

Universidade Federal Rural de Pernambuco
Pró-reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação
Programa de Pós-graduação em Botânica

**A IMPORTÂNCIA DO LAGARTO *Salvator merianae* (Duméril e
Bibron, 1839) NA DISPERSÃO DE SEMENTES DE *Spondias
tuberosa* Arruda**

Leonardo da Silva Chaves

RECIFE

2016

LEONARDO DA SILVA CHAVES

**A IMPORTÂNCIA DO LAGARTO *Salvator merianae* (Duméril e
Bibron, 1839) NA DISPERSÃO DE SEMENTES DE *Spondias
tuberosa* Arruda**

Trabalho de dissertação apresentado
ao Programa de Pós-graduação em
Botânica da Universidade Federal
Rural de Pernambuco, desenvolvido
dentro da Área de Concentração de
Ecologia de Ecossistemas, como
parte das exigências para a obtenção
do título de Mestre em Botânica.

Orientador:

Prof. Dr. Ulysses Paulino de Albuquerque,
Departamento de Biologia, UFRPE

Coorientadores:

Prof. Dra. Elcida de Lima Araújo,
Departamento de Biologia, UFRPE

Prof. Dr. Kleber Andrade da Silva, Área de
Botânica, UFPE

RECIFE

2016

A IMPORTÂNCIA DO LAGARTO *Salvator merianae* (Duméril e Bibron, 1839) NA
DISPERSÃO DE SEMENTES DE *Spondias tuberosa* Arruda

LEONARDO DA SILVA CHAVES

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Botânica da Universidade Federal Rural de Pernambuco, desenvolvido dentro da Área de Concentração de Ecologia de Ecossistemas, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Botânica.

Aprovado pela Banca Examinadora em: ___/___/2016

Orientador:

Dr. Ulysses Paulino de Albuquerque,
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Examinadores:

Dra. Elba Maria Nogueira Ferraz Ramos - Titular
Instituto Federal de Pernambuco

Dra. Elisângela Lúcia de Santana Bezerra – Titular
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Dra. Josiene Maria Falcão Fraga dos Santos – Titular
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Dra. Ana Virgínia de Lima Leite – Suplente
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Aos meus pais:

Rosemar da Silva Chaves e Cláudio Alves Chaves.

Por respeitarem as minhas decisões e por caminharem de mãos dadas comigo no caminho que escolhi.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao término de mais um ciclo de aprendizado, expresso aqui os meus sinceros agradecimentos...

Ao meu Orientador Prof. Ulysses Paulino de Albuquerque primeiramente pela confiança, pelo apoio em todas as etapas, pela enorme paciência e pelo empenho e preocupação em me orientar na busca pelo desenvolvimento não apenas de um melhor profissional, mas de uma pessoa melhor.

Aos meus coorientadores Prof. Kleber Andrade e a Prof. Elcida de Lima Araújo, a esta principalmente pela disponibilidade e discussão de todos os aspectos do trabalho.

Aos membros examinadores da banca, Dra. Ana Virgínia de Lima Leite, Dra. Elba Maria Nogueira Ferraz Ramos, Dra. Elisângela Lúcia de Santana Bezerra e Dra. Josiene Maria Falcão Fraga dos Santos, pelas valiosas contribuições.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE e ao Programa de Pós-graduação em Botânica pelo apoio institucional e suporte logístico, em especial aos professores Reginaldo de Carvalho e Carmen Silvia Zickel, bem como à secretária do PPGB Kênia Azevedo pela inestimável assistência.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pelo apoio financeiro na forma da bolsa de estudos.

Ao Instituto Fazenda Tamanduá por todo apoio logístico concedido, em especial na pessoa do Sr. Pierre Landolt, e aos Biólogos Paulo Barros e Mariana Miranda.

A todos os amigos do Laboratório de Ecologia e Evolução de Sistemas Socioecológicos pela oportunidade de aprendizado e crescimento pessoal e profissional, particularmente à bolsista de apoio técnico Amanda Machado pela colaboração durante a realização do experimento e ao amigo André Borba, por disponibilizar sempre sua competência, sua inteligência e seu tempo.

Aos amigos, André Santos, Daniel Carvalho e Temóteo Luiz, pela cumplicidade e pela amizade fraterna, por poder contar com vocês tanto nos melhores momentos quanto nos mais tensos.

A Cecília Lima, minha namorada, pela paciência, pelo suporte emocional e pela ajuda ao tentar organizar minha desordem.

Aos meus pais, pelo apoio incondicional, pela paciência e amizade, particularmente a minha mãe, por acreditar nas minhas escolhas, sofrendo com os meus fracassos e festejando comigo minhas pequenas conquistas.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	VI
RESUMO	VII
ABSTRACT	VIII
1 – INTRODUÇÃO	9
2 – REVISÃO DE LITERATURA	11
3 – REFERÊNCIAS	15
Artigo: Germinação de sementes de <i>Spondias tuberosa</i> Arruda após ingestão por <i>Salvator merianae</i> (Duméril e Bibron, 1839): inferências sobre um processo de saurocoria a partir da qualidade da dispersão	19
RESUMO	20
INTRODUÇÃO	22
MÉTODOS	24
Espécies modelo	24
Montagem do experimento	26
Análise de dados	28
RESULTADOS	28
DISCUSSÃO	29
CONCLUSÃO	33
AGRADECIMENTOS	33
REFERÊNCIAS	35
ANEXO 1: Normas para publicação da revista ACTA OECOLOGICA	40

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: A – *Salvator merianae* (Duméril e Bibron, 1839); B – Dieta oferecida em cativeiro, composta por carne e frutos de *Spondias tuberosa* Arruda.

Figura 2: Índice de Velocidade de Germinação (IVG) de sementes de *Spondias tuberosa* Arruda germinadas em três tratamentos (T1: Não digeridas e escarificadas, T2: Digeridas e não escarificadas, T3: Digeridas e escarificadas) em experimento desenvolvido para avaliação do efeito da passagem pelo trato digestivo de *Salvator merianae* (Duméril e Bibron, 1839).

Chaves, Leonardo da Silva. Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Fevereiro 2016. A IMPORTÂNCIA DO LAGARTO *SALVATOR MERIANAE* (Duméril E Bibron, 1839) NA DISPERSÃO DE SEMENTES DE *SPONDIAS TUBEROSA* ARRUDA. Orientador: Ulysses Paulino de Albuquerque.

