

Maturação de diásporos de plantas daninhas do gênero *Priva* (Verbenaceae)

¹ Edson Ferreira Duarte, ² Carlos Henrique Barbosa Santos, ³ Davi Silva Baracho, ³ Diego da Silva Cunha

¹ Universidade Federal de Goiás, Instituto de Ciências Biológicas, Departamento de Botânica, Avenida Esperança, s/n, Campus Samambaia (Campus II), CEP 74690-900, Goiânia, GO, Brasil. E-mail: efd@ufg.br

² Universidade Estadual Paulista, Campus de Jaboticabal, Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n, Vila Industrial, CEP 14884-900, Jaboticabal, SP, Brasil. E-mail: carlosufrb@hotmail.com

³ Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Centro, Rua Rui Barbosa, 710, CEP 44380-000, Cruz das Almas, BA, Brasil. E-mails: gpm2d@hotmail.com, eng.diegocunha@gmail.com

Resumo: O conhecimento sobre a maturação frutos e sementes de espécies vegetais pode auxiliar na compreensão da dinâmica populacional por afetar a sobrevivência e a dispersão. E em espécies consideradas daninhas a compreensão da maturação pode ser aplicada nas ações de controle, mas para a maioria delas essas informações não estão disponíveis. Objetivou-se determinar a maturação dos diásporos, constituídos por sépalas, frutos e sementes, de *Priva bahiensis* A. DC. e de *Priva lappulacea* (L.) Pers. e determinar a maturidade fisiológica das sementes. Avaliou-se a morfologia dos diásporos, dos frutos e sementes ao longo da maturação e suas as dimensões, além das massas fresca e seca, do teor de água, da emergência e do índice de velocidade de emergência (IVE), de nove estádios (cerca de 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16 e 18 dias) para a primeira espécie e dez estádios (cerca de 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 e 20 dias) para a segunda. Os incrementos morfométricos nos frutos de *P. bahiensis* ocorreram até o nono estágio, quando o comprimento (5,38 mm), a massa seca (7,34 mg), a emergência (3,25%) e o IVE (1,97) foram maiores. Em *P. lappulacea* os diásporos e frutos apresentaram incrementos no comprimento e na largura até cerca de 10 dias. Em ambas as espécies, a máxima massa seca, emergência e IVE ocorreram no estágio nove (18 dias). A maturidade fisiológica de sementes de *P. bahiensis* e de *P. lappulacea* ocorre cerca de 18 dias, enquanto a maturidade morfológica de *P. bahiensis* é mais precoce (10 dias).

Palavras chave: Morfologia, Morfometria, Maturidade fisiológica.

Maturation of diaspores of weeds of *Priva* (Verbenaceae) genus

Abstract: The knowledge about vegetal fruits and seeds maturation can assist in the understanding of the population dynamics because it affects the survival and the dispersal. For species called invasive the maturation understanding can be applied in the control actions but to the majority of it the informations isn't available. The aim was to evaluate the maturation of diaspores fruits and seeds of *Priva bahiensis* A. DC. and *Priva lappulacea* (L.) Pers. and determine physiological maturity of seeds. Were evaluated the morphology of the diaspores fruits and seeds, their dimensions, also the fresh and dry mass, the water content, the emergence and the velocity emergence index (VEI) in stadiums (about 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 days), for the first species and at ten stadiums (about 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20 days) to the second. The morphometric increases in the fruits of *P. bahiensis* occurred until the ninth stage, when these reached greatest length (5.38 mm), dry mass (7.34 mg), emergency (3.25%) and vigor represented by VEI (1,97). In *P. lappulacea* the diaspores and fruits presented increase in its length and in width until the 10 days. In the both species the maximum dry mass, emergency and VEI occurred at ninth stage (18 days). Physiological maturity of *P. bahiensis* and *P. lappulacea* seeds was achieved at the 18 days, when the morphological maturity of *P. bahiensis* is sooner (10 days).

Keywords: Morphology, Morphometry, Physiological maturity.

Introdução

As espécies vegetais podem usar um conjunto de adaptações morfológicas e funcionais para a sobrevivência e para a dispersão que podem ser considerada como estratégias de sobrevivência. Aquelas desenvolvidas durante a maturação dos frutos e das sementes são determinantes para a sobrevivência na fase inicial do desenvolvimento vegetal para a conquista de novos locais. E envolvem o tempo de formação do fruto e da semente, o investimento em reservas nutritivas e estruturas de proteção nas sementes e o estabelecimento e a intensidade da dormência que afetam a dispersão espacial e temporal da germinação, conforme se verifica nos trabalhos desenvolvidos com sementes de *Bixa orellana* L. (Amaral et al., 2001) e na compilação de resultados de espécies vegetais herbáceas e arbóreas apresentada por Duarte et al. (2016).

As plantas que são consideradas daninhas, dentre as várias características, apresentam a capacidade de produzir um grande número de sementes que concorrem para o seu sucesso reprodutivo (Monquero & Chistoffoleti, 2005). O elevado número de sementes produzidas auxilia na permanência no ambiente e amplia as chances de infestação das áreas agrícolas.

As unidades de dispersão podem ser denominadas de diásporo e podem ser constituídas pela própria semente e/ou pelo fruto acompanhados ou não de estruturas que auxiliam na disseminação (Brasil, 2009a). Mas no contexto desse trabalho o diásporo foi definido como a unidade de dispersão constituída pelo invólucro de sépalas gamófilas envolvendo o fruto esquizocárpico, constituído por dois mericarpos (= carpídios) e que contem as sementes. O fruto foi definido como a estrutura originada do ovário fecundado e desenvolvido e que pode ou não conter sementes. Enquanto as sementes são as estruturas formadas a partir do óvulo fecundado.

Um aspecto importante das unidades de dispersão dos vegetais é que elas apresentam características morfológicas que não se alteram muito com as condições do ambiente e podem auxiliar na identificação das espécies. E as variações na forma, no tamanho, na coloração e nos aspectos da superfície, podem auxiliar na compreensão da síndrome de dispersão e afetar o comportamento germinativo (Judd et al., 2009, Araldi et al., 2013).

A germinação de sementes de plantas daninhas geralmente responde aos fatores ambientais, que modificam a intensidade de dormência e contribuem para a manutenção das espécies em condições de campo. A compreensão da geminação e da dormência possibilita o desenvolvimento de estratégias de redução do banco de sementes do solo nas áreas cultivadas (Monquero & Chritoffoleti, 2005, Chauhan, 2012). Uma vez que a capacidade de manter sementes viáveis no solo é dada pela dormência e que para muitas espécies possibilita a sobrevivência por anos, controlando dessa forma, a germinação e a emergência de novas plântulas na área (Ross & Lemb, 2009).

Assim os estudos de maturação são importantes por permitir a compreensão de como a capacidade germinativa, o vigor e a dormência são afetados, uma vez que as sementes imaturas apresentam desempenho germinativo e vigor menores que as maduras, apesar de menor intensidade de dormência conforme se verifica nos estudos realizados por Silva et al. (2008) com *Cnidoculus quercifolius* Pax e K. Hoffm., por Medeiros et al. (2010) com *Cucumis anguria* L., por Lima et al. (2012) com *Poicicanella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz. e por David et al. (2013) com *Ricinus communis* L. Mas a realização de estudos de maturação em sementes de plantas daninhas pode apoiar a definição de métodos de manejo e controle, permitindo a definição do tempo máximo de remoção das plantas no campo após o florescimento e evitando assim a formação e a entrada de novas sementes dormentes no banco de sementes do solo e também por possibilitar a compreensão da variação da intensidade da dormência que afeta a dinâmica de germinação dessas espécies (Tomaz et al., 2004, Duarte et al., 2012). Adicionalmente as alterações anatômicas, morfológicas, bioquímicas e fisiológicas ocorridas durante a maturação dos frutos e/ou das sementes, podem indicar se a maturidade fisiológica foi atingida (Leonhardt et al., 2001, Duarte et al., 2016), sendo portanto imprescindível a determinação desses aspectos para auxiliar na compreensão do processo de maturação.

Porém, o conhecimento necessário para se fazer o manejo eficiente de plantas daninhas da família Verbenaceae é limitado, tendo sido encontrados informações sobre o controle químico (Monquero & Christoffoleti, 2005, Brasil,

2014), o banco de sementes de *Stachytarpheta cayennensis* (Rich.) M. Vahl (Dias, 1999), *Verbena officinalis* L. (Brändel & Schütz, 2003), *Premna serratifolia* L. (Yang et al., 2010), *Lantana camara* L. (Vivian-Smith & Panetta, 2009, Osunkoya et al., 2013), a germinação e a dormência (Rosseto et al., 2000, Pimenta et al., 2007, Rego et al., 2007). Mas ainda são necessários os estudos de maturação das sementes dessa família que são consideradas plantas daninhas para que sejam adequadamente controladas.

As espécies *Priva bahiensis* A. DC. e *Priva lappulacea* (L.) Pers. pertencem a família Verbenaceae e apresentam unidades de dispersão (= diásporos) constituídos por sépalas persistentes e fusionadas até a porção distal (gamofilas) e pelo pericarpo contendo as sementes (Lima & França, 2007). São plantas daninhas herbáceas anuais que se desenvolvem em terrenos úmidos e semi-sombreados, podendo formar populações densas e reproduzindo-se apenas por meio de sementes. Usualmente, ocorrem de forma ruderal, causando problemas na criação de aves e são conhecidas popularmente como pega-pega, pega-pinto (Lorenzi, 2008).

