

ECOLOGIA DA GERMINAÇÃO DE UMA ESPÉCIE INVASORA EM POTENCIAL: *Dodonaea viscosa* Jacq.¹

GERMINATION ECOLOGY OF A POTENTIAL INVASIVE SPECIES: *Dodonaea viscosa* Jacq.

Aparecida Juliana Martins CORRÊA^{2,4}; Mariane Cristina INOCENTE²;
Fatima Conceição Márquez PIÑA-RODRIGUES³

RESUMO - *Dodonaea viscosa* Jacq. (Sapindaceae), espécie exótica, de origem australiana, é uma árvore com potencial para a recuperação de áreas degradadas, pois cresce rápido, tolera a seca, forma bancos de sementes no solo e possui boas taxas de germinação. Estas características permitem considerá-la também como invasora potencial, ao se dispersar agressivamente no ambiente, quando comparada às espécies nativas do Brasil. A germinação das sementes foi avaliada em três experimentos, sendo submetidas às seguintes condições: (a) duas intensidades de luz, sobre dois substratos, em cinco regimes de temperatura; (b) cinco comprimentos de onda luminosa, sobre papel filtro, a 30 °C; (c) ausência e presença de dormência, sobre vermiculita, a 25 °C, divididos por matrizes. Os testes demonstraram que as sementes possuem dormência física, germinaram melhor no escuro (ou luz verde), no intervalo entre 20 e 25 °C, características também observadas em espécies pioneiras e invasoras, como *Leucaena leucocephala* e *Pinus* spp., caracterizando-a como tal. Ressalta-se que o conceito de espécie invasora é muito amplo e dependente do contexto, permitindo múltiplas interpretações por parte dos autores, por isso, estudos do impacto da espécie no entorno são necessários, a fim de aliar a fisiologia à paisagem.

Palavras-chave: Dormência; Ecofisiologia; Ruderal; Vassourinha.

ABSTRACT - *Dodonaea viscosa* Jacq. (Sapindaceae), an alien species, with Australian origins, is a potential tree for recovering degraded areas, because it grows rapidly, tolerates drought, form seed banks in soil and has good germination rates. These features allow to regard it also as a potential invasive as it aggressively disperses in environments, when compared to other species. Seed germination was evaluated in three assays: (a) two light intensities on two substrates in five temperature regimes; (b) five wave length lights on filter paper at 30 °C; (c) absence and presence of dormancy, on vermiculite at 25 °C, divided into mother trees. Tests have shown the seeds had physical dormancy, sprouts germinated better in dark (or green light) between 20 to 25 °C, features also seen in pioneer and also considered invasive species, such as *Leucaena leucocephala* and *Pinus* spp., characterizing it as. It is emphasized that the concept of invasive species is very broad and dependent on context, allowing multiple interpretations by the authors, so studies of species impact on surroundings are necessary, in order to combine physiology with ecology landscape.

Keywords: Dormancy; Ecophysiology; Ruderal; Hopbush.

¹Recebido para análise em 14.10.2020. Aceito para publicação em 28.04.2021.

² Programa de Pós-Graduação em Planejamento e Uso de Recursos Renováveis, Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Ciências Ambientais, Rod. João Leme dos Santos, km 110, s/n, 18052-780, Sorocaba, SP, Brazil.

³ Universidade Federal de São Carlos, Centro de Ciências e Tecnologias para Sustentabilidade, Departamento de Ciências Ambientais, Rod. João Leme dos Santos, km 110, s/n, 18052-780, Sorocaba, SP, Brazil.

⁴ Autor para correspondência: Aparecida Juliana Martins Corrêa - jumartinscorrea@gmail.com

1 INTRODUÇÃO

Entre as características associadas às espécies invasoras está a sua alta capacidade de crescimento, desenvolvimento, proliferação e dispersão, podendo causar diversos tipos de danos ao ecossistema. Em geral, essas espécies possuem alta plasticidade fenotípica, com maior acesso aos poucos recursos disponíveis, dependendo do ambiente, seja por ação antrópica intencional ou acidental (Funk, 2008; Matos e Pivello, 2009).

Espécies exóticas costumam ser as principais espécies invasoras nos ambientes, sejam eles degradados ou não, mas algumas espécies nativas também podem apresentar as mesmas características, dependendo das condições ecológicas disponíveis (Matos e Pivello, 2009). Algumas espécies exóticas apresentam várias vantagens competitivas em contraste com as nativas, tais como rusticidade, adaptabilidade e potencial de disseminação no ambiente, capacidade de sobrevivência, velocidade de germinação e crescimento, facilidade de dispersão e manutenção de propágulos em condições desfavoráveis, além da não uniformidade na germinação, dificultando o controle químico (Silva e Silva, 2007).

No Brasil, espécies do gênero *Pinus* podem ser consideradas invasoras devido ao melhoramento genético, que as tornou mais tolerantes a diferentes condições pedológicas e climáticas, além de possuírem crescimento rápido e produção abundante de sementes (Carvalho et al., 2014). *Leucaena leucocephala* (Lam.) R. de Wit (Fabaceae: Mimosoideae) também é considerada espécie invasora, dada a sua capacidade de reprodução tanto sexuada como assexuada (rebrotas), crescimento rápido, período pré-reprodutivo curto, alta plasticidade e tolerância a diversos ambientes (Melo-Silva et al., 2014).

Dodonaea viscosa Jacq. (Sapindaceae) é uma espécie de características pioneiras, cujo centro de origem se localiza na Austrália (Al-Snafi, 2017), pouco exigente quanto às condições de solo e disponibilidade de nutrientes, emerge do banco de sementes em grandes quantidades, principalmente após a ocorrência de queimadas, formando áreas de alta densidade populacional (Anilreddy, 2009). Possui potencial de uso em recuperação de áreas degradadas, por comportar-se como espécie colonizadora em áreas mais áridas e rochosas (Bibi et al., 2014), apresentando tolerância à seca e alta produção de biomassa (Benítez-Rodríguez et al., 2014). No Estado do Paraná, a espécie consta na Lista Oficial de Espécies

Exóticas Invasoras, por meio da Portaria nº 125, de 07 de agosto de 2009 (Instituto Ambiental do Paraná, 2009). Considerando o exposto, o objetivo deste estudo foi determinar as características de germinação de sementes de *D. viscosa*, visando a avaliar o seu potencial como espécie invasora ou ruderal, também baseada em características encontradas em literatura.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da espécie

D. viscosa é considerada espécie cosmopolita, concentrada principalmente nos trópicos, incluindo o Brasil, e de ancestral comum na Austrália, subdividindo-se em duas sublinhagens regionais intraespecíficas e sete subespécies, distribuídas ao longo do globo terrestre (Harrington e Gadek, 2009). É uma planta arbóreo-arbustiva, alcança até 7 metros de altura, com copa arredondada e rala, folhas simples, alternas e com margens lisas, viscosas e resinosas, inflorescências amareladas, presentes entre maio e agosto (outono e inverno), fruto cápsula, produzido entre setembro e novembro (primavera) (Rani et al., 2009). Suas cascas e folhas são amplamente utilizadas na medicina natural para os mais diversos fins (Venkatesh et al., 2008).