Resumo – A saurocoria foi, por muito tempo, considerada um evento raro e o papel dos lagartos no processo de dispersão de sementes, pouco importante. A herbivoria por lagartos e a dispersão de sementes realizada por lagartos têm sido apontados como fortemente relacionados à insularidade. Entretanto, as razões que podem estar impulsionando a saurocoria em ilhas podem ser observadas em outros ecossistemas, como em regiões de semiárido. Utilizando a qualidade do tratamento dado às sementes para realizar inferências sobre a história evolutiva do mutualismo, buscamos compreender o papel de lagartos de grande porte na dispersão de sementes em ambientes semiáridos. Utilizando duas espécies típicas de ambientes de caatinga como modelo, *Salvator merianae* (Duméril e Bibron, 1839) e *Spondias tuberosa* Arruda, objetivamos verificar se lagartos de grande porte influenciam a germinação das sementes dos frutos que dispersam. Para tanto, 15 espécimes adultos de *S. merianae* foram capturados, contidos em cativeiro e alimentados com frutos de *S. tuberosa* para obtenção de sementes digeridas. Posteriormente, as sementes foram divididas em três tratamentos (sementes escarificadas manualmente, sementes digeridas, sementes digeridas e escarificadas manualmente), semeadas em papel germitest, e mantidas em casa de vegetação ao longo de 120 dias, sendo umedecidas com água destilada diariamente. Não foi verificada diferença significativa nos percentuais de germinação e índice de velocidade de germinação entre os tratamentos utilizados, apontando para um serviço de dispersão de baixa qualidade executado por *S. merianae*. Concluímos que a espécie atua em conjunto com outros dispersores, destacando-se ecologicamente entre os demais (todos mamíferos) por aumentar o período de forrageio de *S. tuberosa*. Nossos resultados também apontam para a possibilidade de a relação entre as espécies ser um fenômeno recente, proveniente de um processo histórico de pressão de caça, com maior intensidade sobre os mamíferos, observado em ambientes de caatinga.

Palavras-chave: Teju; Umbu; Saurocoria; Efetividade da dispersão; Qualidade da dispersão; Germinação

Chaves, Leonardo da Silva. Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). December 2015. THE IMPORTANCE OF LIZARD *SALVATOR MERIANAE* (Duméril e Bibron, 1839) IN SEED DISPERSION OF *SPONDIAS TUBEROSA* ARRUDA. Supervisor: Ulysses Paulino de Albuquerque.

Abstract – For a long time the saurochory was considered a rare event and the role of lizards in the seed dispersal process, unimportant. The herbivory by lizards and seed dispersal performed by lizards have been found to be strongly related to the insularity. However, the reasons that may be driving the saurochory on islands can be observed in other ecosystems, as in semi-arid regions. Using the quality of treatment given to the seeds to make inferences about the evolutionary history of mutualism, we seek to understand the role of large lizards in seed dispersal in semiarid environments. Using two typical species of caatinga environments (a type of seasonal dry forest in Northeastern Brazil) such as model, *Salvator merianae* (Duméril and Bibron, 1839) and *Spondias tuberosa* Arruda, we aimed to verify if large lizards influence the germination of the seeds of the fruit which disperse. For this purpose, 15 adult specimens of *S. merianae* were captured, contained in captivity and fed fruits of *S. tuberosa* to obtain digested seeds. Later, the seeds were divided into three treatments (escarified seeds manually digested seeds, digested seeds and scarified manually), seeded in germitest paper and kept in a greenhouse over 120 days, being moistened with distilled water daily. There was no significant difference in the percentage of germination and speed of germination rate between treatments, pointing to a low dispersion quality service performed by *S. merianae*. We conclude that the species occurs in conjunction with other dispersers, highlighting environmentally among others (all mammals) to increase the foraging period of *S. tuberosa*. Our results also point to the possibility of the relationship between the species is a recent phenomenon, from a historical process of hunting pressure, with greater intensity on mammals observed in savanna environments.

Keywords: Tegu lizard; Umbu; Saurocoria; Effectiveness of dispersion; Quality of dispersion, Germination

1 – INTRODUÇÃO

A forma de dispersão de sementes mais comumente encontrada em florestas tropicais, inclusive em regiões de semiárido é a zoocoria (BULLOCK, 1995; GRIZ; MACHADO, 2001) e entre os agentes dispersores, mamíferos e aves são em geral os mais comuns (FLEMING; JOHN-KRESS, 2011). Lagartos, por outro lado, apesar de bastante abundantes em determinados ambientes são bem menos registrados e, provavelmente pelo fato da maioria das espécies possuir dieta carnívora (COOPER; VITT, 2002; IVERSON, 1982), o seu papel no processo de dispersão foi por muito tempo considerado raro ou pouco importante (OLESEN; VALIDO, 2003). Entretanto, além de várias espécies apresentarem em sua dieta folhas, frutos, néctar ou mesmo pólen (COOPER; VITT, 2002; VALIDO; NOGALES; MEDINA, 2003; GOMES; QUIRINO; MACHADO, 2014), alguns registros têm apontado algumas espécies de lagartos como peça chave na ecologia reprodutiva de plantas de diferentes famílias (VALIDO; OLESEN, 2007), estabelecendo muitas vezes relações mutualísticas complexas, que pressupõem até mesmo processos de coevolução (GOMES; QUIRINO; MACHADO, 2014; OLESEN; VALIDO, 2003).

Diferente, por exemplo, das interações entre planta e polinizador, a dispersão zoocórica é apontada como um processo de baixa correlação espécie-específica (WHEELWRIGHT; ORIAN, 1982). Processos de baixa interdependência conseqüentemente acabam por envolver um maior número de espécies (WHEELWRIGHT; ORIAN, 1982) e, portanto, possíveis redes de interação mais complexas, nas quais a compreensão de características tanto do dispersor (SCHUPP; JORDANO; GOMEZ, 2010) quanto dos diásporos (GALETTI; PIZO; MORELLATO, 2011) são importantes para o entendimento do processo. Na zoocoria, a contribuição de cada dispersor pode ser avaliada pela quantidade de diásporos que transporta e por parâmetros qualitativos, como o local em que os deposita e o efeito do tratamento dado, nos casos de dispersão endozoocórica (SCHUPP; JORDANO; GOMEZ, 2010). Esse último fator talvez seja o mais importante para compreender a dependência entre as espécies, uma vez que a capacidade observada em dispersores de alta qualidade de alterar positivamente os percentuais ou a velocidade de germinação das sementes de frutos ingeridos, tem sido associada a processos de evolução conjunta (WHEELWRIGHT; ORIAN, 1982) e apesar de mais comum em mamíferos e aves, também é amplamente registrada em lagartos (VALIDO; OLESEN, 2007)

Tanto a herbivoria em lagartos, quanto os processos de interação entre esses animais e plantas têm sido apontados por alguns trabalhos como fortemente relacionados à insularidade

(VAN DAMME, 1999; OLESEN; VALIDO, 2003). As condições presentes em ilhas, apontadas como razões mais prováveis para que nesses habitats a saurocoria seja mais comum, são a baixa disponibilidade de artrópodes, baixo risco de predação e a existência de lagartos de grande porte pré-adaptados à dieta herbívora (JANZEN, 1973; OLESEN; VALIDO, 2003; VAN DAMME, 1999). Entretanto outros ambientes, como altas montanhas e regiões áridas, também apresentam condições semelhantes, podendo por consequência apresentar relações entre lagartos e plantas igualmente bem desenvolvidas (VALIDO; OLESEN, 2007). A evidência de interações complexas entre lagartos e plantas fora de ambientes insulares pode ser vista por exemplo na relação de duplo mutualismo, teoricamente previsto apenas para ilhas, registrada em uma área de caatinga entre *Tropidurus semitaeniatus* Spix 1825 e *Melocactus ernestii* Vaupel (GOMES; QUIRINO; MACHADO, 2014).