Mas em razão da limitação do conhecimento sobre a maturação de sementes de espécies de Verbenaceae, objetivou-se determinar a maturação dos diásporos, dos frutos e das sementes de *Priva bahiensis* e de *Priva lappulacea* e a maturidade fisiológica das sementes, que pode ser aplicado na compreensão da ecologia e de métodos de controle.

Material e métodos

Foram acompanhadas populações espontâneas de *Priva bahiensis* e de *Priva lappulacea*, ocorrentes em ambiente natural na área experimental do Campus da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia [UFRB], em Cruz das Almas, Bahia, Brasil. As espécies foram identificadas por especialistas e tiveram Vouchers depositados no Herbário da UFRB, sendo registradas pelos números 4111 e 6905, respectivamente.

As populações ocorrem de forma agregada em ambientes semi-sombreados por outras plantas espontâneas e por árvores, o que

possibilitou o isolamento duas áreas com cerca 600 m² durante o desenvolvimento dos experimentos, totalizando cerca de 1200 m² para cada uma das espécies.

Devido as unidades de dispersão de *Priva* se formarem em inflorescências axiais acrópetas e desprenderem facilmente pelo manuseio, foi previamente determinado o intervalo de antese de novas flores visando obter unidades de dispersão com idades estimadas pela posição na inflorescência, uma vez que a marcação diretamente de flores mostrou-se impraticável a para recuperação de quantidades diásporos necessários à execução dos experimentos, já que a manipulação da inflorescência levava a queda dos frutos em formação. Para tanto, foram marcadas diariamente as flores em antese, pelo período de uma semana usando fitas coloridas (uma cor para cada dia) em 10 plantas de cada espécie. Ao final desse período, determinou-se a variação de idade entre as novas flores de uma mesma inflorescência, o que possibilitou estimar a idade de diásporos, frutos e sementes.

Colheita dos diásporos - Os diásporos foram colhidos em 150 plantas apresentaram pleno florescimento e frutificação, provendo assim uma amostra com quantidade suficiente para o desenvolvimento do experimento.

A colheita foi feita em diásporos alternados da porção distal para a proximal visando para evitar sobreposição de estádios de maturação. Os diásporos de cada posição foram mantidos separadamente em bandejas plásticas e fechadas com filme plástico, logo após foram iniciadas as determinações. Considerou-se como os diásporos/frutos do primeiro estádio, aqueles situados na segunda posição após a flor em antese, e os demais frutos foram colhidos alternadamente após esse, até o início da dispersão, totalizando nove estádios de maturação (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9) para a *P. bahiensis* e dez estádios de maturação para a *P. lappulacea* (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10), os quais foram relacionados ao tempo estimado após o início da antese floral.

A partir do estádio 9 de *P. bahiensis* e do estádio 10 de *P. lappulacea* o processo de dispersão foi progressivo, limitando a colheita de número suficiente (150) de diásporos para a avaliação.

Morfologia e morfometria – Os diásporos dos diferentes estádios de maturação de *P. bahiensis* e de *P. lappulacea* foram analisados e descritos.

Utilizou-se para a análise e a descrição morfológica uma amostra de 5 com diásporos, que continha frutos e de sementes, de cada um dos estádios de maturação, os quais foram examinados intactos e seccionados longitudinalmente e transversalmente na posição mediana. Para a visualização utilizou-se um microscópio esteromicroscópico com aumento de até 40X.

Foram confeccionadas pranchas em nanquim. As alterações observadas foram relacionadas com a idade de cada estágio dos diásporos. Adotou-se a terminologia morfológica descrita por Barroso et al. (1999).

Determinou-se as dimensões dos diásporos e dos frutos, medindo-se o comprimento, a largura e espessura, em uma amostra de 25 diásporos/frutos para cada estágio de maturação com o auxílio de um paquímetro digital. Os resultados médios foram expressos em milímetros.

Nas determinações do comprimento dos diásporos foi desconsiderado o pedúnculo e na avaliação dos frutos foi desconsiderado o estilete que pode estar presente nos diásporos e frutos em formação. Em *P. lappulacea* foi determinado apenas o comprimento e a largura, pois os diásporos mostraram-se ovóides apresentando largura e espessura com valores semelhantes. As sementes não foram avaliadas individualmente quanto a suas dimensões e outros atributos físicos, pois apresentaram o tegumento fino e aderido ao endocarpo, limitando suas manipulação sem perda da integridade.

Teor de água e massa seca - Para o teor de água, foram utilizadas quatro repetições de 0,10 g de frutos, para cada estágio de desenvolvimento. Usando o método da estufa a 105 ± 3 °C por 24 h, adaptado das Regras para Análise de Sementes - RAS (Brasil 2009b), com determinações das massas em balança analítica com quatro casas decimais. Os resultados médios foram expressos em porcentagem.

A massa de matéria seca (g) dos frutos também foi determinada nas mesmas amostras submetidas à determinação do teor de água, sendo corrigida para a massa seca média de um fruto e expressa em miligramas.

Emergência, vigor e dormência - No teste de emergência, foram utilizados frutos inteiros contendo quatro sementes cada, possibilitando a obtenção de quatro repetições de 100 sementes, totalizando 400 sementes em cada estágio.

Foram também determinados durante do teste de emergência o vigor por meio do índice de velocidade de emergência (IVE) e pela mortalidade das sementes.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, semeando-se os frutos/sementes entre areia, em caixas plásticas transparentes (11x11x5cm) dotadas de tampa, contendo 300 g de areia grossa, previamente lavada e seca em estufa a 200 °C por 24 horas, conforme recomendações contidas nas RAS (Brasil, 2009b). As repetições de cada estágio foram mantidas em câmara germinadora tipo BOD à temperatura de 25 °C sob 12 horas de luz, provida por quatro lâmpadas posicionadas na porta.

Foi feita previamente a determinação da capacidade de retenção de água do substrato, saturando-o com água por 24 h, posteriormente drenando-se o excesso de até não ocorrer mais o escoamento. Fez-se a pesagem da amostra drenada em balança semi-analítica com 3 casas decimais de decimais e a secagem em estufa a 200 °C por 24 horas, então após resfriamento da amostra em dessecador de vidro contendo sílica gel, fez-se nova pesagem obtendo-se assim a massa de água perdida que foi convertida para porcentagem a massa da amostra seca e dessa forma determinando-se a capacidade de retenção de água (CRA) da amostra, conforme procedimentos previstos nas RAS (Brasil, 2009b). O substrato foi umedecido até a máxima capacidade de retenção de água (100% CRA), com um volume de água equivalente a 13% da massa seca da areia.

A avaliação da emergência ocorreu a cada dois dias, estendendo-se por 160 dias, quando já havia ocorrido a estabilização da emergência para ambas as espécies estudadas. O início da estabilização da emergência foi detectado aos 70 dias quando a maioria dos estádios passou a não apresentar novas plântulas, mas a estabilização foi determinada pela ausência no surgimento de novas plântulas por um período de sete dias em todos os estádios. Foram contadas como emergidas as plântulas que apresentaram a parte aérea acima do substrato e cotilédones livres do pericarpo/tegumento. O índice de velocidade de emergência (IVE) foi calculado conforme a fórmula proposta por Maguire (1962):

$$IVE = \sum \frac{ni}{di}$$

Em que:

n_i = número de plântulas emergidas a cada dia avaliado;

d_i = dia em que ocorreu cada avaliação.

Aos 160 dias os frutos contendo sementes que não germinaram foram recuperados pelo peneiramento do substrato. Após a limpeza para a remoção do excesso de areia, realizou-se a avaliação do número de sementes que não germinaram pelo teste de corte, conforme indicações feitas nas RAS (Brasil, 2009b), sendo feito o seccionamento transversal dos frutos e sementes.

Considerou-se como sementes dormentes aquelas que apresentaram o embrião íntegro, com tecidos túrgidos e alvos (brancos). Já as sementes em que o embrião estava presente, mas com visível deterioração dos tecidos, de coloração marrom e com necrose evidente em mais 50% dos tecidos, foram consideradas mortas. Os resultados médios foram apresentados em porcentagem ao longo da maturação.

Análise estatística - Os dados das séries temporais das dimensões dos diásporos e frutos (comprimento, largura e espessura), da massa seca e do teor de água, da emergência das plântulas, do IVE, da dormência, da mortalidade das sementes foram submetidos a análise de regressão, avaliando as variações pelo teste F a 5% e a 1% de probabilidade. Para tanto, os resultados apresentados em porcentagem, foram transformados em $\text{ArcSen}\sqrt{x/100}$ antes da análise de regressão. Ajustou-se equações representativas dos modelos biológicos sendo adotadas as que exibiram coeficiente de determinação (R^2) maior ou igual a 0,70.