2.2 Coleta de material e instalação de ensaios

Frutos de oito matrizes foram coletados na região de Sorocaba-SP (23° 22' 17,627"S e 47° 27' 50,616" O). As sementes foram extraídas por maceração, seguida do uso de soprador mecânico para limpeza e, logo após, homogeneizadas. Ensaios de pureza e peso de mil sementes foram realizados segundo as Regras para Análise de Sementes - RAS (Brasil, 2009). Para os estudos de ecologia de germinação foram instalados três ensaios, a fim de aferir: (a) presença de dormência, (b) comportamento da espécie em relação à luz, temperatura e substrato e (c) influência de diferentes comprimentos de onda luminosa na germinação.

No ensaio de dormência, foram avaliadas as sementes de três matrizes distintas, para comparar a germinação com e sem quebra de dormência. As sementes que passaram por tratamento pré-germinativo foram imersas em água quente (± 90 °C) por um minuto (Baskin et al., 2004). Para cada tratamento, foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes, a 25 °C, sob luz branca.

No ensaio de Luz (L), Substrato (S) e Temperatura (T), foi avaliada a resposta das sementes à presença (luz branca constante, a $100 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) e ausência de luz sobre dois substratos: um com baixa capacidade de retenção de água (papel filtro) e outro, com alta retenção (vermiculita), distribuídos em quatro temperaturas constantes (20, 25, 30, 35 °C) e uma alternada (20-30 °C), instaladas em germinador do tipo BOD por 40 dias, com quatro repetições de 25 sementes por tratamento, em delineamento inteiramente ao acaso, devido à distribuição totalmente aleatória das repetições, considerando um fatorial triplo, por conta dos fatores testados.

No último ensaio, foram testados cinco comprimentos de onda: luz branca (380-740 nm), vermelha (625-740 nm), vermelho longo (740-780 nm), verde (500-565 nm) e escuro, com quatro repetições de 25 sementes cada, sobre papel filtro, em BOD a 30 °C. Os espectros de luz verde e vermelha foram obtidos a partir de duas folhas de papel de acetato nas suas respectivas cores; para o vermelho-longo, uma folha de papel acetato azul intercalada a outra, vermelha, adaptando a metodologia proposta por Dissanayake et al. (2010); para o escuro, caixas de germinação (Gerbox®, 11 x 11 x 4 cm) de cor preta. Os Gerbox® então foram lacrados e colocados em germinadores com luz branca fria, a $100 \text{mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$.

Quando cabível, também optamos por realizar o tratamento pré-germinativo (com água quente a 100 °C por cinco minutos) nas sementes dos ensaios, a fim de evitar que a dormência impedisse a germinação, mascarando os efeitos dos demais fatores analisados (luz, temperatura e substrato).

2.3 Análise dos dados

A análise da germinação seguiu o critério botânico, com contagem do número de sementes germinadas a cada sete dias, conforme as Instruções para Análise de Sementes de Espécies Florestais (Brasil, 2013). O ensaio foi encerrado aos 40 dias após a instalação do teste.

Para cada experimento, os resultados quanto ao número de sementes germinadas foram submetidos à avaliação quanto à homogeneidade

de variâncias (Levene, $\alpha=5\%$), distribuição da normalidade (Shapiro-Wilk, $\alpha=5\%$), análise de variância e Kruskal-Wallis, na ausência de normalidade ($\alpha=5\%$) (Santana e Ranal, 2004).

Os dados foram processados em planilhas eletrônicas e *software* R, pacotes “agricolae” (R Core Team, 2020; Mendiburu, 2015), “car” (Fox e Weisberg, 2019) e “ExpDes.pt” (Ferreira et al., 2021).

2.4 Caracterização do potencial invasor

Após os ensaios em laboratório, com a finalidade de avaliar o potencial de *D. viscosa* como espécie invasora, foi feito um estudo comparativo, embasado em dados e revisão de literatura, considerando a presença ou ausência de características determinantes para a classificação de uma espécie como invasora, com o observado em outras espécies assim consideradas: *L. leucocephala* e *Pinus* spp.

Os parâmetros adotados foram: alelopatia, crescimento rápido, grande porte, período pré-reprodutivo curto, pioneira heliófita, produção de sementes em grande quantidade, rebrota, reprodução sexuada e assexuada e tolerância a ambientes diversos (Richardson et al., 1994; Rejmánek e Richardson, 1996; Pysek et al., 2004; Costa e Durigan, 2010; Zenni e Ziller, 2011).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação à presença de dormência em sementes de *D. viscosa*, observou-se, para as três matrizes analisadas, variação na resposta entre as diferentes matrizes quanto a germinação das sementes que passaram por tratamento pré-germinativo. Não houve diferença entre os tratamentos apenas para a matriz 1, com germinação abaixo dos 10%, independente do tratamento pré-germinativo. Já nas matrizes 2 e 3, houve diferença entre os lotes para os tratamentos pré-germinativos utilizados, indicando a presença de sementes dormentes e não dormentes (Figura 1). Diversos trabalhos apontam que as sementes de *D. viscosa* apresentaram dormência física (Hodgkinson e Oxley, 1990; Kladiano e Morfin, 1994; Burrows, 1995; Rosa e Ferreira, 2001; Baskin et al., 2004; Phartyal et al., 2005; Benítez-Rodríguez et al., 2014).

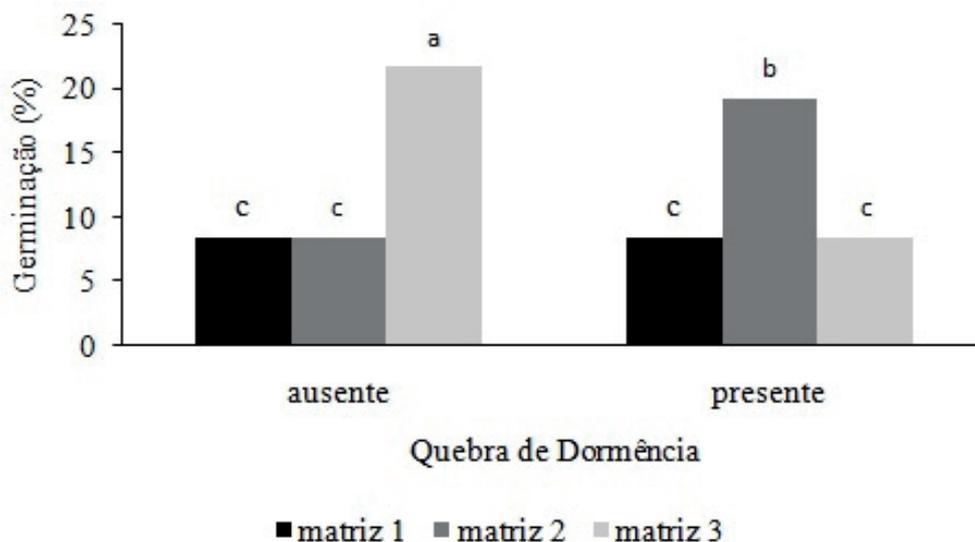


Figura 1. Presença e ausência de dormência em sementes de *Dodonaea viscosa*, coletadas em três matrizes distintas.