A lacuna apontada em relação ao papel dos lagartos na interação com plantas merece maior atenção, haja vista que frugívoros dispersores têm fundamental importância no tratamento de sementes, facilitando a germinação de várias espécies (TRAVESET; ROBERTSON; RODRIGUEZ-PEREZ, 2007), e que seus hábitos e comportamento são determinantes nos padrões de distribuição da deposição das sementes (CALVIÑO-CANCELA, 2002). Portanto é importante compreender quais agentes atuam como dispersores e como eles auxiliam a reprodução das espécies vegetais.

Dessa forma, esse trabalho objetivou investigar a contribuição de lagartos de grande porte na dispersão de sementes em ambientes semiáridos, propondo cenários teóricos que possam explicar seu papel nesse processo ecológico. Assumimos a hipótese de que, em ambientes semiáridos, esses animais ao estabelecerem relações com espécies vegetais nativas, desempenham um serviço de dispersão de alta qualidade, influenciando positivamente a germinação de sementes de frutos consumidos. Para testá-la, adotamos como modelo duas espécies e investigamos o papel do lagarto *Salvator merianae* (Duméril e Bibron, 1839) na dispersão dos frutos de *Spondias tuberosa* Arruda. Acreditamos que o percentual e a velocidade de germinação de sementes provenientes de frutos consumidos por *S. merianae* seriam superiores às verificadas em sementes de frutos não consumidos.

2 – REVISÃO DE LITERATURA

Os mecanismos evolutivos desenvolvidos para garantir o deslocamento horizontal das sementes podem incluir a adaptação morfológica para a dispersão das sementes de maneira independente (barocórica e balística) (BEATTIE; LYONS, 1975), por fatores abióticos, como o vento (BURROWS, 1975; GREEN, 1980) ou a água, ou a partir de interações mutualísticas com diversos grupos de vertebrados, com fortes evidências de casos de evolução conjunta (FLEMING; JOHN-KRESS, 2011). Apesar de mais de um desses processos poderem estar atuando conjuntamente (HUNTER, 1989; VANDER-WALL; LONGLAND, 2004), baseando-se nas adaptações morfológicas observadas, a forma de dispersão mais comumente encontrada em florestas tropicais, inclusive em regiões de semiárido, é a zoocoria (BULLOCK, 1995; GRIZ; MACHADO, 2001).

Lagartos estão entre os vertebrados menos registrados como dispersores de sementes. Entretanto, nas últimas décadas, o interesse pela relação que os mesmos mantêm com organismo vegetais tem despertado bastante interesse (LORD; MARSHALL, 2001; OLESEN; VALIDO, 2003; VALIDO; NOGALES; MEDINA, 2003; RODRIGUEZ-PEREZ; RIERA; TRAVESET, 2005; VALIDO; OLESSEN, 2007). O motivo mais provável para o pequeno número de registro de interações entre lagartos e plantas provavelmente está relacionado com o fato de apenas uma pequena quantidade de espécies de lagartos apresentar dieta exclusivamente herbívora. Cooper e Vitt (2002) estimam que apenas cerca de 1 a 3% das espécies conhecidas de lagartos podem ser considerados reais herbívoros, por possuírem especializações voltadas para a digestão de folhas e partes de caules. Espécies consideradas estritamente herbívoras, como as iguanas e algumas espécies dos gêneros *Uromastix* e *Hydrosaurus*, apresentam de 70 a 100% de sua dieta composta por material vegetal (COOPER; VITT, 2002). Entretanto, apesar de a maioria das espécies de lagartos alimentar-se essencialmente de pequenos invertebrados (COOPER; VITT, 2002; VITT; PIANKA, 2005), em ambientes insulares e em áreas pobres em artrópodes ou que apresentem estações com escassez desse recurso o consumo ocasional de material vegetal como recurso complementar da dieta é bastante comum (OLESEN; VALIDO, 2003), nesses ambientes, frutos representam um recurso altamente nutritivo, com a vantagem de serem menos fibrosos que folhas e mais ricos em água, não exigindo grandes adaptações para seu consumo (O'GRADY et al., 2005).

Valido e Olesen (2007), em levantamento bibliográfico, apontam 280 espécies de lagartos que possuem registro de consumo de frutos, destacando que esses dados provavelmente

subestimam a real situação, haja vista que na literatura herpetológica, em análises de dieta, é comum que a presença de frutos não seja discriminada, incluindo-se os mesmo na categoria “material vegetal”. Os autores ainda destacam que os registros estão distribuídos em 69% das famílias de lagartos descritas, sinalizando que a relação é bem menos ocasional do que aparenta.

Apesar de outros grupos animais claramente terem desenvolvido relações mais eficientes no processo de dispersão de sementes, como as aves e os mamíferos (TRAVESET; VERDÚ, 2002) cabe destacar que os lagartos foram os primeiros vertebrados terrestres a ter contato com plantas com sementes (TIFFNEY, 2004). Portanto é possível que nas condições apropriadas, essa característica relictual possa ser resgatada por espécies primariamente consideradas carnívoras (VALIDO; OLESEN, 2007).

Em um panorama geral a respeito da distribuição espacial dos registros de interação entre lagartos e plantas é observado que, apesar de haver registro de lagartos atuando como dispersores em todos os continentes, existe uma associação entre a ocorrência do fenômeno e os ambientes insulares (VAN DAMME, 1999; OLESEN; VALIDO, 2003). Alguns fatores que distinguem ecologicamente os ambientes insulares dos continentais são apontados como principais causas dessa associação. O primeiro fator destacado decorre de levantamentos realizados comparativamente em ilhas e em áreas continentais semelhantes que sugerem haver menores riqueza (OLESEN; JORDANO, 2002) e abundância de artrópodes em ambientes insulares (JANZEN, 1973; ANDREWS, 1979; CASE; CODY, 1983).