Resultados e discussão

As flores de *P. bahiensis* e de *P. lappulacea* surgiram em uma inflorescência com formação acrópeta, em que as flores surgiram em intervalos variando de um até três dias, sendo mais comum a antese de uma flor a cada dia. O acompanhamento do florescimento revelou que ocorreram floração e frutificação concomitante nas plantas de uma mesma população e também ocorreram simultaneamente flores, frutos imaturos e maduros em uma mesma planta (Figuras 1a e 2a).

Cada um dos estádios dos diásporos formados na inflorescência foram relacionados ao tempo médio observado após a antese floral. Para a primeira espécie as idades estimadas dos diásporos foram de dois, quatro, seis, oito, 10, 12, 14, 16 e 18 dias e para a segunda espécie foram de dois, quatro, seis, oito, 10, 12, 14, 16, 18 e 20 dias.

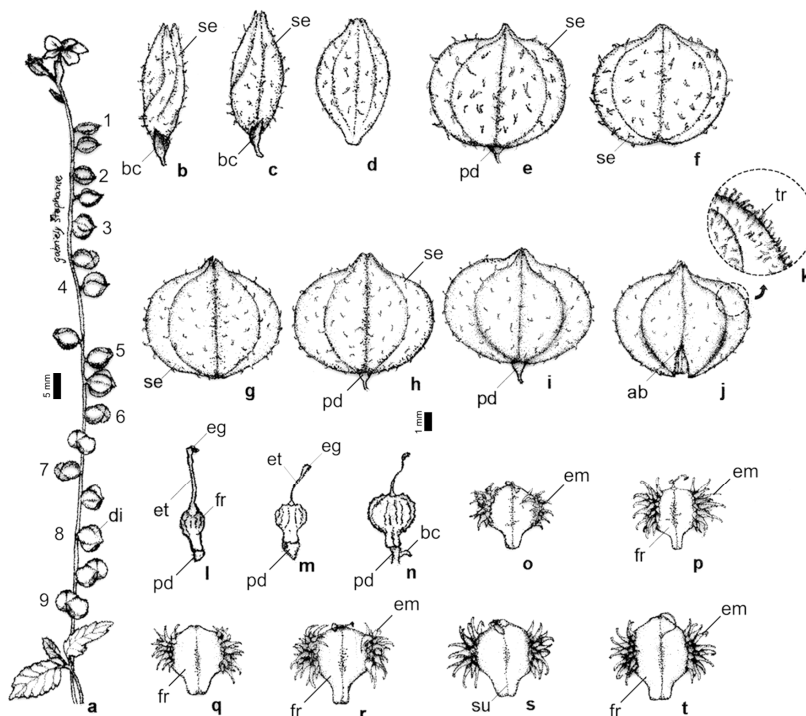
A variação na formação de flores de uma mesma inflorescência pode afetar as plantas individualmente e as populações de várias formas. Entre os aspectos favoráveis estão o florescimento e a formação de flores em épocas mais favoráveis, e que estão associadas a polinização e a troca de genes pode ser dependente de polinizadores (Riihimäki & Savolainen, 2004). Mas pode também ser compreendida como estratégia para evitar a autopolinização, evitando assim a endogamia, além de possibilitar a formação de frutos/sementes ao longo do tempo. A duração do florescimento é especialmente importante na população e apresenta uma regulação gênica polimórfica, por esse motivo pode ocorrer variação do florescimento entre os indivíduos de uma população (Engelmann & Purugganan, 2006, Riihimäki & Savolainen, 2004). A aplicação dos conhecimentos anteriormente citados para as espécies de *Priva* estudadas no presente trabalho, permitem a compreensão da variação da duração florescimento entre as plantas das duas espécies e do significado ecológico da distribuição temporal do florescimento, frutificação da dispersão dos frutos. Uma vez que ocorre uma evidente tentativa de evitar a autopolinização em flores de uma mesma inflorescência, e a consequente manutenção da variabilidade genética. Isso é especialmente importante em populações de *Priva* que podem formar populações densas, conforme foi descrito por Lorenzi (2008) para *P. bahiensis*.

O curto tempo (20 dias) entre o florescimento e a dispersão de sementes observados no presente trabalho também representa uma das estratégias de sobrevivência pela rápida formação de unidades de dispersão, que são depositadas no banco de sementes do solo, o qual possibilita a reposição de novos indivíduos nas populações de plantas daninhas, o que pode auxiliar na sobrevivência na perpetuação no local de ocorrência conforme foi relatado por Ross e Lembi (2009). Tal aspecto

também foi relatado por Monquero e Christoffoleti (2005) ao estudarem o banco de sementes de plantas daninhas. Ou seja a manutenção das

populações de *Priva* estudadas são favorecidas pelo rápido ciclo reprodutivo demonstrado no presente trabalho.

Figura 1 - Morfologia dos diásporos e frutos de *Priva bahiensis* A. DC. (Verbenaceae) de nove estádios de maturação. a. Inflorescência flor e com diásporos dos diferentes estádios, indicados pelos números de um até nove; b-j. Diásporos. b. Estádio 1, com cerca de dois dias após a antese floral; c. Estádio 2, com cerca de quatro dias; d. Estádio 3, com cerca de seis dias; e. Estádio 4, com cerca de oito dias; f. Estádio 5, com cerca de 10 dias; g. Estádio 6, com cerca de 12 dias; h. Estádio 7, com cerca de 14 dias; i. Estádio 8 com cerca de 16 dias; j. Estádio 9, com cerca de 18 dias; k. Detalhe dos tricomas na superfície da sépala; l-t. Frutos; l. Estádio 1; m. Estádio 2; n. Estádio 3; o. Estádio 4; p. Estádio 5; q. Estádio 6; r. Estádio 7; s. Estádio 8; t. Estádio 9. ab: abertura; bc: bractéola; di: diásporo; em: emergência; eg: estigma; et: estilete; fr: fruto; pd: pedúnculo; se: sépala; su: sulco; tr: tricoma.



Morfologia e morfometria - Os diásporos de *P. bahiensis* e de *P. lappulacea* mostraram-se envoltos por sépalas gamófilas infladas (Figuras 1b-1j, 2b-2l) que envolvem frutos esquizocárpicos os quais se separam em dois mericarpos quando maduros. Lima e França (2007) ao caracterizarem os frutos de *Priva* descreveram-nos como esquizocárpicos, porém não detalharam a separação em dois mericarpos. A separação em mericarpos ou carpídios é característica desse tipo carpológico conforme as descrição feitas por Barroso et al., (1999) e por

Brasil (2009a). Assim o detalhamento apresentado no presente estudo representa uma ampliação do conhecimento das espécies estudadas.

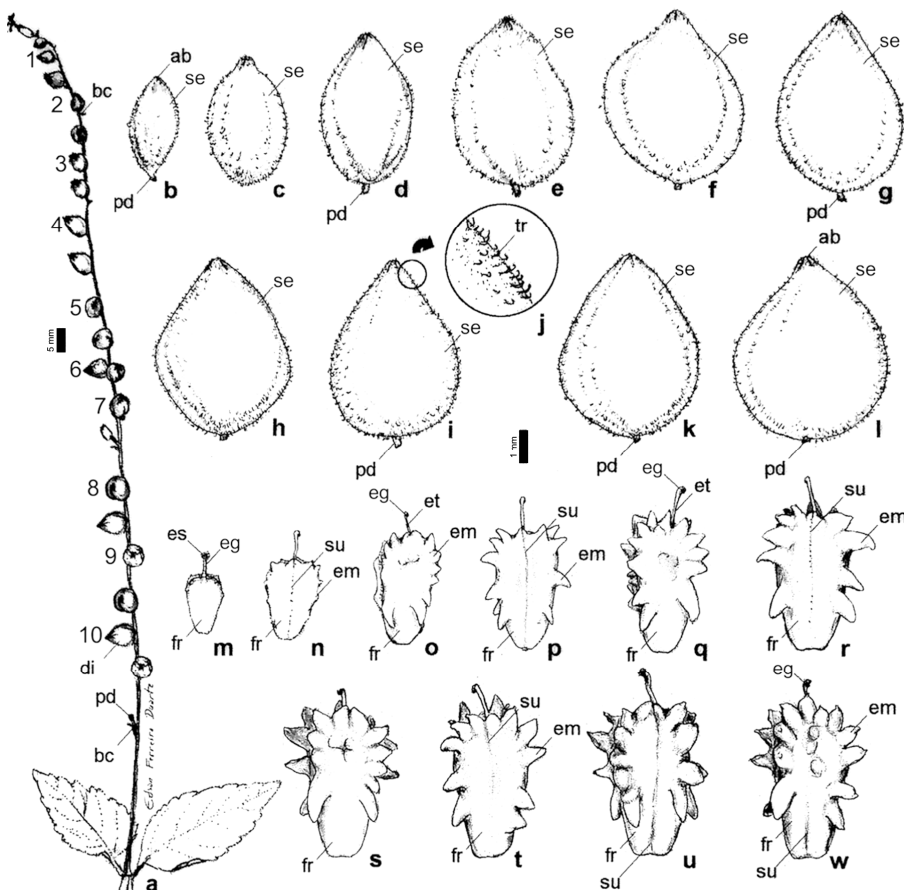
Os diásporos fixaram-se à inflorescência por um pedúnculo curto, dotado de uma bractéola lanceolada, carenada, inserida na região proximal do pedúnculo, conforme foi observado por Lima e França (2007) para as mesmas espécies. O que demonstra a estabilidade do conjunto dos caracteres observados nos diásporos das espécies analisadas no presente estudo e que

podem ser aplicados em trabalhos de identificação e/ou taxonômicos.