Figure 1. Presence and absence of dormancy in seeds of *Dodonaea viscosa* collected in three different mother trees.

Estudos indicam que a espécie precisa de altas temperaturas no solo (acima de 60 °C), ou choque em água quente (entre 70 a 90 °C) (Baskin et al., 2004; Benítez-Rodríguez et al., 2014; Al-Namazi et al., 2020), para a quebra da dormência (Jaganathan e Liu, 2014). De acordo com Baskin et al. (2004), outros métodos para a espécie também podem ser utilizados para a quebra de dormência, tais como embebição das sementes em água a temperatura ambiente por um período de 24 horas, choque térmico em água fervente, uso de fogo, imersão em água quente (variando de 75 a 90 °C) por quatro ou oito minutos, enterrar no solo por vários meses, escarificação mecânica do tegumento, ou uso de ácido sulfúrico.

Uma vez que a dormência pode estar relacionada à maturação das sementes na planta-mãe, aquelas que germinaram, mesmo sem passar por tratamento pré-germinativo, poderiam não ter atingido maturidade fisiológica no momento da

coleta (Jaganathan e Liu, 2014), o que explicaria o ocorrido, visto que sementes em diferentes estágios de desenvolvimento apresentam diferentes níveis de dormência, uma vez que esta pode ser adquirida durante o desenvolvimento (Bewley et al., 2013). Porém, este nem sempre pode ser considerado fator dominante de dormência para a espécie, pois tanto a impermeabilidade do tegumento, quanto a imaturidade do embrião (Khan e Ismail, 2019), e a própria adaptação genética ao hábitat (Al-Namazi et al., 2020) podem influenciar a dormência.

Quanto ao teste fatorial, combinando luz, temperatura e substrato, houve heterogeneidade de variâncias ($p=0,04565$, $\alpha=0,05$) e normalidade dos resíduos ($p=0,1083682$, $\alpha=0,05$). A análise de variância mostrou que houve diferença significativa entre os fatores analisados isoladamente ($L=0,0028$; $T=0,0000$; $S=0,0025$; $\alpha=0,05$), sem diferença entre as suas interações (Tabela 1).

Tabela 1. Influência dos fatores Luz (L), Temperatura (T) e Substrato (S), atuando isoladamente e em conjunto sobre a taxa de germinação de *Dodonaea viscosa*. Ano: 2013.

Table 1. Influence from factors Light (L), Temperature (T) and Substratum (S), acting singly and together over germination rates from *Dodonaea viscosa*. Year: 2013.

Fator	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Luz (L)	1	1540,0125	1540,0125	9,6970	0,0028*
Temperatura (T)	4	55883250	1397,0813	8,7970	0,0000*
Substrato (S)	1	1575,3125	1575,3125	9,9193	0,0025*
L x T	4	456,9250	114,2313	0,7193	0,5821 ^{ns}
L x S	1	49,6125	49,6125	0,3124	0,5783 ^{ns}
T x S	4	1483,8750	370,9688	2,3359	0,0656 ^{ns}
L x T x S	4	1291,0750	322,7688	2,0324	0,1012 ^{ns}
Resíduo	60	9528,7500	158,8125		
Total	79	21513,8875			

GL = Graus de Liberdade, SQ = Soma de Quadrados do Fator, QM = Quadrado Médio do Fator, Fc = F calculado, Pr>Fc = valor de p sobre o F calculado. * = significativo à 0,05%, ns = não significativo.

GL = Degrees of Freedom, SQ = Factor Sum of Squares, QM = Factor Medium Square, Fc = calculated F, Pr> Fc = p-value over calculated F, * = significant at 0,05%, ns = not significant.

A partir dos resultados da análise de variância, os testes de Tukey para os fatores isolados mostraram que o escuro predominou sobre

a luz branca, temperaturas entre 20 e 25 °C tiveram melhor desempenho e a vermiculita foi melhor que o papel-filtro (Tabela 2).

Tabela 2. Médias dos fatores isolados (Luz, Temperatura e Substrato) sobre a taxa de germinação de *Dodonaea viscosa*. Ano: 2013.

Table 2. Means from isolated factors (Light, Temperature, Substratum) over germination rates from *Dodonaea viscosa*. Year: 2013.

Fator	Tratamento	Média
Luz	Escuro	46,725a
	Luz	37,950b
Temperatura	20 °C	53,438a
	25 °C	48,813ab
	30 °C	40,313bc
	20-30 °C	40,000bc
	35 °C	29,125c
Substrato	Vermiculita	46,775a
	Papel-Filtro	37,900b

Letras iguais não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo Teste de Tukey.

Equal letters do not differ statistically from each other, at the level of 5% probability of error by Tukey Test.

Já quanto ao comprimento de onda, os melhores resultados ocorreram para o verde (17,8%) e para o escuro

(15,3%), ou seja, a ausência de luz foi o fator determinante para a eficiência da germinação da espécie (Figura 2).

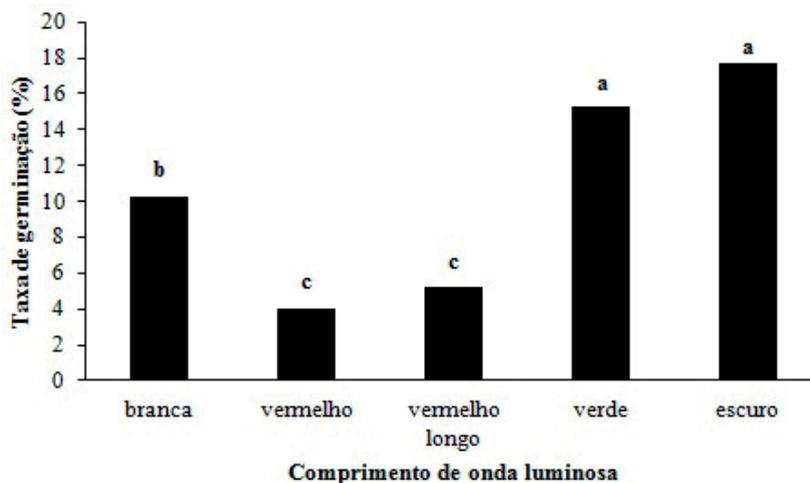


Figura 2. Taxas de germinação para *Dodonaea viscosa*, sob cinco regimes diferentes de luz (branca, vermelho, vermelho longo, verde e escuro). Ano: 2013. Letras iguais não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo Teste de Tukey.

Figure 2. Germination rates for *Dodonaea viscosa*, under five different light regimes (white, red, long red, green and dark). Year: 2013. Equal letters do not differ statistically from each other, at the level of 5% probability of error by Tukey Test.

Um melhor desempenho de germinação no escuro nos permite ligar este comportamento à formação de banco de sementes no solo. Benítez-Rodríguez et al. (2014) observaram que, no solo, as sementes de *D. viscosa* levaram cerca de 75 dias para germinar do banco de sementes, considerando as flutuações de temperatura e precipitação numa área recentemente colonizada, e mesmo assim, a população considerada manteve altas taxas de dormência, possibilitando a formação de um banco de sementes permanente, germinando em diferentes períodos ao longo dos anos (Jaganathan e Liu, 2014; Jaganathan, 2016; Al-Namazi et al., 2020). A produção de grandes quantidades de sementes, aliada a diferentes níveis de dormência, é benéfica para a colonização de ambientes (Venable, 1985). Além disso, alta taxa de crescimento, facilidade de ocupar diferentes ambientes e melhor aproveitamento dos recursos são estratégias fundamentais para o estabelecimento das espécies (Wright et al., 2004).