A consequência da menor disponibilidade de recursos alimentares para lagartos seria uma necessidade de uma inclusão de recursos vegetais como forma de complementação na dieta (VAN DAMME, 1999; OLESEN; VALIDO, 2003). É possível que a escassez do recurso alimentar primário dos lagartos selecione as espécies que possuem menor plasticidade alimentar, entretanto, diferente do que ocorre com os artrópodes, a menor riqueza de lagartos em ambientes insulares parece diminuir a competição interespecífica, causando um aumento na abundância das espécies melhor adaptadas (SCHOENER, 1989). Outro fator apontado como importante é o menor risco de predação de lagartos devido à menor quantidade de predadores naturais em ilhas (SZARKI, 1962). Tratando-se de animais ectotérmicos, a digestão de material vegetal necessitaria de períodos prolongados de exposição ao sol para o aumento de temperatura. Com um menor risco de predação, teoricamente os lagartos poderiam investir mais nesse tipo de alimentação (VAN DAMME, 1999).

Tendo discutido as evidências do consumo de fruto por lagartos, seja de forma restrita, caso dos herbívoros verdadeiros, seja de maneira ocasional, cabe, entretanto, perguntar qual a contribuição dos lagartos para a plantas das quais se alimentam.

O valor nutricional dos frutos atrai animais de forma indistinta, e o resultado dessa interação pode variar a depender das espécies que interagem. Muitos frugívoros têm a capacidade de inviabilizar a germinação das sementes de alguns frutos que consomem, sendo assim considerados “predadores” dessas sementes (RUXTON; SCHAEFER, 2012). A relação entre predadores e plantas, entretanto, pode ser bastante complexa, fazendo com que ainda nesses casos ocorra a dispersão de forma “acidental” (FORGET, 1992), sendo, portanto, mais adequado evitar a distinção entre predadores e dispersores e apenas avaliar o benefício para a planta fruto da interação com o animal.

De acordo com Reid (1989), a qualidade da dispersão pode ser avaliada a partir de dois parâmetros: a eficiência e a efetividade. Para o autor, a eficiência é a probabilidade de a semente transportada por um dado vetor ser depositada em um sítio adequado para a germinação, e a efetividade como a proporção de plântulas provenientes de sementes dispersas por este vetor. Schupp (1993) reelabora esses conceitos, argumentando que o fator mais relevante para avaliar o serviço de dispersão realizado por um determinado vetor é a efetividade e que, devido à dificuldade de avaliá-lo diretamente, este pode ser inferido a partir de parâmetros quantitativos e qualitativos. De acordo com esse modelo, a qualidade do dispersor pode ser avaliada pelo efeito da passagem do fruto pela boca e pelo intestino sobre a germinação da semente e pelas condições existentes no sítio de deposição das sementes utilizados pelo dispersor para o estabelecimento de novos indivíduos vegetais (SCHUPP; JORDANO; GOMEZ, 2010).

Traveset (1998), em uma revisão de trabalhos que avaliam o efeito da ingestão de sementes por répteis em relação a sementes não digeridas, mostrou que em 28% dos trabalhos revisados mostram um efeito positivo nos percentuais de germinação e apenas 16% mostram efeitos negativos. No mesmo trabalho, a autora mostra que em 47% dos trabalhos a velocidade de germinação foi aumentada. A comparação de lagartos com outros dispersores da mesma área também tem mostrado resultados que reforçam a importância do grupo. Greeff e Whiting (1999), por exemplo, mostraram que apesar de sementes de *Ficus cordata* digeridas por lagartos não apresentarem taxas de germinação maiores que o grupo controle (48%), as sementes coletadas nas fezes desses animais germinaram mais que as encontradas em fezes de uma espécie ave (34%) e de um pequeno mamífero (29%) que também se alimentam do mesmo fruto. Resultados semelhantes foram encontrados na dispersão de *Solanum thomasiifolium* Sendtn., em que os percentuais de germinação de sementes digeridas por uma espécie de lagarto, uma ave e um mamífero terrestre apresentaram percentuais de germinação de 80%, 64% e 53%, respectivamente (VASCONCELLOS-NETO; ALBUQUERQUE; SILVA, 2009). Contrariamente, sementes de *Spondias purpurea* L. digeridas por iguanas apresentaram

percentuais de germinação bastante inferiores (35%) que aquelas que haviam atravessado o trato digestivo de veados (72%) (MANDUJANO; GALINA; BULLOCK, 1994).

Apesar de lagartos claramente não apresentarem um potencial tão grande quanto o das aves para o transporte de sementes, certamente são capazes ao menos de afastá-las das proximidades da planta mãe. Apesar da pequena quantidade de trabalhos que avaliam parâmetros espaciais de dispersão, verifica-se que a distância de dispersão varia desde 5 m (GOMES; QUIRINO; MACHADO, 2014) até quase 200 m (GREEFF; WHITING, 1999), destacando-se, entretanto que esses valores estão extremamente susceptíveis a características como o tamanho do dispersor, tempo de retenção da semente e comportamento alimentar (VALIDO; OLESEN, 2007). Tão importante quanto a distância da planta mãe, devido aos seus hábitos especula-se que lagartos depositem grandes quantidades de sementes em locais adequados à germinação e com baixa probabilidade de predação (VALIDO; NOGALES; MEDINA, 1994), o que tem se confirmado em observações de campo (VALIDO, 1999; WOTTON, 2002).

3 – REFERÊNCIAS

- ANDREWS, R. M. Evolution of life histories: a comparison of Anolis lizards from matched island and mainland habitats. Evolución de los ciclos de vida: una comparación de las lagartijas Anolis de hábitats de islas y tierra firme. **Breviora**, n. 454, p. 1-51, 1979.
- BEATTIE, A.J.; LYONS, N. Seed dispersal in Viola (Violaceae): adaptations and strategies. **American Journal of Botany**, v. 62, n. 7, p. 724-22, 1975.
- BULLOCK, S. H. Plant reproduction in neotropical dry forests. In Bullock, S., Mooney, H. & Medina, E. (eds). **Seasonally dry tropical forests**. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 1995.
- BURROWS, F.M. Wind-born seed and fruit movement. **New Phytologist**. v. 75, n. 2, p. 405-418, 1975.
- CALVIÑO - CANCELA, M. Spatial patterns of seed dispersal and seedling recruitment in *Corema album* (Empetraceae): the importance of unspecialized dispersers for regeneration. **Journal of Ecology**, v. 90, n. 5, p. 775-784, 2002.
- CASE, T. J.; CODY, M. L. (Eds.) **Island biogeography in the Sea of Cortez**. University of California Press. CASE, 1983, p. 159.
- COOPER, W. E.; VITT, L. J. Distribution, extent, and evolution of plant consumption by lizards. **Journal of Zoology**, v. 257, n. 4, p. 487-517, 2002.
- FLEMING, T. H.; JOHN KRESS, W. A brief history of fruits and frugivores, **Acta Oecologica**, v. 37, n. 6, p. 521-530, 2011.
- FORGET, P. M. Seed removal and seed fate in *Gustavia superba* (Lecythidaceae). **Biotropica**, v. 24, n. 3, p. 408-414, 1992.
- GALETTI, M.; PIZO, M. A.; MORELLATO, L. P. C. Diversity of functional traits of fleshy fruits in a species-rich Atlantic rain forest. **Biota Neotropica**, v. 11, n. 1, p. 181-193, 2011.
- GOMES, V. G. N.; QUIRINO, Z. G. M.; MACHADO, I. C. Pollination and seed dispersal of *Melocactus ernestii* Vaupel subsp. *ernestii* (Cactaceae) by lizards: an example of double mutualism. **Plant Biology**, v. 16, n. 2, p. 315–322, 2014.
- GREEFF, J. M.; WHITING, M. J. Dispersal of Namaqua fig (*Ficus cordata cordata*) seeds by the Augrabies flat lizard (*Platysaurus broadleyi*). **Journal of Herpetology**, v. 33, n. 2, p. 328–330, 1999.