As sépalas gamófilas que compõem os diásporos de *P. bahiensis* são inicialmente fusiformes contorcidas (Figuras 1b e 1c) e tornam-se obovóide, dorso-ventralmente comprimidas, e infladas a partir do estágio quatro (Figura 1e). Enquanto as sépalas gamófilas de *P. lappulacea* apresentaram-se inicialmente elipsóides (Figura 2b) e transversalmente quadrangulares, tornando-se ovóides a semi-ovóides a partir do estágio quatro (Figura 2e). Apesar do formato claramente obovóide das sépalas gamófilas observado no presente estudo

Lima e França (2007) descreveram-nas como variando de tubular (forma de tubo) a campanuladas (forma de campainha). Esse um aspecto da descrição feita pelos autores citados não representa a forma dos involúncros gamófilos constituídos pelas sépalas no momento que os frutos já haviam se estabelecido. Assim, evidenciamos mais uma vez o avanço no detalhamento morfológico dos diásporos feito para as espécies estudadas no presente trabalho, o qual só é possível pelo acompanhamento do desenvolvimento morfológico durante a maturação.

Figura 2 - Morfologia de diásporos e de frutos de *Priva lappulacea* (L.) Pers. (Verbenaceae), de dez estádios de maturação. a. Inflorescência com flor e diásporos dos diferentes estádios, indicados pelos números de um até 10; b-l. Diásporos b. Estádio 1, com cerca de dois dias após a antese floral; c. Estádio 2, com cerca de quatro dias; d. Estádio 3, com cerca de seis dias; e. Estádio 4, com cerca de oito dias; f. Estádio 5, com cerca de 10 dias; g. Estádio 6, com cerca de 12 dias; h. Estádio 7, com cerca de 14 dias; i. Estádio 8 com cerca de 16 dias; j. Detalhe dos tricomas na superfície da sépala; k. Estádio 9, com cerca de 18 dias; l. Estádio 10, com cerca de 20 dias; m-w. Frutos. m. Estádio 1; n. Estádio 2; o. Estádio 3; p. Estádio 4; q. Estádio 5; r. Estádio 6; s. Estádio 7; t. Estádio 8; u. Estádio 9; w. Estádio 10. ab: abertura; bc: bractéola; di: diásporo; em: emergência; eg: estigma; et: estilete; fr: fruto; pd: pedúnculo; se: sépala; su: sulco; tr: tricoma.



Em ambas as espécies estudadas as sépalas gamófilas se mostraram recobertas por tricomas alongados que formam ganchos (Figuras 1k e 2j), os quais auxiliam na dispersão por animais, por se aderirem aos pêlos e às penas. A epizocoria é uma síndrome de dispersão em que as unidades de dispersão e/ou sementes são transportadas externamente por animais, entre os mecanismos que auxiliam na fixação ao corpo dos animais. Van Der Pijl (1972) relacionou a presença de espinhos, de ganchos, de substâncias viscosas, enquanto os tricomas foram relacionado à dispersão pelo vento (anemocoria). Entretanto os tricomas curtos e curvados na superfície dos involúcros gamófilos formados pelas sépalas de *P. bahiensis* e de *P. lappulacea* exercem a função de ganchos, o que confere aos diásporos a habilidade de se dispersar epizocoricamente. E Souza e Paoli (2009) também relacionaram tricomas em forma de gancho à dispersão epizocórica, o que contribui para ampliar a compreensão do papel dos tricomas na dispersão, conforme ocorreu no atual estudo. Isso também se torna relevante quando as espécies vegetais são consideradas daninhas, pois a compreensão da dispersão pode ser usada para definir estratégias de controle, visando evitar a movimentação de diásporos entre áreas infestadas e isentas.

Os frutos de *P. bahiensis* se desenvolveram internamente às sépalas gamófilas, formando emergências laterais, que se projetaram lateralmente as quais podem formar ganchos (Figuras 1n a 1t), e que além de contribuir para modelar as sépalas protetoras dos frutos, também pode auxiliar na dispersão epizocórica. Já os frutos de *P. lappulacea* formaram emergências equinadas alongadas e parcialmente curvadas, sem contudo formar ganchos (Figuras 2n a 2w). É possível que os ganchos formados nos frutos de *P. bahiensis* também auxiliem na distribuição espacial mais ampla em comparação com *P. lappulacea*, conforme foi demonstrado por Lima e França (2007).

Foi observado que a epiderme dos frutos de ambas as espécies estudadas era recoberta por indumento pubescente, constituída por tricomas alongados, dando-lhes aspecto visual ligeiramente prateado. De modo geral o papel dos tricomas não glandulares em vegetais tem sido relacionados a redução de movimentos de insetos e prevenção da herbivoria, com a regulação da

temperatura, com o aumento da reflexão de luz, com a redução da perda de água, mas também pode auxiliar na redução a umidade em folhas ou como minimizador de abrasão mecânica e podem contribuir para a dispersão e para o estabelecimento das sementes entre outros aspectos (Wagner et al., 2004).

No presente estudo é possível que os tricomas presentes na superfície dos frutos auxiliem na dessecação e nas fases finais da maturação possam auxiliar na dispersão por facilitarem o deslizamento dos frutos do interior das sépalas gamófilas, as quais podem se abrir longitudinalmente quando secas. Ou seja, a presença dos tricomas é um fator que pode auxiliar na autocoria promovida pela gravidade (barocoria), conforme critérios descritos por Van Der Pijl (1972). Tais aspectos demonstram que as espécies de *Priva* estudadas exibiram mais de uma síndrome de dispersão, sendo essa última uma alternativa para a manutenção das populações em sítios favoráveis em que se estabeleceram enquanto a dispersão epizocórica representa uma estratégia para a dispersão a distâncias maiores.

Os frutos mericarpicos de *Priva* são providos de emergências equinadas (Barroso et al., 1999) que Lima e França (2007) consideraram como espinhos. No presente estudo foram denominadas de emergências, pois não foi feito um estudo anatômico para verificar a presença de vascularização. Em frutos de *P. bahiensis*, as emergências apresentaram desenvolvimento a partir do estágio 3 (Figura 1n), com forma alongada, curvando-se na porção distal a partir do estágio 4 (Figura 1o), convertendo-se em ganchos a partir do quinto estágio (Figura 1p). Enquanto em *P. lappulacea* as emergências tornaram-se mais evidentes a partir o estágio 2 (Figuras 2n), apresentado a porção distal acuminada (Figura 2w).

Os diásporos e frutos de *P. bahiensis* e de *P. lappulacea* apresentaram tricomas e emergências equinadas curvadas que podem formar ganchos, o que demonstrou adaptação para a dispersão epizocórica (Monquero & Christoffoleti, 2005), essa é uma forma de dispersão a longas distâncias, mas também foi verificada a queda espontânea (barocoria) como forma de dispersão a curtas distâncias. A formação de ganchos em frutos/sementes de plantas daninhas contribuem para a dispersão zocórica (Ross & Lembi, 2009), o que é

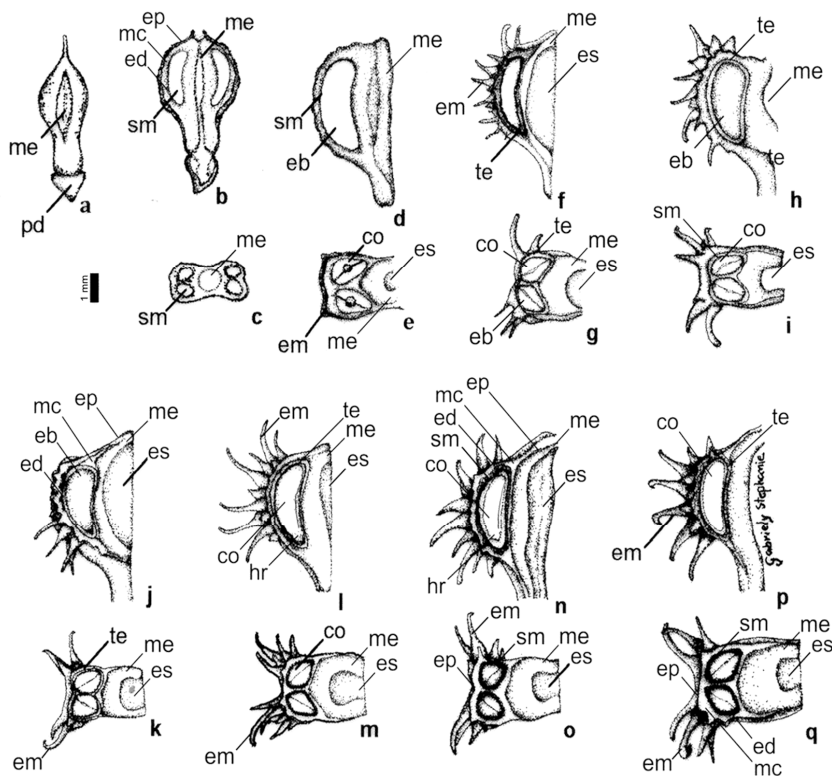
reforçado pelos tricomas na forma de gancho das sépalas gamófilas. Assim, o aspecto daninho das espécies estudadas na criação de aves e que foi descrito por Lorenzi (2008), decorre das estratégias que as plantas desenvolveram ao longo de sua história evolutiva para se dispersarem.