D. viscosa é uma espécie encontrada em áreas abandonadas pela agropecuária, devido às dificuldades de manejo para aproveitamento em

outras culturas (Biali et al., 2016). A IUCN estabelece dois critérios para considerar uma espécie invasora: a seriedade do impacto na diversidade das espécies e/ou nas atividades humanas e sua demonstração quanto a importantes questões sobre invasões biológicas (Lowe et al., 2000). Já os critérios de caracterização de uma espécie como invasora neste artigo (Tabela 3) foram listados conforme definido pelo Banco de dados da I3N Brasil (I3N-Brasil, 2010), uma vez que considera que espécies invasoras sejam aquelas que se estabelecem e habitam em novos ambientes sem assistência humana direta (Zenni e Ziller, 2011).

Características consideradas de espécies invasoras são: grande quantidade e distância de dispersão de propágulos (ou sementes) produzidas (Rejmánek, 1996a; Rejmánek e Richardson, 1996; Foster, 2001; Holmes, 2002; Myers e Bazely, 2003), tipo de dispersão (Rejmánek, 1996a; Vilà e D'Antonio, 1998; Pakeman, 2001; Van der Wall, 2002), mecanismos de defesa (Hutchenson, 1998; Siemann e Rogers, 2003), recursos necessários para estabelecimento (Alpert et al., 2000; Leishman et al., 2004; Funk e Vitousek, 2007), competitividade com as

espécies nativas (Corbin e D'Antonio, 2004; Vilà e Weiner, 2004; Matzek, 2012; Munzbergova et al., 2013), tamanho da semente (Rejmánek e Richardson, 1996; Buckley et al., 2003), rápido crescimento (Rejmánek e Richardson, 1996; Grotkopp et al., 2002), formação de banco de sementes no solo (Holmes, 2002; Christian e Stanton, 2004; Richardson e Kluge, 2008; Foxcroft et al., 2011; Gioria et al., 2014), falta de predadores naturais, tolerância à diversidade ambiental, alelopatia (Bajwa et al., 2016) e maior plasticidade fenotípica

(Matzek, 2012; Munzbergova et al., 2013). Ainda que consideradas invasoras, nem todas as espécies se comportam como tal, por não se expandirem sobre ecossistemas naturais e nem ocuparem novas áreas, mesmo que tenham sido definidas assim (Costa e Durigan, 2010). Estas espécies podem ser classificadas como ruderais, por proliferarem principalmente em áreas perturbadas, impedindo o estabelecimento de espécies nativas, uma vez que, naturalmente, algumas áreas são mais propícias à invasão.

Tabela 3. Lista de características identificadas para espécies invasoras (Richardson et al., 1994; Rejmánek e Richardson, 1996; Pysek et al., 2004; Costa e Durigan, 2010; Zenni e Ziller, 2011). Em negrito, estão aquelas consideradas como pertencentes às espécies invasoras.

Table 3. List of identified features for invasive species (Richardson et al., 1994; Rejmánek e Richardson, 1996; Pysek et al., 2004; Costa e Durigan, 2010; Zenni e Ziller, 2011). Features in bold represent the characteristics considered as belonging to the invasive species.

Característica	<i>Leucaena leucocephala</i>	<i>Pinus</i> spp.	<i>Dodonaea viscosa</i>
Alelopatia	Presente (Singh et al., 1999; Hata et al., 2007; Ishak et al., 2016; Boaprem, 2019)	Presente (Abreu e Durigan, 2011)	Presente (Maraschin-Silva e Aqüila, 2005; Barkatullah e Ibrar, 2010; Rowshan et al., 2014)
Rebrota	Presente (Hughes, 2010)	Presente (Bechara et al., 2014)	Ausente
Crescimento rápido	Presente (Blossey e Nötzold, 1995; Costa e Durigan, 2010; Hughes, 2010)	Presente (Richardson e Rejmánek, 2004; Kronka et al., 2005; Taylor et al., 2016)	Presente
Pioneira heliófita	Presente (Rejmánek, 1996b)	Presente (Morgan et al., 1983; Despain, 2001; Richardson e Rejmánek, 2004; Falleiros et al., 2011)	Presente (Reitz, 1980)
Produção de sementes em grande quantidade	Presente (Noble, 1989; Hughes, 2010; Marques et al., 2014)	Presente (Richardson e Rejmánek, 2004; Zanchetta e Pinheiro, 2007)	Presente (Venable, 1985; Baskin e Baskin, 1998; Jaganathan e Liu, 2014; Jaganathan, 2016)
Reprodução sexuada e assexuada	Presente (Costa e Durigan, 2010)	Apenas sexuada	Presente (West, 1984; Lawal e Yunusa, 2013)
Período pré-reprodutivo curto	Presente (Kaminski et al., 2000; Walton, 2003)	Presente (Richardson et al., 1994; Rejmánek e Richardson, 1996; Richardson e Rejmánek, 2004)	Não observado
Tolerância à ambientes diversos	Presente (Costa e Durigan, 2010; Hughes, 2010; Olckers, 2011)	Presente (Richardson e Rejmánek, 2004; Falleiros et al., 2011)	Presente (West, 1984; Venable, 1985)
Grande porte	Ausente (Hughes, 2010)	Presente (Calviño-Cancela e van Etten, 2018)	Ausente (West, 1984)

Entre as características consideradas de espécies invasoras, *D. viscosa* apresentou presença de alelopatia, crescimento rápido, produção de sementes em grandes quantidades e tolerância a diversos ambientes, além de ser pioneira e heliófita (Tabela 3). Não foi verificado potencial de rebrota para *D. viscosa*, assim como existe para *L. leucocephala* (Xavier et al., 2008). Saiter et al. (2012) quantificaram trechos perturbados de restinga arbórea no estado do Espírito Santo e constataram que *D. viscosa* só existe nestas áreas devido a perturbações, e sua abundância é determinada pela intensidade destas perturbações. Devido à capacidade de formar aglomerados populacionais densos e caracteristicamente dominantes, Maraschin-Silva e Aquila (2005) identificaram que *D. viscosa* é alelopática, usando a alface (*Lactuca sativa* L. (Asteraceae)) como espécie-alvo. Neste estudo, os efeitos alelopáticos não ocorreram apenas durante a germinação, mas também no desenvolvimento vegetativo, apresentando principalmente redução no eixo hipocótilo-raiz das plantas-alvo. Evidências do comportamento alelopático de *D. viscosa* em plantas de alecrim (*Rosmarinus officinalis* L. (Lamiaceae)), a partir do uso de óleos essenciais extraídos das folhas, sugeriram que a espécie não permite o crescimento de outras em seu entorno, ao formar seus aglomerados (Rowshan et al., 2014). Seu comportamento em campo é bastante parecido com *L. leucocephala*, pois além de ambas serem pioneiras, também possuem dormência tegumentar, formam aglomerados, podendo ocasionar perdas de diversidade de outras espécies, propagando-se principalmente através de sementes, que são produzidas em grandes quantidades, embora sejam de famílias botânicas bastante diferentes (Baskin et al., 2004; Dalmolin et al., 2011; Fonseca e Jacobi, 2011).