- GRIZ, L. M. S.; MACHADO, I. S. C. S. Fruiting phenology and seed dispersal syndromes in Caatinga, a tropical dry forest in the northeast of Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v. 17, n. 2, p. 303-321, 2001.
- GREEN, D.S. The terminal velocity and dispersal of spinning samaras. **American Journal of Botany**, v. 67, n. 8, p. 1218-24, 1980.
- HUNTER, J. R. Seed dispersal and germination of *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb. (Leguminosae: Mimosoideae): are megafauna necessary? **Journal of Biogeography**, v. 16, n. 4, p. 369-378, 1989.
- IVERSON, J. B. Adaptations to herbivory in iguanine lizards, In **Iguanas of the world**. BURGHARDT, G. M.; RAND, A. S. (Eds). Park Ridge, NJ: Noyes, 1982
- JANZEN, D.H. Sweep samples of tropical foliage insects: Effects of seasons, vegetation types, elevation, time of day, and insularity. **Ecology**, v. 54, n. 3, p. 687–708, 1973.
- LORD, J. M.; MARSHALL, J. Correlations between growth form, habitat, and fruit colour in the New Zealand flora, with reference to frugivory by lizards. **New Zealand Journal of Botany**, v. 39, n. 4, p. 567–576, 2001.
- MANDUJANO, S.; GALLINA, S.; BULLOCK, S. H. Frugivory and dispersal of *Spondias purpurea* (Anacardiaceae) in a tropical deciduous forest in México. **Revista de Biología Tropical**, v. 42, n. 1-2, p. 107–114, 1994.
- O'GRADY, S. P. et al. Correlating diet and digestive tract specialization: examples from the lizard family Liolaemidae. **Zoology**, v. 108, n. 3, p. 201–210, 2005.
- OLESEN J. M.; VALIDO A. Lizards as pollinators and seed dispersers: an island phenomenon. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 18, n. 4, p. 177–181, 2003.
- OLESEN, J. M.; JORDANO, P. Geographic patterns in plant–pollinator mutualistic networks. **Ecology**, v. 83, n. 9, p. 2416–2424, 2002.
- REID, N. Dispersal of mistletoes by honeyeaters and flowerpeckers: components of seed dispersal quality. **Ecology**, v. 70, n. 1, p. 137-145, 1989.
- RODRÍGUEZ-PÉREZ, J.; RIERA, N.; TRAVESET, A. Effect of seed passage through birds and lizards on emergence rate of Mediterranean species: differences between natural and controlled conditions. **Functional Ecology**, v. 19, n. 4, p. 699–706, 2005.
- RUXTON, G. D.; SCHAEFER, H. M. The conservation physiology of seed dispersal. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 367, n. 1596, p. 1708-1718, 2012.
- SCHOENER, T. W. Food webs from the small to the large: the Robert H. MacArthur Award Lecture. **Ecology**, v. 70, n. 6, p. 1559-1589, 1989.

- SCHUPP, E. W. Quantity, quality and the effectiveness of seed dispersal by animals. In: FLEMING, T. H.; ESTRADA, A. (Ed.) **Frugivory and seed dispersal: ecological and evolutionary aspects**. Springer Netherlands, 1993. p. 392.
- SCHUPP, E.W.; JORDANO, P.; GÓMEZ, J. M. Seed dispersal effectiveness revisited: a conceptual review. **New Phytologist**, v. 188, n. 2, p. 333-353, 2010.
- SZARSKI, H. Some remarks on herbivorous lizards. **Evolution**, v. 16, n. 529, 1962.
- TIFFNEY, B. H. Vertebrate dispersal of seed plants through time. **Annual Review of Ecology and Systematic**, v. 35, p. 1–29, 2004.
- TRAVESET, A. Effect of seed passage through vertebrate frugivores' guts on germination: a review. **Perspectives in Plant ecology, evolution and systematics**, v. 1, n. 2, p. 151-190, 1998.
- TRAVESET, A.; VERDÚ, M. 22 A Meta-analysis of the Effect of Gut Treatment on Seed Germination. **All birds present**, p 354, 2002.
- TRAVESET, A.; ROBERTSON, A. W.; RODRÍGUEZ-PÉREZ, J. A review on the role of endozoochory on seed germination. In: **Seed dispersal: theory and its application in a changing world**. CABI Publishing, Wallingford, UK, p. 78-103, 2007.
- VALIDO, A. **Ecología de la dispersión de semillas por los lagartos endémicos Canarios (g. Gallotia, Lacertidae)**. PhD thesis, University of La Laguna, Tenerife, Canary Islands, 1999.
- VALIDO, A.; OLESEN, J. M. The importance of lizards as frugivores and seed dispersers. In: **Seed dispersal: theory and application in a changing world**, CABI, Wallingford & Cambridge, UK, USA: p 124-147, 2007.
- VALIDO, A.; NOGALES, M.; MEDINA, F. M. Fleshy fruits in the diet of Canarian lizards *Gallotia galloti* (Lacertidae) in a xeric habitat of the island of Tenerife. **Journal of Herpetology**, v. 37, n. 4, p. 741-747, 2003.
- VALIDO, A.; NOGALES, M. Frugivory and seed dispersal by the lizard *Gallotia galloti* (Lacertidae) in a xeric habitat of the Canary Islands. **Oikos**, v. 70, n. 3, p. 403-411, 1994.
- VAN DAMME, R. Evolution of herbivory in lacertid lizards: effects of insularity and body size. **Journal of Herpetology**, v. 33, p 663-674, 1999.
- VANDER WALL, S. B.; LONGLAND, W. Diplochory: are two seed dispersers better than one?. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 19, n. 3, p. 155–161, 2004.
- VASCONCELLOS-NETO, J.; ALBUQUERQUE, L. B. D.; SILVA, W. R. Seed dispersal of *Solanum thomasiifolium* Sendtner (Solanaceae) in the Linhares Forest,

Espírito Santo state, Brazil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 23, n. 4, p. 1171-1179, 2009.