Os frutos de *P. bahiensis* e de *P. lappulacea* tornam-se obovóides e dorso-ventralmente comprimidos ($5,4 \pm 0,3 \times 5,3 \pm 0,3 \times 2,4 \pm 0,2$ mm) (Figuras 1t e 2w) com variações nas emergências, na forma, pois em *P. lappulacea* os frutos apresentaram menores dimensões ($4,1 \pm 0,2 \times 2,2 \pm 0,2 \times 1,7 \pm 0,1$ mm) e o sulco que delimita cada mericarpo é menos perceptível ou até imperceptível na face dorsal (Figuras 2o, 2q, 2s, 2w). Em *P. bahiensis* a porção proximal dos frutos é mais estreita (Figuras 1l a 1t). Porém, em ambas as espécies os estiletos e estigmas se mantiveram presentes nos frutos ao longo da maturação (Figuras 1l-1t e 2m-2u).

Para as espécies estudadas verificou-se

que os frutos mericarpícos formaram quatro sementes (Figuras 3c e 4c) semiobovóides, dispostas em pares e próximas às emergências laterais (Figuras 3a-3q a 4a-4u). Ou seja em *P. bahiensis* e em *P. lappulacea* verificou-se a presença de duas sementes em cada metade do mericarpo (Figuras 3c, 3e, 3g, 3i, 3k, 3m, 3o, 3q, 4c, 4e, 4g, 4i, 4k, 4m, 4n, 4o, 4q, 4s e 4u). Tais aspectos apesar de não terem sido detalhados por Lima e França (2007), concordaram com Judd et al. (2009), que descreveram a presença de dois óvulos em cada carpelo, os quais localizam-se em lóculos aparentes na margem de falsos septos. Os frutos secos de *Priva* que formam dois mericarpos bissemínados, e que são derivados de ovários bicarpelares foram relatados por Marx et al. (2010). A formação de duas sementes em cada mericarpo está em concordância com os relatos desses últimos autores, demonstrando a estabilidade desse caráter morfológico no gênero *Priva*.

Figura 3 - Secções longitudinais e transversais, respectivamente, medianas dos frutos mericarpícos de *Priva bahiensis* A. DC. (Verbenaceae) de nove estádios de maturação. a. Secção longitudinal lateral de fruto do estádio 1; b-c. Estádio 2; d-e. Estádio 3; f-g. Estádio 4; h-i. Estádio 5; j-k. Estádio 6; l-m. Estádio 7; n-o. Estádio 8; p-q. Estádio 9. co: cotilédone; eb: embrião; ed: endocarpo; em: emergência; ep: epicarpo; es: espaço; mc: mesocarpo; me: medula; pd: pedúnculo; sm: semente; te: tegumento.

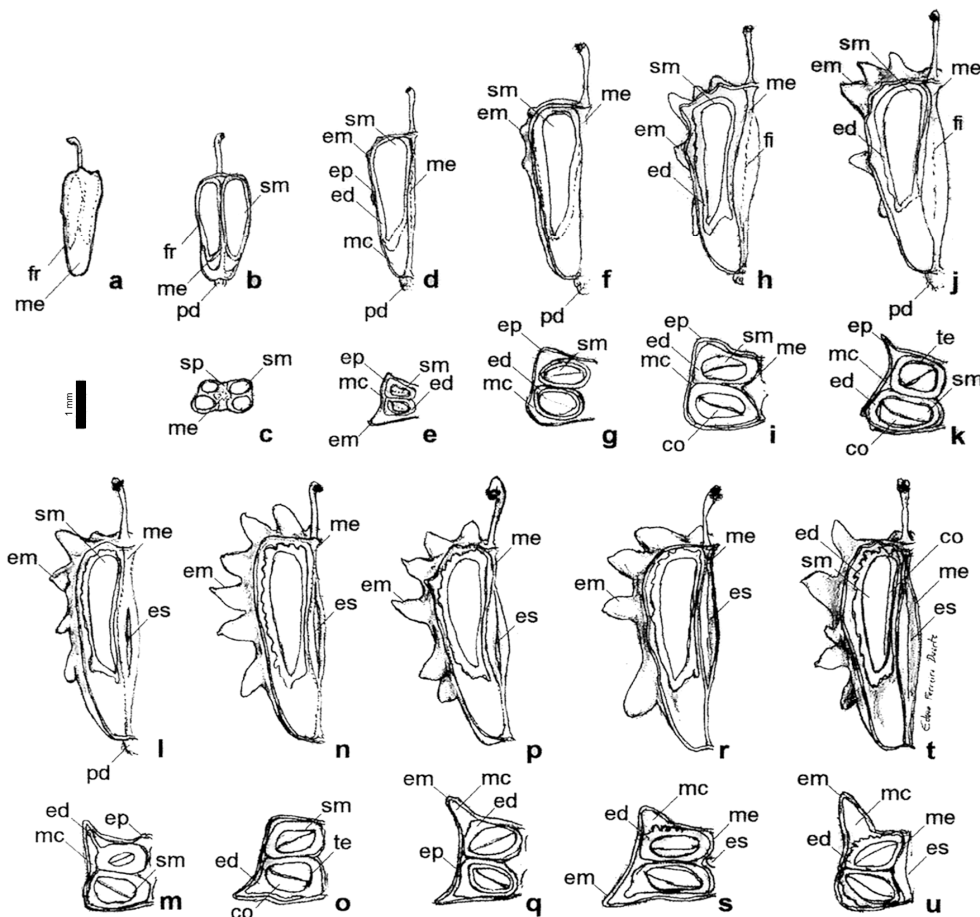


A região medular do fruto de *P. bahiensis* apresentou-se inicialmente constituída por um tecido visualmente de menos denso (Figuras 3a, 3b e 3c), a partir do qual formou-se um espaço na medula a partir do estágio 3 (Figuras 3e a 3q). Enquanto em *P. lappulacea* foi verificada a formação de um falso septo constituído pelo tecido medular, no qual se formou uma linha de fissura visível a partir do estágio 4 (Figuras 4h e 4j). O espaço formado pela fissura aumentou

longitudinalmente a partir a porção mediana do fruto de *P. lappulacea* (Figuras 4l, 4n, 4p, 4r e 4t), antecedendo a dispersão.

A formação de espaços internos nos frutos demonstrou a preparação precoce para a separação dos frutos em duas metades, com início a partir de seis dias para *P. bahiensis* e de 10 dias para *P. lappulacea*, para a formação das subunidades de dispersão (mericarpós) contendo as duas sementes.

Figura - 4. Secções longitudinais e transversais, respectivamente, medianas de frutos mericarpícos de *Priva lappulacea* (L.) Pers. (Verbenaceae), de 10 estádios de maturação. a. Secção longitudinal lateral de fruto do estágio 1; b-c. Estádio 1; d-e. Estádio 2; f-g. Estádio 3; h-i. Estádio 4; j-k. Estádio 5; l-m. Estádio 6; n-o. Estádio 7; p-q. Estádio 8; r-s. Estádio 9; t-u. Estádio 10. co: cotilédone; ed: endocarpo; em: emergência; ep: epicarpo; es: espaço; fi: fissura longitudinal; fr: fruto; mc: mesocarpo; me: medula; pd: pedúnculo; te: tegumento; sm: semente; sp: falso septo.



Em secções longitudinais e transversais dos frutos de *P. bahiensis* foram observadas sementes em desenvolvimento a partir do estágio 2 (Figuras 3b e 3c). Enquanto em *P. lappulacea* a percepção da diferenciação dos tecidos que

formaram as sementes foi possível a partir do primeiro estágio (Figuras 4a-4c).

No estágio 4 o tegumento fino que era hialino nas sementes de *P. bahiensis* tornou-se marrom claro, mantendo-se aderido ao endocarpo que se tornou rijo e marrom. E a partir do quinto

estádio o tegumento tornou-se marrom, envolvendo um embrião ligeiramente curvo, que apresentou eixo hipocótilo-radícula curto e cotilédones espatulados (Figuras 3l e 3n). Em *P. lappulacea* o tegumento fino e hialino só se tornou marrom a partir do estágio 9, mas também se manteve aderido ao endocarpo, o qual também se tornou marrom e enrijecido, passando a exercer a função de proteção mecânica.

O desenvolvimento mais precoce (10 dias) dos tecidos de proteção da sementes de *P. bahiensis* em relação aos de *P. lappulacea* que levaram cerca de 18 dias, indicam que ocorre preparação para a dispersão mais cedo na primeira espécie. Como *P. bahiensis* ocorre em uma área mais ampla, isso implica na necessidade de desenvolver a habilidade em colonizar ambientes mais heterogêneos, assim para garantir a perpetuação essa espécie protege mais rapidamente suas sementes, investido na formação dos frutos.