Classificar uma espécie como invasora ou ruderal, para a sua utilização nos estudos de recuperação de áreas degradadas, depende dos objetivos dos projetos de recuperação, ou seja, quais são seus objetivos de recuperação: apenas recuperar áreas degradadas com quaisquer espécies, seguir critérios legais para recuperação de áreas ou utilizar protocolos de recomposição ambiental com espécies nativas, por exemplo. Assim como *L. leucocephala*, espécies do gênero *Pinus* também são consideradas invasoras e/ou ruderais. Enquanto a chuva de sementes em *Pinus* é contínua, a frutificação de *D. viscosa* ocorre entre setembro e novembro e, portanto, descontinua (Bechara et al., 2014).

Outras classificações conflitantes podem estar ligadas ao valor econômico e à capacidade de se naturalizar e espalhar em áreas perturbadas (Olckers, 2011). O conhecimento técnico também influencia as percepções e conclusões dos agentes que definem o conceito de espécie invasora (Goodland et al., 1998), cujos impactos podem ser positivos ou negativos, seja na economia, na ecologia ou na sociedade, além de serem dependentes do referencial adotado (Thiele et al., 2010; Kull et al., 2011; Dodet e Collet, 2012).

É possível, porém, que espécies invasoras consigam estabelecer relações neutras e/ou positivas com outras espécies colonizadoras, permitindo o estabelecimento de plântulas de outras espécies embaixo das copas, já que árvores maiores podem funcionar como poleiros de animais, concentrando espécies zoocóricas em volta destas (Abreu e Durigan, 2011). Além disso, a idade da espécie invasora dentro de comunidades vegetais também pode influenciar a própria composição da comunidade: quando juvenis, menor será a diferença; quando mais velhas, podem ser agentes de nucleação para espécies tolerantes à sombra e inibir o crescimento das pioneiras (Fischer et al., 2014). Esta avaliação, portanto, pode ser aplicada à *D. viscosa*, que assim como *L. leucocephala*, também apresenta várias características de espécie invasora (Tabela 3). Com relação à alelopatia, tanto *L. leucocephala*, como *D. viscosa* tiveram comportamento semelhante (Mauli et al., 2009; Barkatullah e Ibrar, 2010), influenciando as taxas de germinação de outras espécies. Inclusive, em *D. viscosa*, as maiores concentrações de extrativos alelopáticos são encontradas nas folhas (Barkatullah e Ibrar, 2010).

Considerando que o conceito de espécie invasora é muito amplo e dependente do contexto do estudo, contar apenas com dados fisiológicos não seria adequado à avaliação completa do comportamento de uma espécie, sendo necessários estudos que avaliem o impacto da distribuição da espécie numa comunidade ecológica, a fim de atestar o seu comportamento com relação à outras espécies, para então, classificá-la como invasora. Essa discussão também se tem concentrado mais em questões como o tipo de introdução (direta, acidental), a escala ocupada pela espécie no ambiente, as questões edafoclimáticas ótimas para o seu crescimento e o impacto de sua introdução com relação às

espécies nativas no ambiente (Foxcroft et al., 2011; Vilà e Ibañez, 2011; Hulme et al., 2013; Van Kleunen et al., 2014; Bajwa et al., 2016) e menos aos aspectos intrínsecos propriamente ditos das espécies. Mesmo que várias características possam ser utilizadas para classificar uma espécie como invasora, não existe uma regra universal para determinar o potencial invasor de uma espécie, já que é necessário avaliar o contexto em que estão inseridas, o que nem sempre é considerado nos estudos (Van Kleunen et al., 2014). Além disso, nem sempre as características de plantas nativas e invasoras são tão diferentes, uma vez que os caracteres devem ser escolhidos de acordo com a comunidade como um todo, e não considerando apenas uma espécie (Hulme e Bernard-Verdier, 2018). Assim, a definição de uma espécie como invasora está conectada a muitos fatores, uma vez que a invasão é um processo em nível de comunidades (Funk, 2013): depende de características fisiológicas (propagação, tipo e frequência de distúrbios e limitação dos recursos). Por isso, a melhor forma de entender a invasão de uma espécie é integrando as informações sobre distúrbios, da comunidade local, das características de espécies invasoras e da demografia (Stevens e Beckage, 2009). Plantas invasoras são mais eficientes do que as nativas quanto ao aproveitamento de nutrientes e luz (Funk e Vitousek, 2007), mas não há um conjunto único de caracteres que as descrevam como tal (Davies, 2009). Essa ciência, da invasão biológica, acaba sendo então tendenciosa e restrita, pois as espécies nunca foram introduzidas aleatoriamente (Zenni e Nuñez, 2013).

4 CONCLUSÕES

D. viscosa germina principalmente no escuro, tolerando variações de temperatura das áreas tropicais (de 20 a 35 °C). Pelas características observadas tanto na literatura e em laboratório, relacionadas à fisiologia das sementes, a espécie mostrou características de comportamento invasor e/ou ruderal, por se distribuir principalmente em ambientes mais degradados.

5 AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelo fomento; à Brasil Verde Soluções Ambientais, pelo fornecimento das sementes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, R.C.R.; DURIGAN, G. Changes in the plant community of a Brazilian grassland savannah after 22 years of invasion by *Pinus elliottii* Engelm. **Plant Ecology & Diversity**, v. 4, n. 2-3, p. 269-278, 2011.

AL-NAMAZI, A.A. et al. Seed dormancy and germination in *Dodonaea viscosa* (Sapindaceae) from south-western Saudi Arabia. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 27, n. 9, p. 2420-2424, 2020.

AL-SNAFI, A.L. A review on *Dodonaea viscosa*: a potential medicinal plant. **IOSR Journal of Pharmacy**, v. 7, n. 2, p. 10-21, 2017.

ANILREDDY, B. Preparation, characterization and biological evaluation of some overview of *Dodonaea viscosa* Linn. **Journal of Pharmaceutical Science and Technology**, v. 1, n. 1, p. 1-9, 2009.

ALPERT, P.; BONE, E.; HOLZAPFEL, C. Invasiveness, invasibility and the role of environmental stress in the spread of non-native plants. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, v. 3, p. 52–66, 2000.

BAJWA, A.A. et al. What do we really know about alien plant invasion? A review of the invasion mechanism of one of the world's worst weeds. **Planta**, v. 244, p. 39-57, 2016.

BARKATULLAH, F.H.; IBRAR, M. Allelopathic potential of *Dodonaea viscosa* (L.) Jacq. **Pakistan Journal of Botany**, v. 42, n. 4, p. 2383-2390, 2010.

BASKIN, C.C.; BASKIN, J.M. **Seeds: Ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination**. San Diego, US: Academic Press, 1998. 666 p.

BASKIN, J. M. et al. Physical dormancy in seeds of *Dodonaea viscosa* (Sapindales, Sapindaceae) from Hawaii. **Seed Science Research**, v. 14, p. 81-90, 2004.

