por flor, o número de grãos de pólen representa a relação por óvulo.

A contagem de grãos de pólen no estigma foi realizada nas duas espécies isolando-se flores em pré-antese para que não ocorra a interferência de possíveis visitantes e retirando o estigma da flor antes, no início e ao final da antese para a contagem de grãos de pólen diretamente em uma lupa. Para cada espécie foram utilizadas 20 flores (10 no início e 10 ao fim da antese). Como antes da antese, na fase de botão, as 03h45min para *B. diffusa* e 04h45min para *B. erecta*, as anteras ainda não estavam abertas não havendo assim a possibilidade de deposição de grãos pólen no estigma.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Morfologia e Biologia floral

As flores das duas espécies de *Boerhavia* são pequenas e de morfologia floral semelhante (Figura 3), O tubo floral é uma pseudocorola formada por sépalas, de cor rosa-claro em *B. erecta* e de cor vermelho-

purpúreo em *B. diffusa*, ambas com guias de néctar um pouco mais escuras. Em *B. erecta* o número usual de estames é três, mas para 100 flores foram observadas duas com duas anteras e duas com quatro. Em *B. diffusa* 70 % das flores apresentavam somente duas anteras e o restante três, sendo comum que cada pé apresente flores de dois tipos, pois para dez flores de dez plantas examinadas, somente um pé apresentou somente flores com dois estames.

O estigma é grande e capitado estando em altura próxima das anteras. O estilete em *B. diffusa* apresentou um comprimento médio de $2,8 \pm 0,7$ mm e os filetes tiveram comprimento médio de $2,8 \pm 0,6$ mm. Para *B. erecta* esses valores foram de $2,3 \pm 0,4$ mm para ambos (n=19, para todos). Há casos em que o estigma se encontra abaixo das anteras ou acima das anteras, o que deve dificultar a autopolinização, mas deve ser lembrado que no processo de murchamento das flores, no final da antese, o estilete e os filetes se enrolam podendo haver a possibilidade de deposição de pólen no estigma (Tabela 3 e 4).

No que diz respeito a distância das anteras em relação ao estigma foi observado que para 50 flores de *B. erecta* 25 destas flores apresentaram pelo menos uma antera próxima do estigma no assim que as flores atingiram o estado máximo de abertura da corola, ao chegar o fim da antese este número caiu para 24. Para a espécie de *B. diffusa*, este número foi o mesmo que em *B. erecta* ao início da antese, no entanto ao fim da antese este número aumentou para 32 flores com pelo menos uma antera próxima ao estigma, aumentando a possibilidade da existência do mecanismo de autopolinização retardada como descrito por Chaturvedi, (1989).

A antese de *B. diffusa* é diurna tendo início as 4h. A abertura das flores desta espécie é mais sincrônica do que a abertura das flores de *B. erecta*. A antese pode ser representada por cinco estágios de abertura, onde a abertura máxima é atingida as 7h, porém *B. diffusa* não abre totalmente a pseudocorola (Figura 2)

A receptividade do estigma não foi testada neste horário, no entanto durante a realização dos tratamentos de polinização controlada as 05h30min, os grãos de pólen não grudavam no estigma, o que indica que o estigma não se encontra receptivo. As anteras também não se encontram abertas as 4h, porém, de acordo com a ilustração do trabalho de Spellenberg (2000), três espécies da América do Norte: *B. intermedia* M. E. Jones, *B. torreyana* S. Wats e *B. wrightii* A. Gray, entre cinco estudadas, apresentaram grãos de pólen no estigma, já no início da antese. As flores de *B. diffusa* começam a murchar as 10h e as 11h todas estão murchas. Durante a senescência floral as sépalas se retorcem na extremidade fechando totalmente o tubo floral, ficando as anteras e estigma dentro. No entanto foi observado para 50 flores que durante a senescência de *B. diffusa* as anteras se retorcem e ficam abaixo do estigma, este pode possivelmente ser o motivo de um menor número de flores com pelo menos um grão de pólen depositado no estigma. O oposto ocorre com *B. erecta*, que ao se fechar o estigma se contorce juntamente com as anteras para o interior do tubo floral, o que pode explicar a maior taxa de autopolinização espontânea para esta espécie. Tanto as flores de *B. diffusa* quanto as de *B. erecta* tem duração de um dia.

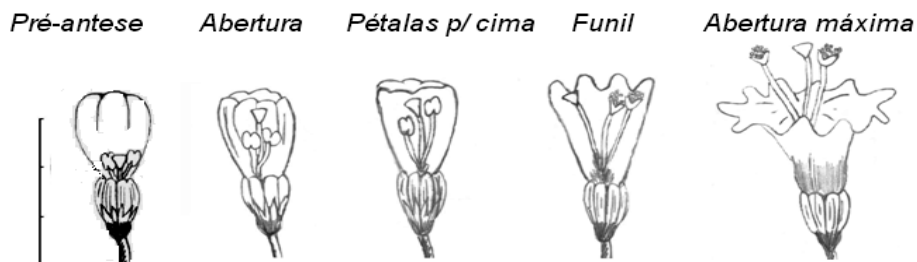


Figura 2. Estágios de abertura de *Boerhavia diffusa* L.