O maior crescimento é um aspecto que contribui para aumentar maior potencial reprodutivo em espécies daninhas, conforme foi demonstrado por Duarte et al., (2014) para *Bidens pilosa* L., sendo possivelmente esse um dos aspectos que também auxiliaram no melhor desempenho de crescimento de frutos e germinativo de *P. bahiensis* em relação à *P. lappulacea*, sendo essa última espécie visualmente menor que a primeira.

Os tecidos dos embriões eram inicialmente translúcidos, aquosos e converteram-se gradualmente para alvos e mais opacos a partir do estágio 5 (10 dias) em *P. bahiensis* e a partir do estágio 3 (6 dias) em *P. lappulacea*, ocorrendo maior precocidade na estruturação dos tecidos embrionários dessa última espécie apesar dos tecidos de proteção se consolidarem somente ao final da maturação.

O comprimento dos diásporos de *P. bahiensis* apresentou pequena variação entre os estádios de maturação, com suave tendência de redução a partir do quinto estágio (Figuras 5a). A redução no comprimento dos diásporos ocorreu porque as sépalas gamófilas que envolvem os diásporos, tornaram-se lateralmente infladas (Figuras 5a e 5c). Contudo, os incrementos no comprimento, na largura e na espessura dos frutos de *P. bahiensis* foram verificados até o nono estágio (Figura 5c). Enquanto nos primeiros

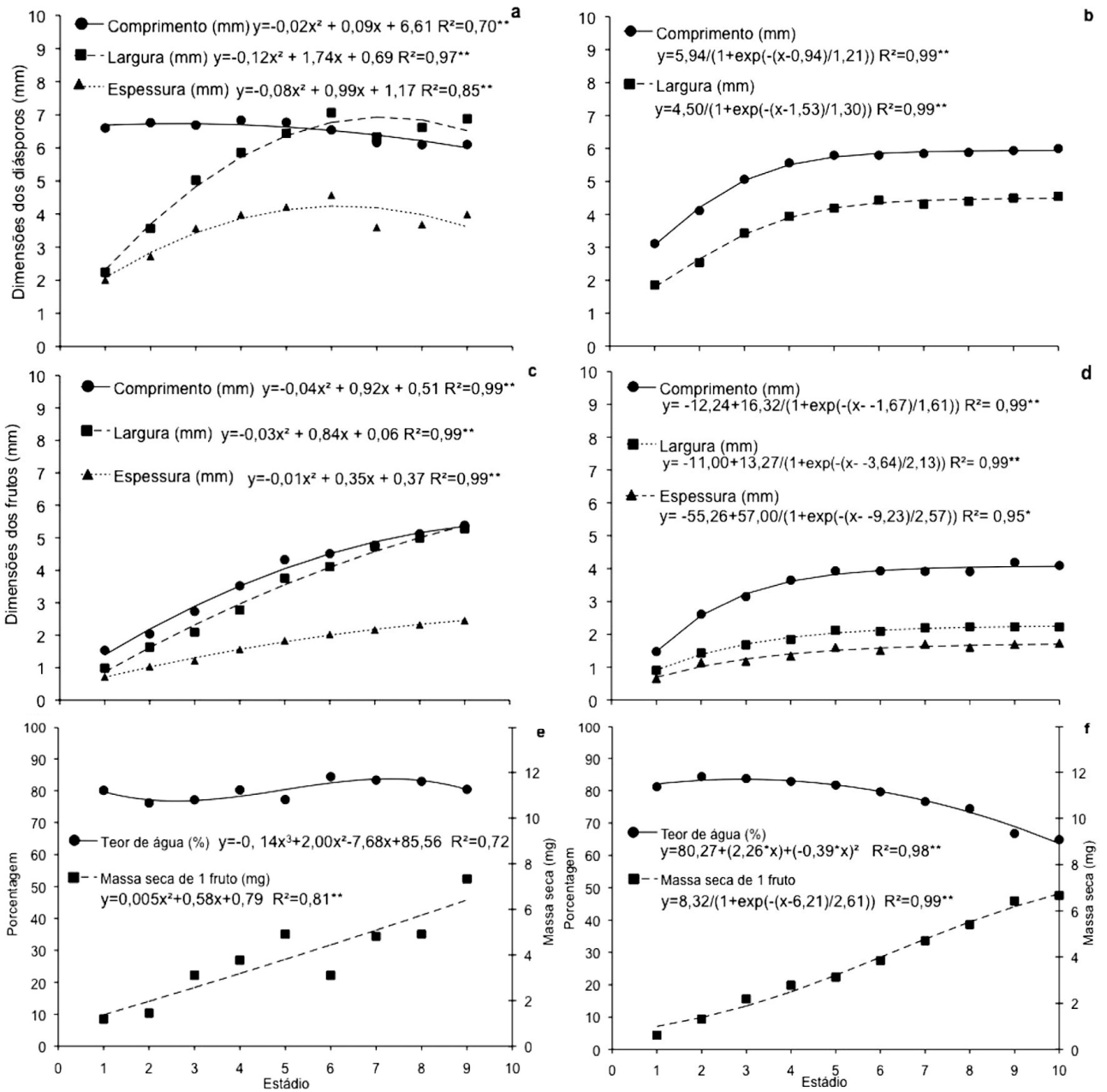
quatro estádios de *P. lappulacea* ocorreram os maiores incrementos no comprimento e na largura dos diásporos e frutos, o que ocorreu também para a espessura dos frutos (Figuras 5b e 5d), demonstrando que o crescimento diásporos e frutos dessa espécie ocorreu de forma mais precoce que em *P. bahiensis*.

Teor de água e massa seca – O maior acúmulo de matéria seca em *P. bahiensis* foi observado no nono estágio (Figura 5e). Os incrementos no crescimento dos diásporos e frutos e na massa seca, indicaram a necessidade de manutenção dos teores de água elevados, para que pudesse ocorrer expansão dos tecidos e a síntese e acúmulo de reservas nos frutos e sementes, sendo possivelmente essa a razão dos teores de água manterem-se acima de 78% em todos os estádios. A partir do nono estágio foi verificada a progressiva dispersão dos diásporos, não sendo possível determinar o grau de umidade que foi atingido a partir desse momento.

O acúmulo de massa seca dos frutos *P. bahiensis* foi semelhante ao de *P. lappulacea*. O desempenho se ajustou melhor a um modelo quadrático para a primeira espécie enquanto a segunda se ajustou a um modelo sigmóide. O crescimento de diásporos e frutos de *P. lappulacea* iniciou a estabilidade (estádio 5 = 10 dias) antes de *P. bahiensis* que atingiu o máximo crescimento dos diásporos entre os estádios 6 e 8 (12 e 16 dias) enquanto os seus frutos cresceram até o estágio 9 (18 dias) (Figuras 5a-5d). O crescimento mais rápido de *P. lappulacea* pode ser associado aos elevados teores de água iniciais, que contribui para a expansão dos tecidos dos diásporos e dos frutos nos primeiros estádios, sendo progressivamente substituído pela matéria seca que se acumulou mais tardiamente, o que possibilitou a redução nos teores de água a partir do estágio 5 (Figura 5f).

As variações no comprimento, largura e espessura dos frutos de ambas as espécies estudadas, apesar de numericamente pequenas, mostraram-se semelhantes em cada uma das espécies (Figuras 5c e 5d). Em espécies herbáceas e de porte pequeno também ocorre a formação de frutos pequenos, conforme foi descrito por Dekker (2011), assim como nas espécies estudadas no presente trabalho os frutos pequenos são proporcionais ao porte das plantas.

Figura 5 - Dimensões dos diásporos e dos frutos, teor de água e massa seca de *Priva* spp (Verbenaceae). a, c, e. *Priva bahiensis* A. DC.; b, d, f. *Priva lappulacea* (L.) Pers.; a-b. Dimensões dos diásporos; c-d. Dimensões dos frutos; e-f. Teor de água e massa seca dos frutos



Coefficientes de determinação (R^2) seguidos por *, ** indicam variações significativas a 5% e a 1% de probabilidade respectivamente, pelo teste F.