VITT, L. J.; PIANKA, E. R. Deep history impacts present-day ecology and biodiversity. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 102, n. 22, p. 7877–7881, 2005.

WHEELWRIGHT, N. T.; ORIAN, G. H. Seed dispersal by animals: contrasts with pollen dispersal, problems of terminology, and constraints on coevolution. **American Naturalist**, v. 119, n. 3, p. 402-413, 1982.

WOTTON, D. M. Effectiveness of the common gecko (*Hoplodactylus maculatus*) as a seed disperser on Mana Island, New Zealand. **New Zealand Journal of Botany**, v. 40, n. 4, p. 639–647, 2002.

Germinação de sementes de *Spondias tuberosa* Arruda após ingestão por *Salvator merianae* (Duméril e Bibron, 1839): inferências sobre um processo de saurocoria a partir da qualidade da dispersão

**Artigo a ser submetido à revista ACTA OECOLOGICA
(Normas de Submissão em anexo)**

Germinação de sementes de *Spondias tuberosa* Arruda após ingestão por *Salvator merianae* (Duméril e Bibron, 1839): inferências sobre um processo de saurocoria a partir da qualidade da dispersão

LEONARDO S. CHAVES^{1*}; ELCIDA L. ARAUJO²; KLEBER A. SILVA³; ULYSSES P. ALBUQUERQUE^{1*}.

¹ Laboratório de Ecologia e Evolução de Sistemas Socioecológicos (LEA), Departamento de Biologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Avenida Dom Manoel de Medeiros s/n, Dois Irmãos, 52171-900, Recife, Pernambuco, Brasil.

² Laboratório de Ecologia Vegetal dos Ecossistemas Naturais, Departamento de Biologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Avenida Dom Manoel de Medeiros s/n, Dois Irmãos, 52171-900, Recife, Pernambuco, Brasil.

³ Centro Acadêmico de Vitória. Universidade Federal de Pernambuco. Bela Vista. C.P. 55608-680. Brasil. Vitória de Santo Antão, Pernambuco; kleberandradedasilva@hotmail.com

*Autores para correspondência: E-mail: lsxaves@gmail.com; upa677@hotmail.com

RESUMO

Nas interações mutualísticas entre animais e plantas, a dispersão de sementes ocupa um papel fundamental na reprodução de um extenso grupo de plantas. Apesar do papel de mamíferos e aves nesse processo já ser bastante compreendido, padrões ecológicos relacionados à saurocoria ainda não são muito bem compreendidos. Ainda que alguns trabalhos apontem que ecossistemas insulares, altas montanhas e regiões áridas apresentem condições ecológicas adequadas para o aperfeiçoamento da saurocoria, trabalhos empíricos são necessários para confirmar tal hipótese. Nesse trabalho, utilizamos a qualidade da germinação para realizar inferências a respeito do papel de lagartos de grande porte na dispersão de sementes em uma região semiárida. Sendo assim, partindo de evidências ecológicas e etnobiológicas da interação entre *Salvator merianae* e *Spondias tuberosa*, testamos a hipótese de que lagartos de grande porte em ambientes semiáridos se alimentam naturalmente de frutos nativos, influenciando positivamente a sua germinação. Para tanto, capturamos 15 indivíduos de *S. merianae* e, em cativeiro, os alimentamos com frutos de *S. tuberosa*. As sementes recolhidas de suas fezes foram divididas em três tratamentos (sementes escarificadas, sementes digeridas e sementes digeridas e escarificadas), semeadas em papel de germinação e mantidas úmidas por 120 dias. Não verificamos diferenças significativas no percentual ou na velocidade de germinação entre os tratamentos, apontando para a realização de um serviço de dispersão de baixa qualidade.

Concluimos que *S. merianae* destaca-se entre os demais dispersores de *S. tuberosa* por diferir ecologicamente destes (todos mamíferos), aumentando o período de forrageio da espécie, e que a relação entre as espécies modelo pode ser um fenômeno recente, consequência de uma intensa pressão de caça sobre mamíferos, a qual vem ocorrendo historicamente nas regiões de caatinga.

Palavras-chave: dispersão por vertebrados, saurocoria, semiárido, germinação

1. INTRODUÇÃO

A associação mutualística entre angiospermas e animais para a dispersão de suas sementes é uma estratégia largamente estudada (JANZEN, 1970), sendo as aves e os mamíferos os agentes dispersores mais comuns e, portanto, mais bem conhecidos nesses processos (JORDANO, 2000; TRAVESET; VERDÚ, 2002). Lagartos, provavelmente por apresentarem dieta primariamente carnívora (COOPER; VITT, 2002) foram por muito tempo ignorados como importantes dispersores (OLESEN; VALIDO, 2003), apesar de várias espécies apresentarem diversos elementos vegetais em sua dieta, como folhas, frutos, néctar ou mesmo pólen (COOPER; VITT, 2002, VALIDO; NOGALES; MEDINA, 2003; GOMES; QUIRINO; MACHADO, 2014). Devido ao mais recente interesse no papel dos lagartos como agentes dispersores, tem se verificado que em determinadas condições ecológicas esses animais podem assumir um papel fundamental para a reprodução de várias espécies vegetais (VALIDO; OLESEN, 2007), estabelecendo relações de interação altamente especializadas e bastante incomuns em relações mutualísticas de dispersão (GOMES et al., 2014; OLESEN; VALIDO, 2003).

Espécies que têm um longo histórico de interação podem desenvolver relações de codependência, de forma que além de realizar o deslocamento horizontal de sementes para algum sítio de germinação distante da planta mãe, nos processos endozoocóricos, o animal pode realizar um serviço de dispersão de alta qualidade e conseqüentemente mais efetivo (SCHUPP; JORDANO; GOMEZ, 2010). A escarificação promovida fisicamente na boca do animal, ou quimicamente no intestino, a separação da semente da polpa, e conseqüentemente de substâncias inibidoras da germinação, ou a fertilização promovida pelas fezes liberadas juntamente com a semente (TRAVESET; VERDÚ, 2002) podem promover aumento velocidade e no percentual de germinação (ROBERTSON et al., 2006), pressupondo uma possível evolução conjunta, fruto de um longo período de relação mutualística.

Vertebrados alados, como aves e morcegos, são os dispersores que mais frequentemente afetam a germinação das sementes que transportam (TRAVESET; VERDÚ, 2002). Apesar desse efeito ser menos comum na saurocoria, verifica-se que alguns lagartos também desenvolveram relações mais estreitas com determinadas espécies de plantas, afetando positivamente a germinação de suas sementes. Um exemplo claro de como o efeito sobre a germinação pode variar a depender das espécies envolvidas pode ser observado na dispersão realizada por *Gallotia galloti* (Oudart, 1839). Ao digerir frutos de *Withania aristata* (Ait.)