Boerhavia erecta L.

Diâmetro da corola



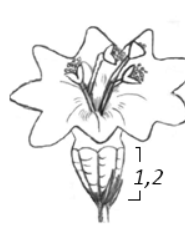
Altura da corola



Altura total



Altura do ovário

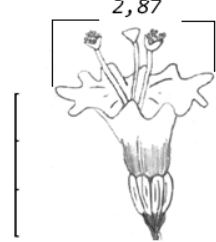


Diâmetro do ovário

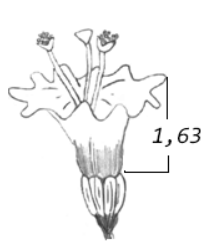


Boerhavia diffusa L.

Diâmetro da corola



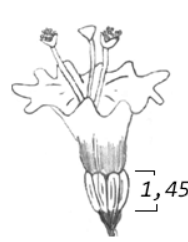
Altura da corola



Altura total



Altura do ovário



Diâmetro do ovário

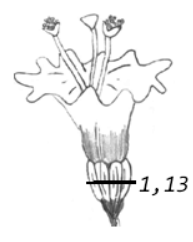


Figura 3. Morfometria floral de *Boerhavia erecta* L. e *Boerhavia diffusa* L. (medidas dadas em mm são médias, n=19)

Relação número de grãos de pólen x óvulo e deposição do pólen no estigma

O número de grãos de pólen por flor foi pequeno em ambas as espécies (Tabelas 1 e 2), apesar do número por antera ter sido um pouco maior em *B. diffusa*, o que foi compensado pela maior frequência de flores com somente duas anteras.

Para dez flores de *B. diffusa* no início da antese (05h30min), apenas uma tinha pelo menos um grão de pólen no estigma, e ao fim da antese (11h36min) para o mesmo número de flores, seis estigmas tinham pelo menos um grão de pólen. O número médio de grãos de pólen depositados no estigma para *B. diffusa* foi de 0,1 no início da antese e 2,6 ao fim da antese, quando as anteras já se encontram enroladas (Tabela 3). Para *B. erecta*, ao início da antese (06h45min), quatro de dez flores tinham pelo menos um grão de pólen no estigma e ao fim da antese sete flores entre as dez observadas apresentavam pelo menos um grão de pólen no estigma. No início da abertura a média de grãos de pólen depositados no estigma de *B. erecta* foi de 1,5 e ao fim da antese é de quatro grãos de pólen por estigma (Tabela 4). Vale salientar que apenas um grão de pólen é o suficiente para garantir a produção do fruto.

Tabela 1. N° de grãos de pólen por antera de *B. diffusa*

		Flores													
Anteras		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1		29	47	55	38	42	50	52	41	38	33	55	55	61	63
2		41	41	48	45	49	45	54	43	37	23	62	64	68	62
3							37	44	46			53			
Total		70	88	103	83	91	132	150	130	75	56	170	119	129	125
M e DP p/ flor										108,6 ± 33,2					
M e DP p/ ant.										47,5 ± 10,7					

M=média; DP=Desvio Padrão; ant.=antera

Tabela 2. N° de grãos de pólen por antera de *B. erecta*

		Flores													
Anteras		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1		43	41	36	32	33	44	27	29	21	33	41	37	39	30
2		44	36	40	22	27	34	35	27	35	46	38	37	33	32
3		53	39	39	21	34	39	33	29	32	39	46	32	35	35
Total		140	116	115	75	94	117	95	85	88	118	125	106	107	97
Média p/ flor															
Média p/ ant.										105,6 ± 17,61					
										35,2 ± 6,8					

Tabela 3. Contagem de grãos de pólen depositados no estigma no início e fim da antese em flores isoladas de *Boerhavia diffusa*

Horário	Flores										
05:30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
NGPE	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
Horário	Flores										
11:36	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
NGPE	5	3	6	7	4	1	0	0	0	0	

NGPE= N° grãos de pólen por estigma

Tabela 4. Contagem de grãos de pólen depositados no estigma no início e fim da antese em flores isoladas de *Boerhavia erecta*

Horário	Flores										
6:45	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
NGPE	0	0	0	9	0	1	0	1	0	4	
Horário	Flores										
12:00	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
NGPE	1	7	10	0	0	8	2	3	7	0	

As flores das duas espécies não apresentam apomixia e são autocompatíveis (SILVA *et al.*, 2008). As elevadas taxas de frutificação em flores isoladas são decorrentes de mecanismo de autopolinização retardada (CHATURVEDI, 1989; HERNANDEZ, 1990), que ocorre possivelmente pela mudança de posição do estigma e anteras durante o seu murchamento, de modo semelhante ao registrado por SPELLENBERG (2000) para cinco outras espécies de *Boerhavia* nos EUA. No entanto, não foi observada a abertura de anteras e deposição de pólen em flores antes do início da abertura.