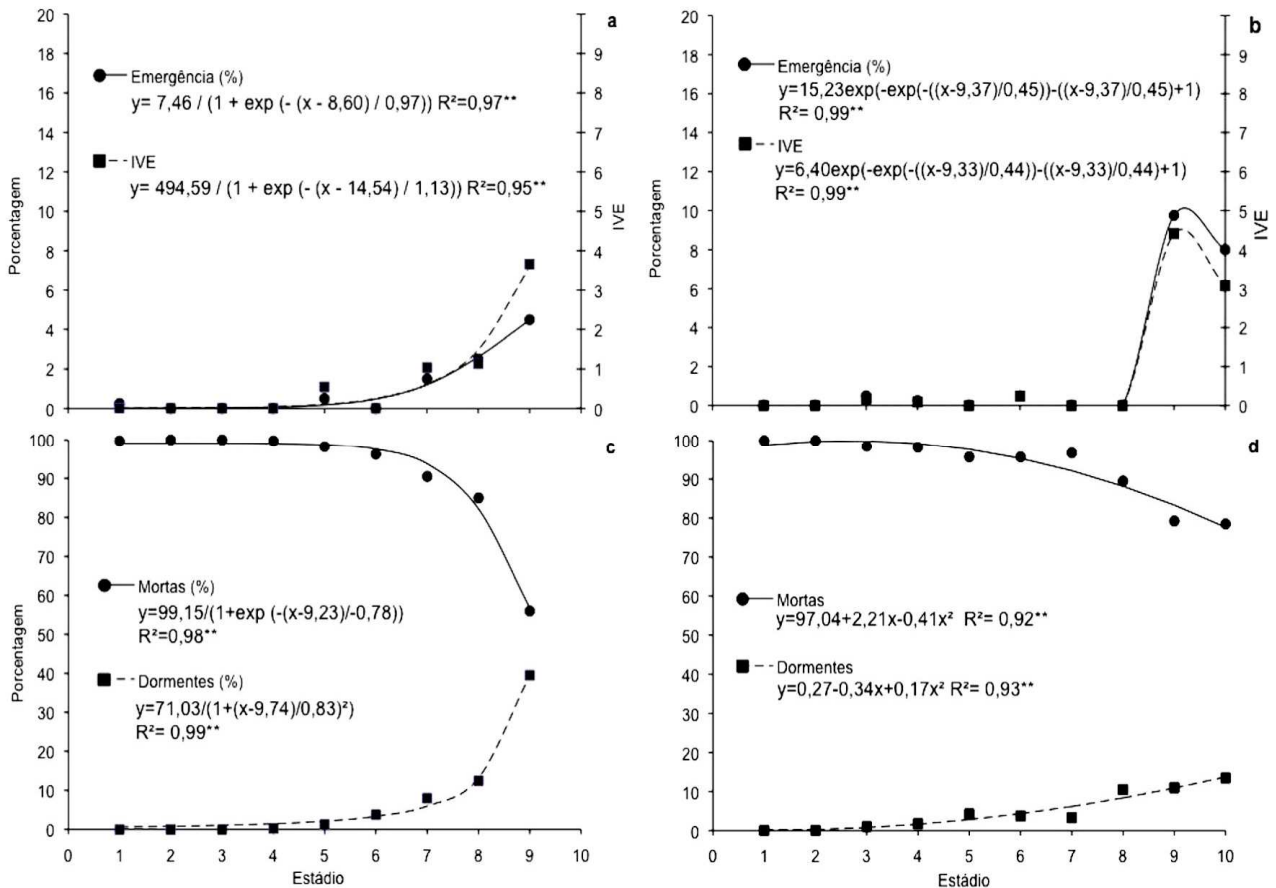
O máximo peso de matéria seca, também denominado de maturidade de massa, pode indicar o momento em que as sementes atingem a maturidade fisiológica, ocorrendo no nono e décimo estádios para *P. bahiensis* (7,3 mg) e para *P. lappulacea* (6,5 mg), respectivamente. Essa variável não deve ser utilizada como única indicadora, tem sido reportada como uma variável relacionada à maturidade de sementes (Leonhardt et al., 2001), mas tem apresentado

relações com o vigor das sementes, conforme demonstrado por Duarte et al. (2012) para os diásporos de *Acanthospermum hispidum* DC. Assim o maior tempo de investimento no crescimento e na acumulação de massa em diásporos e frutos de *P. bahiensis* podem resultar na maior sobrevivência das sementes em comparação com *P. lappulacea*, pois os envoltórios é que exercem a função de proteção nessas espécies.

Emergência, vigor e dormência - A emergência em *P. bahiensis* teve início a partir do estágio 5 (0,5%), atingindo valores máximos no estágio 9 com 3,3% (Figura 6a). Em *P. lappulacea* a

emergência se iniciou a partir do estágio 3 (0,5%), atingindo valores máximos no estágio 9 com 9,8% (Figura 6b).

Figura 6 - Emergência, índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas, dormência e mortalidade de sementes de *Priva* spp (Verbenaceae). a, c. *Priva bahiensis* A. DC.; b, d. *Priva lappulacea* (L.) Pers.



Coefficientes de determinação (R^2) seguidos por *, ** indicam variações significativas a 5% e a 1% de probabilidade respectivamente, pelo teste F.

A germinação de unidades apicais de dispersão de *Stachytarpheta cayennensis* (Verbenaceae), também foram menores do que as da porção proximal da inflorescência (Rossetto et al., 2000), os resultados observados no presente estudo concordam com os descritos pelos autores citados, o que sinaliza que as variações na maturação de inflorescências/infrutescências acrópetas de Verbenaceae podem ser comuns na família. Isso promove variações na habilidade de germinação e no grau de dormência na mesma estrutura reprodutiva.

Os percentuais de emergência, apesar de baixos, mostraram variações significativas ($p \leq 0,01$) entre os estádios das espécies estudadas, tendendo a se estabilizar aos 80 dias na avaliação de *P. bahiensis* e em mais de 100 dias para *P. lappulacea*. Rego et al. (2007) verificaram a germinação entre 8 e 36 dias para *Duranta vestita* Cham a qual foi relativamente

mais rápida que a das espécies estudada. O lento processo de emergência nas espécies estudadas no presente trabalho, demonstrou que a

dormência que foi maior ao final da maturação (Figuras 6c e 6d)) o que favorece a distribuição da germinação no tempo, contribuindo para ampliar as chances de sobrevivência.

As causas de dormência em sementes de Verbenaceae tem sido relacionadas à exigências de luz como em *Lippia filifolia* Mart. e Schauer que é fotoblástica negativa e *Lippia rotundifolia* Cham. que apresenta-se fotoblástica positiva (Pimenta et al., 2007), sendo necessário estudos complementares com *Priva* spp para confirmação do efeito desses fatores, uma vez que não foram feitos testes de germinação no escuro no presente estudo.

Adicionalmente, a diferença de quatro dias para o início da capacidade de emergência entre as espécies estudadas indicou que a habilidade em germinar de *P. lappulacea* foi mais precoce, confirmando a precocidade na consolidação dos tecidos embrionários. Além disso, aos 18 dias, a porcentagem de emergência foi mais que o dobro em *P. lappulacea* quando comparada à *P. bahiensis* (Figuras 6a e 6b).

O vigor das sementes representado pelo índice de velocidade de emergência (IVE) foi maior no estágio 9 para *P. bahiensis* e para *P. lappulacea* (Figuras 6a e 6b). Para a última espécie ocorreu redução no IVE do estágio 10, devido à redução da capacidade de emergência, e pela grande mortalidade de sementes (cerca de 80%) dos estádios finais (Figura 6d). Enquanto em *P. bahiensis* a redução na mortalidade, creditada a precocidade na consolidação dos tecidos de proteção, não proporcionou efeitos evidentes na germinação e no IVE, mas promoveu incrementos na dormência.

Com o avanço do processo de maturação houve aumento do vigor, conforme observado principalmente em *P. bahiensis* que exibiu aumento do IVE e menor mortalidade que *P. lappulacea*, concordando com os relatos de Rossetto et al. (2000) e de Leonhardt et al. (2001). Porém, a menor emergência de *P. bahiensis* em relação a *P. lappulacea* nos estádios finais, em conjunto com o maior grau de dormência limitaram a avaliação do vigor pelo IVE.

O desempenho germinativo permitiu verificar que *P. lappulacea* adota estratégia de perpetuação distinta da empreendida por *P. bahiensis*, por a produzir sementes que germinarão tão logo sejam dispersas com menor grau de dormência (Figuras 6b e 6d), e portanto

reduzindo a quantidade de sementes que permanecerão no banco de sementes do solo.

Em Verbenaceae as sementes podem apresentar capacidade de se manter viáveis no banco de sementes do solo por períodos de cerca de três anos ou mais, como em *Verbena officinalis* (Brändel & Schütz, 2003), *Premna serratifolia* (Yang et al., 2010), *Lantana camara* L. (Vivian-Smith, Panetta, 2009, & Osunkoya et al., 2013), confirmando a variação na capacidade de sobrevivência das sementes dessa família. A habilidade de sobrevivência é variável em espécies daninhas conforme relatou Chauhan (2012), assim, os resultados obtidos no presente estudo concordam com o relato dos autores citados.

O maior grau de dormência foi verificado para as sementes de *P. bahiensis* em comparação com as de *P. lappulacea* (Figuras 6c e 6d). Tal característica pode também ser interpretada como estratégia de sobrevivência, uma vez que *P. bahiensis* ocorre em locais mais heterogêneos com distribuição mais ampla, enquanto que para *P. lappulacea* foi verificada sua ocorrência em ambientes mais próximos à costa (Lima & França, 2007).

O maior acúmulo de massa seca, a máxima emergência e o máximo vigor representado pelo IVE ocorreram no nono estágio para ambas as espécies estudadas (Figuras 6e, 6f, 7a e 7b), indicando que a maturidade fisiológica das sementes de *P. bahiensis* e de *P. lappulacea* se deu cerca de 18 dias após a antese (estádio 9). Os critérios de maturidade fisiológica usados no presente estudo seguem aqueles adotados por Duarte et al. (2012) em *Acatospermum hispidum* DC. Mas para evitar a entrada de sementes viáveis no solo, o controle da *P. bahiensis* e de *P. lappulacea* deve ser realizado antes da maturidade fisiológica.