Pauq., *G. galloti* promove um aumento dos percentuais de germinação dessa espécie, enquanto que o oposto ocorre quando o mesmo animal realiza a dispersão de *Cneorum pulverulentum* Vent. (VALIDO; NOGALES; MEDINA, 1994).

Alguns trabalhos argumentam que fatores como a baixa disponibilidade de artrópodes (recurso mais comum na alimentação da maioria dos lagartos), a alta densidade de lagartos e o reduzido risco de predação para esses animais podem ser apontados como determinantes para que processos evolutivos atuassem forjando a associação mutualística entre organismos vegetais e lagartos, exclusivamente em ilhas (OLESEN; VALIDO, 2003; VAN DAMME, 1999), reconhecendo, entretanto, a limitação dessa afirmação devido à inexistência de amostragens sistemáticas que comparem ambientes continentais e insulares.

Valido e Olesen (2007) destacam, por outro lado, que as condições apontadas como responsáveis pela associação entre saurocoria e insularidade não são exclusivas de ilhas, podendo ser observadas também em regiões áridas, principalmente nos períodos mais secos. Dessa forma, os mesmos processos que ocorrem em ilhas podem ter selecionado os lagartos capazes de adotar a dieta herbívora como estratégia de sobrevivência em outros ambientes.

Nesse contexto, com o objetivo de contribuir para o entendimento da saurocoria, buscamos neste trabalho investigar quão efetivos são os lagartos de grande porte na dispersão de sementes em ambientes semiáridos. Ao utilizar como parâmetro de análise a qualidade do tratamento executado pelo dispersor, pretendemos realizar inferências a respeito de contextos evolutivos, propondo cenários teóricos que possam explicar seu papel nesse processo ecológico.

Evidências etnobiológicas (SILVA et al., 2014) e ecológicas (CAVALCANTI; RESENDE; BRITO, 2009) apontam a existência de uma interação mutualística entre *Salvator merianae* (Duméril e Bibron, 1839) e *Spondias tuberosa* Arruda em áreas de caatinga. Haja vista a existência de condições ambientais que favorecem o aperfeiçoamento das relações entre lagartos e plantas nessa região, promovendo o aperfeiçoamento de um trabalho de dispersão qualitativamente diferenciado, estabelecemos a seguinte hipótese: a passagem de frutos através do trato digestório de lagartos de grande porte, em ambientes semiáridos, influencia positivamente a germinação de suas sementes. Para testar tal hipótese adotamos as predições de que a velocidade e o percentual de germinação de sementes provenientes de frutos consumidos por *S. merianae* seriam superiores às verificadas em sementes de frutos não consumidos.

Além das evidências a respeito da interação entre as espécies modelo, outras características das duas espécies reforçam nossa expectativa em encontrar alterações nos parâmetros de germinação avaliados. Sementes de espécies de hábito arbóreo e de frutos

carneiros, como em *S. tuberosa*, quando manipuladas por dispersores de alta qualidade, apresentam mais frequentemente alterações no percentual de germinação (ROBERTSON et al., 2006). *Salvator merianae*, por sua vez, pertence a uma das famílias de lagartos de maior número de espécies com registro de consumo de frutos (VALIDO; OLESEN, 2007), fato que se confirma em análises de dieta ou registros de campo para *S. merianae* (CAVALCANTI; RESENDE; BRITO, 2009; GRIZ; MACHADO, 2001; KIEFER; SAZIMA, 2002; SILVA et al., 2014). Além disso, lagartos de grande porte, como *S. merianae*, por possuírem taxas metabólicas mais elevadas, são melhor adaptados à dieta herbívora (POUGH, 1973), característica que tem sido associada a bons dispersores (OLESEN; VALIDO, 2003; VAN DAMME, 1999). Além dessas evidências, observa-se que *S. merianae* apresenta grande potencial de dispersão de espécies da Mata Atlântica, sendo evidenciado inclusive sua capacidade de acelerar a germinação de sementes de outra espécie arbórea, *Genipa americana* L. (CASTRO; GALETTI, 2004).

2. MÉTODOS

2.1- Espécies Modelo

Para testar nossa hipótese escolhemos as espécies *S. merianae* e *S. tuberosa* devido às evidências de que as espécies já possuem uma relação mutualística estabelecida (CAVALCANTI; RESENDE; BRITO, 2009; SILVA et al., 2014) e por serem abundantes na área de estudo e muito comuns em ambientes de caatinga. *Salvator merianae* (Duméril e Bibron, 1839) (Figura 1-A) é um lagarto de grande porte (até 1,5 m de comprimento total) com distribuição bastante ampla em todo o nordeste brasileiro e em alguns países vizinhos (UETZ, 2015). É considerada uma espécie onívora, alimentando-se de invertebrados, pequenos vertebrados, ovos e com diversos registros de material vegetal, incluindo vários casos de frugivoria (CASTRO; GALETTI, 2004, SILVA et al., 2014). Os lagartos do gênero *Salvator*, inclusive *S. merianae*, têm sido apontados em alguns trabalhos como dispersores de sementes (CAVALCANTI; RESENDE; BRITO, 2009; COOPER; VITT, 2002; GRIZ; MACHADO, 2001; KIMMEL, 2010; VARELA; BUCHER, 2002), destacando-se por seu porte elevado e sua extensa área de uso (WINCK et al., 2007), características que podem favorecer a dispersão quantitativa e qualitativamente (distância da dispersão).

Spondias tuberosa Arruda é uma planta nativa do semiárido brasileiro e endêmica de áreas de caatinga (PRADO; GIBBS, 1993). Por sua grande quantidade de flores e frutos, *S. tuberosa* é um importante recurso alimentar para polinizadores e dispersores (DUQUE, 1980). Seu fruto, conforme descrito por Silva e Silva (1974), é uma drupa elipsoidal, em geral lisa,

com extremidade mais proximal, em relação ao pedúnculo, mais afunilada que a distal. Possui diâmetro entre 2 e 4 cm e peso entre 10 e 20 g. Seu caroço, que guarda a semente, tem tamanho variado, consistência denso fibrosa e é bastante resistente, apresentando apenas alguns orifícios por onde a água entra e, durante a germinação, saem os cotilédones (MENDES, 1990). O início do seu ciclo reprodutivo parece ser estimulado por uma condição de estresse hídrico (CAVALCANTI et al., 2011) e seu período médio de frutificação perdura por dois meses e meio, em média (GUERRA, 1981).