As taxas de frutificação por meio de autopolinização espontânea e polinização manual cruzada manual em *B. diffusa* foram um pouco menores do que as de autopolinização manual e polinização livre e em relação as de *B. erecta*. Mas não se confirmaram as baixas taxas de autopolinização espontânea em *B. diffusa* (da ordem de 60%) previamente obtidas (Silva et al., 2008).

Tabela 5. Sistema reprodutivo de *B. erecta*

	Nº de flores	Nº de frutos	% de frutificação
APE	78	77	98,7
APM	70	69	98,6
PMC	63	63	100,0
PL	56	56	100,0
APX	25	0	0,0

APE: autopolinização espontânea; APM: autopolinização manual; PMC: polinização manual cruzada; PL: polinização livre; APX: apomixia.

Tabela 6. Sistema reprodutivo de *B. diffusa*

	Nº de flores	Nº de frutos	% de frutificação
APE	110	101	91,8
APM	59	59	100,0
PMC	83	72	86,7
PL	101	101	100,0
APX	25	1	1,0

É possível que a menor distância entre as anteras e o estigma no início da antese observada em *B. erecta* em relação a *B. diffusa*, determine o menor número médio de grãos de pólen depositados sobre o estigma de flores isoladas nesta fase da antese. Tendo em vista que o número usual de anteras em *B. erecta* é três, aumenta ainda mais a possibilidade de deposição de grãos de pólen no estigma de *B. erecta*, o que por sua vez, implique numa maior probabilidade de autopolinização em *B. erecta*. Mas o número de flores isoladas com grãos de pólen no estigma no final da antese foi muito semelhante (6 em *B. erecta* e 7 em *B. diffusa*, para um total de 10 observadas) e é necessário apenas um grão de pólen para garantir a produção de semente, pois há somente um óvulo por flor.

CONCLUSÃO

A autopolinização é elevada nas duas espécies de *Boerhavia* estudadas e está de acordo com o mecanismo de autopolinização retardada descrita por Chaturvedi (1989), no entanto no trabalho de Spellenberg (2000) a ilustração apresentada permite interpretar que há a possibilidade de deposição de pólen da própria flor sobre o estigma, no início da antese, em três de cinco espécies estudadas. No presente trabalho foi verificado que a autopolinização espontânea no início da antese é pouco freqüente, especialmente para *B. diffusa* que apresenta as anteras fechadas no início da antese, sem falar que o estigma é seco nesta fase de abertura, impossibilitando de algum grão de pólen se fixar ao estigma. Essa característica é importante para a reprodução da espécie, pois diminui a possibilidade de autofecundação, favorecendo as chances de polinização cruzada decorrente da atividade dos polinizadores. E a polinização retardada garante a produção de frutos mesmo que não existam polinizadores eficientes na área.

Referências bibliográficas

- CHATURVEDI, S. K. A new device of self pollination in *Boerhavia diffusa* L. (Nyctaginaceae). **Beitrag zur biologie pflanzen**. Breslau, v.64, p.55 – 58, 1989.
- DAFNI, A. **Pollination ecology**. Oxford. Oxford University Press. 1992.
- LIMA, S. A & ZANELLA, F. C. V. Espécies de *Boerhavia* L. (Nyctaginaceae) de Patos, Paraíba e observações sobre a biologia e visitantes florais de *B. erecta* L. CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFCG, 4, 2007, Campina Grande. **Resumos**. Campina Grande: Universidade Federal de Campina Grande- UFCG, Brasil, 2007. SPELLENBERG, R. Blooming "Behavior" in five species of *Boerhavia* (Nyctaginaceae). **SIDA**, Las Cruces. v.19, n.2, p. 311-323, 2000.
- MACHADO, I. C. S. & LOPES, A. 2003 Recursos florais e sistemas de polinização e sexuais em Caatinga. In: **Ecologia e Conservação da Caatinga**. LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. (eds.) pp. 515-563.
- SILVA, J. K. ZANELLA, F. C. V. Biologia Floral e polinização em duas ESPÉCIES DE *Boerhavia* L. (Nyctaginaceae) em Patos, Paraíba. CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFCG, 5, 2008, Campina Grande. **Resumos**. Campina Grande: Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Brasil, 2008.
- .
- SOUSA, V. C; LORENZI, H. **Botânica sistemática: Guia ilustrado para identificação das famílias de angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II**. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2005. 227p.