Conclusões

O máximo desenvolvimento morfológico dos diásporos e sementes de *P. bahiensis* é alcançado cerca de 10 dias após a antese e de *P. lappulacea* aos 18 dias após a antese.

A maturidade fisiológica das sementes em ambas as espécies estudadas é alcançada cerca de 18 dias após a antese.

As informações apresentadas além de permitirem determinar a maturidade fisiológica

das espécies de *Priva* estudadas também podem auxiliar na compreensão da dinâmica das populações, pois a formação de estruturas de dispersão epizootócica, dadas pelos tricomas e ganchos e a presença de sementes dormentes podem ser usadas na compreensão da ecologia das espécies e aplicadas em métodos de controle.

Referências

- Amaral, L. I. V., Pereira, M. F. D. A., & Cortelazzo, A. L. (2001). Formação das substâncias de reserva durante o desenvolvimento de sementes de urucum (*Bixa orellana* L. - Bixaceae). *Acta Botânica Brasileira*, 15 (1), 125-132.
- Araldi, R., Velini, E.D., Gomes, G. L. G. C., Carbonari, C. A., Alves, E., & Trindade, M.L.B. (2013). Variação do tamanho de sementes de plantas daninhas e sua influência nos padrões de emergência das plântulas. *Planta Daninha*, 31 (1), 117-126.
- Barroso, G. M., Morim, M. P., Peixoto, A. L., & Ichaso, C. L. F. (1999). *Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas* (443p). Viçosa: UFV.
- Brändel, M., & Shütz, W. (2003). Seasonal dormancy patterns and stratification requirements in seeds of *Verbena officinalis* L. *Basic and Applied Ecology*, 4, 329-337.
- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2009a). *Glossário ilustrado de morfologia* (406p). Brasília: MAPA/ACS.
- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (2009b). *Regras para análise de sementes* (399p). Brasília: MAPA/ACS.
- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (2014). *AGROFIT - Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários* [Software]. Recuperado em 5 abril, 2014, de http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons.
- Chauhan, B.S. (2012). *Weed management in direct-seeded rice systems* (20p). Los Baños, Philippines: International Rice Research Institute.
- David, A. M .S. S., Araújo, E.F., Araújo, R.F., Resende, M. A. V., Dias, D. C. F. S., & Nobre, D. A. C. (2013). Physiological quality of castor bean seeds originating from different racemes in the plant. *Journal of Seed Science*, 35 (2), 248-254.
- Dekker, J. (2011). *Evolutionary ecology of weeds* (305p). Iowa: Iowa State University Ames, Agronomy Department.
- Dias Filho, M. B. (1999) Potential for seed bank formation of two weed species from Brazilian Amazonia. *Planta Daninha*, 17 (2), 183-188.
- Duarte, E. F., Santos, J. A., Peixoto, J. S., & Santos, C. H. B. (2012). Maturação e dormência em diásporos de carrapicho-de-carneiro (*Acanthospermum hispidum* DC. - Asteraceae). *Revista Brasileira de Sementes*, 34 (3), 441-449.
- Duarte, E. F., Ramos, Y. C., & Aona-Pinheiro, L. Y. (2014). Aspectos morfofisiológicos que condicionam a habilidade competitiva em populações de picão-preto. *Revista de Biologia Neotropical*, 11 (1), 11-21.
- Duarte, E. F., Funch, L. S., Moreira, R. F. C., & Nakagawa, J. (2016). Produção e colheita de sementes de espécies florestais (Cap. 4., pp.59-102). In: Duarte, E. F (Org.) *Recursos e estratégias para a restauração florestal: ações para o Recôncavo da Bahia*. Cruz das Almas: EDUFRB.
- Engelmann, K., & Purugganan, M. (2006). The Molecular Evolutionary Ecology of Plant Development: Flowering Time in *Arabidopsis thaliana*. *Advances in Botanical Research*, 44, 507-526. DOI: 10.1016/S0065-2296(06)44013-1.
- Judd, W.S., Campbell, C.S., Kellogg, E.A., Stevens, P.F., & Donoghue, M.J. (2009). *Sistemática vegetal: um enfoque filogenético*. (3 ed., 632p). Porto Alegre: Artmed.
- Leonhardt, C., Tillmann, M. A. A., Villela, F. A., & Mattei, V.L. (2001). Maturação fisiológica de sementes de tarumã-de-espinho (*Citharexylum montevidense* (Spreng.) Moldenke – Verbenaceae), no Jardim Botânico de Porto Alegre, RS. *Revista Brasileira de Sementes*, 23 (1), 100-107.
- Lima, A. B., & França, F. (2007). Flora da Bahia: *Priva* - Adans. Verbenaceae. *Sitientibus Série Ciências Biológicas*, 7, 32-35.
- Lima, C. R., Bruno, R. L. A., Silva, K.R.G., Pacheco, M. V., Alves, E.U., & Andrade, A.P. (2012). Physiological maturity of fruits and seeds of *Poicianaella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz.

- Revista Brasileira de Sementes*, 34 (2), 231-240.
- Lorenzi, H. (2008). *Plantas daninhas do Brasil: Terrestre, aquáticas, parasitas e tóxicas*. (4 ed., 640p). Nova Odessa: Instituto Plantarum.
- Riihimäki, M., & Savolainen, O. (2004). Environmental and genetic effects on flowering differences between northern and southern populations of *Arabidopsis lyrata* (Brassicaceae). *American Journal of Botany*, 91 (7), 1036-1045.
- Maguire, J. D. (1962). Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, 2, 176-177.
- Marx, H. E., O'Leary, N., Yuan, Y.W., Lu-Irving, P., Tank, D.C., Múlgura, M. E., & Olmstead, R.G. A. (2010). Molecular phylogeny and classification of Verbenaceae. *American Journal of Botany*, 97 (9), 1647-1663.
- Medeiros, M. A., Granjeiro, L. C., Torres, S. B., & Freitas, A. V. L. (2010). Maturação fisiológica de sementes de maxixe (*Cucumis anguria* L.). *Revista Brasileira de Sementes*, 32 (3), 17-24.
- Monquero, P. A., & Christoffoleti, P. J. (2005). Banco de sementes de plantas daninhas e herbicidas como fator de seleção. *Bragantia*, 64, 203-209.
- Osunkoya, O. O., Perrett, C., Fernando, C., & Clark, C. (2013). Patterns of seed bank and size asymmetry of plant growth across varying sites in the invasive *Lantana camara* L. (Verbenaceae). *Plant Ecology*, 214, 725-736.
- Pimenta, M. R., Fernandes, L. S., Pereira, U. J., Garcia, L. S., Leal, S.R., Leitão, S. G., Salimena, F. R. G., Viccini, L. F., & Peixoto, P. H. P. (2007). Floração, germinação e estaquia de espécies de *Lippia* L. (Verbenaceae). *Revista Brasileira de Botânica*, 30, 211-220.
- Rego, S. S., Silva, A. J. C., Brondani, G. E., Grisi, F. A., Nogueira, A.C., & Kuniyoshi, Y.S. (2007). Caracterização morfológica do fruto, semente e germinação de *Duranta vestita* Cham. (Verbenaceae). *Revista Brasileira de Biociências*, 5, 474-476.
- Rossetto, C.A.V., Viegas, E.C., & Nakagawa, J. (2000). Germinação das unidades de dispersão de gervão-roxo. *Horticultura Brasileira*, 18, 114-118.
- Silva, L. M. M., Aguiar, I. B., Matos, V.P., Viégas, R. A., & Mendonça, I. F.C. (2008). Physiological maturity of *Cnidoscylus quercifolius* Pax & K. Hoffm. seeds. *Scientia Forestalis*, 36, 15-20.
- Souza, L. A., & Paoli, A. A. S. (2009). Estrutura da sementes In: Souza, L. A. (Org.) *Sementes e plântulas: germinação, estrutura e adaptação* (Cap. 1, pp.14-87). Ponta Grossa: Todopalavra.
- Tomaz, M. A., Araújo, E. F., Ferreira, F. A., & Sangrilo, E. (2004). Germinação de sementes de *Leonotis nepetaefolia*, em função do estágio de maturação e da posição do glomérulo na planta. *Planta Daninha*, 22 (3), 359-364.
- Wagner, G.J., Wang, E., & Shepherd, R. W. (2004). New approaches for studying and exploiting an old protuberance, the plant trichome. *Annals of Botany*, 93, 3-11.
- Van Der Pijl, L. (1972). *Principles of dispersal in higher plants*. (2 ed., 162p). New York: Springer Verlag.
- Vivian-Smith, G., & Panetta, F. D. (2009). *Lantana (Lantana camara)* seed bank dynamics: seedling emergence and seed survival. *Invasive Plant Science and Management*, 2, 141-150.
- Yang, J.C., Kuo, S.R., Lee, C. M. (2010). Germination and storage behavior of seeds of *Garcinia subelliptica* (Guttiferae), *Drypetes littoralis* (Euphorbiaceae), and *Premna serratifolia* (Verbenaceae). *Taiwan Journal Forest Science*, 25, 339-352.
- Rossetto, C.A.V., & Lembi, C. A. (2009). *Applied weed science* (561p). Columbus: Pearson Prentice Hall.

Recebido em: 23/03/2015
Aceito em: 22/08/2017