BECHARA, F.C.; REIS, A.; TRENTIN, B.E. Invasão biológica de *Pinus elliottii* var. *elliottii* no Parque Estadual do Rio Vermelho, Florianópolis, SC. **Floresta**, v. 44, n. 1, p. 63-72, 2014.

- BENÍTEZ-RODRÍGUEZ, L. et al. Effects of seed burial on germination, protein mobilisation and seedling survival in *Dodonaea viscosa*. **Plant Biology**, v. 16, p. 732-739, 2014.
- BEWLEY, J.D. et al. Dormancy and the control of germination. In: BEWLEY, J.D. et al. (Ed.). **Seeds: physiology of development, germination and dormancy**. 3ed. New York: Springer, 2013. p. 247-297.
- BIALI, L.J. et al. Comunidades arbustivo-arbóreas de áreas de vegetação secundária dominada pela *Dodonaea viscosa*. **Caderno de Pesquisa, série Biologia**, v. 28, n. 1, p. 24-33, 2016.
- BIBI, H. et al. Morphological and anatomical studies on selected dicot xerophytes of District Karak, Pakistan. **American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences**, v. 14, n. 11, p. 1201-1212, 2014.
- BLOSSEY, B.; NÖTZOLD, R. Evolution and increased competitive ability in invasive nonindigenous plants: a hypothesis. **Journal of Ecology**, v. 83, n. 5, p. 887-889, 1995.
- BOAPREM, P. Allelopathic effects of leucaena leaves extract (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit) on the growth of rice (*Oryza sativa* L.), wrinkle duck-beak (*Ischaemum rugosum* Salisb), and mung bean (*Vigna radiata* (L.) R. Wilczek). **Songklanakarin Journal of Science and Technology**, v. 41, n. 3, p. 619-623, 2019.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 395p.
- _____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instruções para análise de espécies florestais**. Brasília: MAPA/ACS, 2013. 98 p.
- BUCKLEY, Y. et al. Are invasives bigger? A global study of seed size variation in two invasive shrubs. **Ecology**, v. 84, p. 1434-1440, 2003.
- BURROWS, C. Germination behaviour of the seeds of six New Zealand woody plant species. **New Zealand Journal of Botany**, v. 33, p. 365-377, 1995.
- CALVIÑO-CANCELA, M.; VAN ETTEN, E.J.B. Invasive potential of *Eucalyptus globulus* and *Pinus radiata* into native eucalypt forests in Western Australia. **Forest Ecology and Management**, v. 424, p. 246-258, 2018.
- CARVALHO, J. et al. Exóticas invasoras nas rodovias BR 277, PR 508, PR 407, Paraná, Brasil. **Floresta**, v. 44, n. 2, p. 249-258, 2014.
- CHRISTIAN, C.E.; STANTON, M.L. Cryptic consequences of a dispersal mutualism: seed burial, elaiosome removal, and seed-bank dynamics. **Ecology**, v. 85, p. 1101-1110, 2004.
- CORBIN, F.D.; D'ANTONIO, C.M. Competition between native perennial and exotic annual grasses: implications for an historical invasion. **Ecology**, v. 85, p. 1273-1283, 2004.
- COSTA, J.N.M.N.; DURIGAN, G. *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. (Fabaceae): invasora ou ruderal? **Árvore**, v. 34, n. 5, p. 825-833, 2010.
- DALMOLIN, M.F.S.; MALAVASI, U.C.; MALAVASI, M.M. Dispersão e germinação de sementes de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit na região oeste do Paraná. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n. 1, p. 355-362, 2011.
- DAVIES, M.A. **Invasion Biology**. Oxford, UK: Oxford University Press, 2009. 288p.
- DESPAIN, D.G. Dispersal ecology of lodgepole pine (*Pinus contorta* Dougl.) in its native environment as related to Swedish forestry. **Forest Ecology and Management**, v. 141, p. 59-68, 2001.
- DISSANAYAKE, P.; GEORGE, D.L.; GUPTA, M.L. Effect of light, gibberellic acid and abscisic acid on germination of guayule (*Parthenium argentatum* Gray) seed. **Industrial Crops and Products**, v. 32, n. 2, p. 111-117, 2010.

- DODET, M.; COLLET, C. When should exotic forest plantation tree species be considered as an invasive threat and how should we treat them? **Biological Invasions**, v. 14, p. 1765-1778, 2012.
- FALLEIROS, R.M.; ZENNI, R.D.; ZILLER, S.R. Invasão e manejo de *Pinus taeda* em campos de altitude do Parque Estadual do Pico Paraná, Paraná, Brasil. **Floresta**, v. 41, n. 1, p. 123-134, 2011.
- FERREIRA, E.B.; CAVALCANTI, P.P.; NOGUEIRA, D.A. **ExpDes.pt**: Pacote Experimental Designs (Português). R package version 1.2.1. Disponível em: <<https://CRAN.R-project.org/package=ExpDes.pt>>. Acesso em: 26 abr. 2021.
- FISCHER, F.M. et al. The role of invasive pine on changes of plant composition and functional traits in a coastal dune ecosystem. **Brazilian Journal of Nature Conservation**, v. 12, n. 1, p. 19-23, 2014.
- FONSECA, N.G.; JACOBI, C.M. Desempenho germinativo da invasora *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. e comparação com *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. E *Caesalpinia pulcherrima* (L.) Sw. (Fabaceae). **Acta Botanica Brasilica**, v. 25, n. 1, p. 191-197, 2011.
- FOSTER, B.L. Constraints on colonization and species richness along a grassland productivity gradient: the role of propagule availability. **Ecology Letters**, v. 4, p. 530-535, 2001.
- FOX, J.; WEISBERG, S. **An {R} Companion to Applied Regression**, Third Edition, Thousand Oaks CA: Sage, 2019. Disponível em: <<https://socialsciences.mcmaster.ca/jfox/Books/Companion/>>. Acesso em: 26 abr. 2021.
- FOXCROFT, L.C.; PICKETT, S.T.A.; CADENASSO, M.L. Expanding the conceptual frameworks of plant invasion ecology. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, v. 13, n. 2, p. 89-100, 2011.
- FUNK, J.L. Differences in plasticity between invasive and native plants from a low resource environment. **Journal of Ecology**, v. 96, p. 1162-1173, 2008.
- FUNK, J.L. The physiology of invasive plants in low-resource environments. **Conservation Physiology**, v. 1, n. 1, p. 1-17, 2013.
- _____; VITOUSEK, P.M. Resource use efficiency and plant invasion in low-resource systems. **Nature**, v. 446, p. 1079-1081, 2007.
- GIORIA, M.; JAROŠÍK, V.; PYŠEK, P. Impact of invasions by alien plants on soil seed bank communities: Emerging patterns. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, v. 16, n. 3, p. 132-142, 2014.
- GOODLAND, T.C.R.; HEALEY, J.R.; BINGGELI, P. Control and management of invasive alien woody plants in tropics. **School of Agricultural and Forest Sciences**, n. 14, p.1-21, 1998.
- GROTKOPP, E.; REJMÁNEK, M.; ROST, T.L. Toward a causal explanation of plant invasiveness: seedling growth and life-history strategies of 29 Pine (*Pinus*) species. **The American Naturalist**, v. 159, p. 396-419, 2002.
- HARRINGTON, M.G.; GADEK, P.A. A species well traveled - the *Dodonaea viscosa* (Sapindaceae) complex based on phylogenetic analyses of nuclear ribosomal ITS and ETSF sequences. **Journal of Biogeography**, v. 36, p. 2313-2323, 2009.
- HATA, K.; SUZUKI, J.I.; KACHI, N. Effects of an alien shrub species, *Leucaena leucocephala*, on establishment of native mid-successional tree species after disturbance in the national park in the Chichijima island, a subtropical oceanic island. **Tropics**, v. 16, n. 3, p. 283-290, 2007.
- HODGKINSON, K.; OXLEY, R.E. Influence of fire and edaphic factors on germination of the Arid Zone shrubs *Acacia aneura*, *Cassia nemophila* and *Dodonaea viscosa*. **Australian Journal of Botany**, v. 38, n. 3, p. 269-279, 1990.
- HOLMES, P.M. Depth distribution and composition of seed-banks in alien invaded and uninvaded fynbos vegetation. **Austral Ecology**, v. 27, p.110-120, 2002.

HUGHES, C. **Global Invasive Species Database**, *Leucaena leucocephala*. 2010. Disponível em: <<http://www.iucngisd.org/gisd/species.php?sc=23>>. Acesso em: 20 jan. 2021.

HULME, P.E.; BERNARD-VERDIER, M. Comparing traits of native and alien plants: Can we do better? **Functional Ecology**, v. 32, p. 117-125, 2018.

_____. et al. Bias and error in understanding plant invasion impacts. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 28, n. 4, p. 212-218, 2013.

HUTCHENSON, S.W. Current concepts of active defense in plants. **Annual Review of Phytopathology**, v. 36, p. 59-90, 1998.

I3N-BRASIL. 2010. **Base de dados sobre espécies exóticas invasoras**. Disponível em: <<http://www.institutohorus.org.br>>. Acesso em: 20 jan. 2021.

INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ - IAP. **Portaria nº125, de 07 de agosto de 2009**. Disponível em <http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/Legislacao_ambiental/Legislacao_estadual/PORTARIAS/PORTARIA_IAP_125_2009_ESPECIES_EXOTICAS.pdf>. Acesso em: 30 ago. 2016.

ISHAK, M.F.; ISMAIL, B.S.; YUSOFF, N. Allelopathic potential of *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit on the germination and seedling growth of *Ageratum conyzoides* L., *Tridax procumbens* L. and *Emilia sonchifolia* (L.) DC. **Allelopathy Journal**, v. 37, n. 1, p. 109-122, 2016.

JAGANATHAN, G.K. Influence of maternal environment in developing levels of physical dormancy and its ecological significance. **Plant Ecology**, v. 217, p. 71-79, 2016.

_____.; LIU, B. Seasonal influence on dormancy alleviation in *Dodonaea viscosa* (Sapindaceae) seeds. **Seed Science Research**, v. 24, p. 229-237, 2014.

KAMINSKI, P.E.; SCHIFINO-WITTMANN, M.T.; PAIM, N.R. Phenology of species of the multipurpose tree genus *Leucaena* Benth. (Leguminosae) growing outside their native range. **Leucnet News**, v. 7, p. 1-10, 2000.

KHAN, D.; ISMAIL, S. Fruit types, brood-size, germination and seedling morphology of hopbush (*Dodonaea viscosa* (L.) Jacq.), family Sapindaceae. **International Journal of Biology and Biotechnology**, v. 16, n. 3, p. 811-833, 2019.

KLADIANO, V.G.; MORFIN, F.C. Avances en la propagación de cuatro especies presentes en El Pedregal de San Angel, D.F. In: ROJO, A. (Ed.) **Reserva ecológica El Pedregal de San Angel: ecología, historia natural y manejo**. Mexico, D.F: Universidad Nacional Autónoma de México, 1994. p. 403-408.

KRONKA, F.J.N.; BERTOLANI, F.; PONCE, R.H. **A cultura do Pinus no Brasil**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 2005. 160 p.

KULL, C.A. et al. Adoption, use and perception of Australian acacias around the world. **Diversity and Distributions**, v. 17, p. 822-836, 2011.

LAWAL, D.; YUNUSA, I. *Dodonaea viscosa* Linn: its medicinal, pharmacological and phytochemical properties. **International Journal of Innovation and Applied Studies**, v. 2, n. 4, p. 476-482, 2013.

LEISHMAN, M.R.; HUGHES, M.T.; GORE, D.B. Soil phosphorous enhancement below storm water outlets in urban bushland: spatial and temporal changes and the relationship with invasive plants. **Australian Journal of Soil Research**, v. 42, p.197-202, 2004.

LOWE S. et al. **100 of the World's Worst Invasive Alien Species A selection from the Global Invasive Species Database**. The IUCN Invasive Species Specialist Group (ISSG). New Zealand: Hollands Printing Ltd, 2000. 12 p.

MARASCHIN-SILVA, F.; AQUILA, M.E.A. Potencial alelopático de *Dodonaea viscosa* (L.) Jacq. **Iheringia, Série Botânica**, v. 60, n. 1, p. 91-98, 2005.

MARQUES, A.R. et al. Germination characteristics and seedbank of the alien species *Leucaena leucocephala* (Fabaceae) in Brazilian forest: ecological implications. **Weed Research**, v. 54, n. 6, p. 576-583, 2014.

- MATOS, D.M.S.; PIVELLO, V.R. O impacto das plantas invasoras nos recursos naturais de ambientes terrestres: alguns casos brasileiros. **Ciência e Cultura**, v. 61, n.1, 2009.
- MATZEK, V. Trait values, not trait plasticity, best explain invasive species' performance in a changing environment. **PLoS One**, v. 7, n.10, e48821, 2012.
- MAULI, M.M. et al. Alelopatia de leucena sobre soja e plantas invasoras. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 30, n. 1, p. 55-62, 2009.
- MELO-SILVA, C et al. Biologia reprodutiva de *L. leucocephala* (Lam.) R. de Wit (Fabaceae: Mimosoideae): sucesso de uma espécie invasora. **Neotropical Biology and Conservation**, v. 9, n. 2, p. 91-97, 2014.
- MENDIBURU, F.D. **Agricolae**: Statistical Procedures for Agricultural Research. R Package Version 1.2-3.2015. Disponível em: <<http://CRAN.R-project.org/package=agricolae>>. Acesso em: 14 out. 2020.
- MORGAN, D.C. et al. Growth and development of *Pinus radiata* D. Don: the effect of light quality. **Plant, Cell & Environment**, v. 6, p. 691-701, 1983.
- MUNZBERGOVA, Z. et al. Variability in the contribution of different life stages to population growth as a key factor in the invasion success of *Pinus strobus*. **PLoS One**, v. 8, n. 2, e56953, 2013.
- MYERS, J.H.; BAZELY, D.R. **Ecology and Control of Introduced Plants**. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2003. 328 p.
- NOBLE, I.R. Attributes of invaders and the invading process: terrestrial and vascular plants. In: DRAKE, J.A. et al. **Biological invasions: a global perspective**. New York: Willey, 1989. p. 301-313.
- OLCKERS, T. Biological control of *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit (Fabaceae) in South Africa: A tale of opportunism, seed feeders and unanswered questions. **African Entomology**, v. 19, p. 356-365, 2011.
- PAKEMAN, R.J. Plant migration rates and seed dispersal mechanisms. **Journal of Biogeography**, v. 28, p. 795-800, 2001.
- PHARTYAL, S. et al. Physical dormancy in seeds of *Dodonaea viscosa* (Sapindaceae) from India. **Seed Science Research**, v. 15, p. 59-61, 2005.
- PYSEK, P. et al. Alien plants in checklists and floras: towards better communication between taxonomists and ecologists. **Taxon**, v. 53, p. 131-143, 2004.
- R CORE TEAM. **R**: A language and environment for statistical computing. 2020. Disponível em: <<https://www.R-project.org/>>. Acesso em: 14 out. 2020.
- RANI, M.S.; PIPPALLA, R.S.; MOHAN, K. *Dodonaea viscosa* Linn: an overview. **Journal of Pharmaceutical Research and Health Care**, v. 1, n. 1, p. 97-112, 2009.
- REITZ, R. Sapindáceas. In: REITZ, R. (Ed.). **Flora ilustrada catarinense**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1980. 156 p.
- REJMÁNEK, M. A theory of seed plant invasiveness: the first sketch. **Biological Conservation**, v. 78, p. 171-181, 1996a.
- _____. Species richness and resistance to invasions. In: ORIAN, G.; DIRZO, R.; CUSHMAN, J.H. (Ed.). **Biodiversity and ecosystem processes in tropical forests**. New York: Springer, 1996b. p. 153-172.
- _____.; RICHARDSON, D.M. What attributes make some plant species more invasive? **Ecology**, v. 77, p. 1655-1661, 1996.
- RICHARDSON, D.M.; KLUGE, R.L. Seed banks of invasive Australian *Acacia* species in South Africa: role in invasiveness and options for management. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, v. 10, p. 161-177, 2008.
- _____.; REJMÁNEK, M. Conifers as invasive aliens: a global survey and predictive framework. **Diversity and Distributions**, v. 10, p. 321-331, 2004.

RICHARDSON, D.M.; WILLIAMS, P.A.; HOBBS, R.J. Pine invasions in the southern hemisphere: determinants of spread and invadability. **Journal of Biogeography**, v. 21, p. 511-527, 1994.

ROSA, S.G.T.; FERREIRA, A.G. Germinação de sementes de plantas medicinais lenhosas. **Acta Botanica Brasilica**, v. 15, n. 2, p. 147-154, 2001.

ROWSHAN, V.; FARHADI, F.; NAJAFIAN, S. The essential oil of *Dodonaea viscosa* leaves is allelopathic to rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.). **Industrial Crops and Products**, v. 56, p. 241-245, 2014.

SAITER, F.Z.; MONTEIRO, A.L.O.; CREPALDI, M.O. Abundância de *Dodonaea viscosa* (L.) Jacq. (Sapindaceae) em trechos de formação arbustiva de restinga com diferentes níveis de perturbação no litoral sul do Espírito Santo. **Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research medium**, v. 3, n. 2, p. 439-449, 2012.

SANTANA, D.G.; RANAL, M.A. **Análise da germinação: um enfoque estatístico**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2004. 248p.

SIEMANN, E.; ROGERS, W.E. Increased competitive ability of an invasive tree may be limited by an invasive beetle. **Ecological Applications**, v. 13, n. 6, p. 1503-1507, 2003.

SINGH, H.P.; BATISH, D.R.; KOHLI, R.K. Allelopathic effect of *Leucaena leucocephala* on *Zea mays*. **Journal of Tropical Forest Science**, v. 11, n. 4, p. 801-808, 1999.

SILVA, A.A.; SILVA, J.F. **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa: UFV, 2007. 367 p.

STEVENS, J.T.; BECKAGE, B. Fire feedbacks facilitate invasion of pine savannas by Brazilian pepper (*Schinus terebinthifolius*). **New Phytologist**, v. 184, p. 365-375, 2009.

TAYLOR, K.T. et al. Drivers of plant invasion vary globally: evidence from pine invasions within six ecoregions. **Global Ecology and Biogeography**, v. 25, p. 96-106, 2016.

THIELE, J. et al. Impact assessment revisited: improving the theoretical basis for management of invasive alien species. **Biological Invasions**, v. 12, p. 2025-2035, 2010.

VAN DERWALL, S.B. Masting in animal-dispersed pines facilitates seed dispersal. **Ecology**, v. 83, p. 3508-3516, 2002.

VAN KLEUNEN, M.; DAWSON, W.; MAUREL, N. Characteristics of successful alien plants. **Molecular Ecology**, v. 24, n. 9, p. 1954-1968, 2014.

VENABLE, D.L. The evolutionary ecology of seed heteromorphism. **American Naturalist**, v. 126, p. 577-595, 1985.

VENKATESH, S et al. Pharmacognostical studies on *Dodonaea viscosa* leaves. **African Journal of Pharmacy and Pharmacology**, v. 2, p. 83-88, 2008.

VILÀ, M.; D'ANTONIO, C.M. Fruit choice and seed dispersal of invasive vs non-invasive *Carpobrotus* (Aizoaceae) in coastal California. **Ecology**, v. 79, p. 1053-1060, 1998.

_____; IBÁÑEZ, I. Plant invasions in the landscape. **Landscape Ecology**, v. 26, p. 461-472, 2011.

_____; WEINER, J. Are invasive plant species better competitors than native plant species? Evidence from pair-wise experiments. **Oikos**, v. 105, p. 229-238, 2004.

WALTON, C.S. **Leucaena (*Leucaena leucocephala*) in Queensland**. Queensland, Australia: Department of Natural Resources and Mines, 2003. 55p.

WEST, J.G. A taxonomic revision of *Dodonaea* (Sapindaceae) in Australia. **Brunonia**, v. 7, p. 1-194, 1984.

WRIGHT, I.J. et al. The worldwide leaf economics spectrum. **Nature**, v. 428, p.821-827, 2004.

XAVIER, T.M.T.; MORENO, M.R. Prejuízos causados pelas espécies exóticas invasoras na Floresta Nacional de Pacotuba. In: ENCONTRO LATINO AMERICANO DE PÓS GRADUAÇÃO, 8., 2008, São José dos Campos. **Anais...**, São José dos Campos: UNIVAP, 2008.

CORRÊA, A.J.M.; INOCENTE, M.C.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M. Ecologia da germinação de *Dodonaea viscosa*

ZANCHETTA, D.; PINHEIRO, L.S. Análise biofísica dos processos envolvidos na invasão biológica de sementes de *Pinus elliottii* na Estação Ecológica de Itirapina – SP e alternativas de manejo. **Climatologia e Estudos da Paisagem**, v. 2, p. 72-90, 2007.

ZENNI, R.D.; NUÑEZ, M.A. The elephant in the room: the role of failed invasions in understanding invasion biology. **Oikos**, v. 122, n. 6, p. 801-815, 2013.

_____; ZILLER, S.R. An overview of invasive plants in Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 34, n. 3, p. 431-446, 2011.