As sementes de *S. tuberosa* apresentam germinação lenta e pouco uniforme (LEDERMAN; GONZAGA NETO; BEZERRA, 1989; LOPES et al., 2009). Esse comportamento deve-se a uma forte dormência, a qual pode ser atribuída a distintos mecanismos, como a rigidez do pirênio, que tanto dificulta a entrada de água como cria uma resistência à expansão do embrião (CAMPOS, 1986), a imaturidade do embrião em frutos recém amadurecidos (ARAÚJO et al., 2001) ou a presença de substâncias inibidoras de seu desenvolvimento (LOPES et al., 2009). O percentual de germinação atingidos sem tratamento após 60 dias variam entre 1,3% (LOPES et al., 2009) e 5% (LEDERMAN; GONZAGA NETO; BEZERRA, 1989) e mesmo após o uso de tratamentos pré-germinativos, como a escarificação mecânica, os melhores resultados encontrados mostram valores que variam entre 22,8% (ARAÚJO et al., 2001) e 26,6% (LOPES et al., 2009).



Figura 1: A – *Salvator merianae* (Duméril e Bibron, 1839); B – Dieta oferecida em cativeiro, composta por carne e frutos de *Spondias tuberosa* Arruda. Fotos: Leonardo Chaves

2.2- Montagem do experimento

Os animais foram capturados na Reserva Particular do Patrimônio Nacional Fazenda Tamanduá (Portaria Nº 110/98-N; IBAMA-PB), localizada no município de Santa Terezinha - PB (7°00'3,45"S / 37°23'45,73"O – 300 m – WGS84), no Nordeste do Brasil. Situada em meio

à Região Fisiográfica do Baixo Sertão de Piranhas (MOREIRA, 1989), a RPPN encontra-se em uma área preservada de vegetação decídua, com uma extensão de 3.073 ha, em um ecossistema semiárido com vegetação típica de caatinga.

Os trabalhos de campo foram iniciados em fevereiro de 2015, imediatamente após o registro do início da frutificação dos primeiros indivíduos de *S. tuberosa* existentes na área. Capturamos os indivíduos de *S. merianae* por meio de coletas ativas e passivas. As coletas ativas foram realizadas entre os meses de fevereiro e abril de 2015, no período entre as 07 e 12 horas, com o apoio de um morador local, explorando os ambientes indicados por Vitt e Caldwell (2013) como os mais utilizados por lagartos, assim como rastros da passagem dos mesmos e a presença de tocas. A amostragem passiva foi realizada no mesmo período, utilizando 13 linhas de armadilhas de contenção e queda, conforme descritas por Gibbons e Semlitsch (1981), compostas, cada uma, por cinco baldes de 60 litros, interligados por placas rígidas de PVC e por cinco armadilhas do tipo *Tomahawk*, adaptadas ao tamanho e forma dos animais, com a finalidade de melhor selecionar as presas, com utilização de iscas, com revisões realizadas duas vezes ao dia.

Ao todo, 15 animais adultos foram capturados, sendo nove machos e seis fêmeas, com comprimento total médio de 95,4 cm. A captura, manejo e contenção dos animais em cativeiro foi autorizada pelo ICMBio e formalizada em autorização emitida pelo Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (SISBIO - 49311-1). Os animais capturados foram mantidos em cativeiro entre os meses março e junho de 2015.

Nas primeiras 48 horas pós captura foi oferecida uma dieta exclusivamente de carne para a coleta das fezes e análise da dieta anterior à contenção, verificando-se a presença de diásporos de *S. tuberosa* e após esse período foi oferecida uma dieta mista contendo carne e frutos maduros de *S. tuberosa*. Todos os frutos oferecidos foram obtidos de pequenos mercados locais, onde os comerciantes informaram coletar os frutos na área deste estudo ou em áreas próximas. Os frutos eram adquiridos em estado de maturação “de vez” ou maduros e armazenados, resfriados por no máximo uma semana. Não foi possível a utilização de frutos coletados diretamente de árvores presentes na área de estudo, uma vez que a intensa coleta realizada pela população, seja para consumo, seja para comercialização, inviabilizava a obtenção da quantidade de frutos necessária para o experimento. As fezes foram coletadas e triadas através de lavagem em água corrente dentro de peneiras com malha de 0,5 x 0,5 mm e as sementes encontradas foram secas à sombra e em seguida acondicionadas em sacos de papel à temperatura ambiente. Sementes não digeridas foram retiradas de frutos escolhidos aleatoriamente entre aqueles oferecidos aos animais (antes que fossem manipulados por eles),

despolpados manualmente e lavados em água corrente, com o auxílio de peneiras e igualmente secos à sombra e armazenadas em sacos de papel à temperatura ambiente.

O experimento de germinação foi iniciado em julho de 2015 na casa de vegetação da Área de Botânica, do Departamento de Biologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, montado em delineamento inteiramente casualizado, em três tratamentos com quatro repetições. Os tratamentos definidos foram: T1 – sementes não digeridas e escarificadas manualmente, T2 – sementes digeridas e não escarificadas manualmente, T3 – sementes digeridas e escarificadas manualmente. Optamos pela utilização de sementes escarificadas como grupo controle (tratamento T1) e não de sementes intactas, haja vista a espécie apresentar mecanismos de dormência, apresentando percentuais de germinação extremamente baixos dentro dos 120 dias previstos para o encerramento do experimento. Em cada um dos tratamentos utilizamos um total de 80 sementes.

A escarificação foi realizada, conforme método proposto por Lopes et al. (2009), utilizando-se motoesmeril para a abrasão de aproximadamente 5 mm da parte distal do pirênio, com o cuidado de preservar-se intacto o embrião. Haja vista a necessidade de acompanhamento constante do desenvolvimento da germinação com a menor interferência possível, as sementes foram semeadas em bandejas com papel germitest, umedecido diariamente com água destilada. As mesmas foram delicadamente lavadas em água corrente uma vez por semana, para conter ou prevenir a infestação por fungos, e o papel germitest substituído sempre nessa oportunidade. As sementes foram monitoradas diariamente ao longo de 120 dias e consideradas germinadas quando verificado a protusão da radícula.

2.3- Análise de dados

Nos tratamentos em que foram verificadas sementes germinadas, o Índice de Velocidade de Germinação (IVG) foi calculado através da fórmula sugerida por Maguire (1962). Nossos dados não se ajustaram à distribuição normal e devido a pequena quantidade de sementes germinadas, testes não paramétricos poderiam subestimar os efeitos dos tratamentos. Por isso, optamos pela utilização de uma Análise de Monte Carlo para simular uma distribuição nula e concluir se o evento observado pode ser atribuído a um comportamento aleatório. Para verificar se houve diferenças entre os tratamentos tanto nos percentuais de germinação quanto no IVG, adotamos o valor “F” da análise de variância (ANOVA) como estatística teste utilizada para descrever o padrão dos dados. Em seguida, criamos uma distribuição nula a partir dos valores “F” de 1.000 aleatorizações do conjunto dos dados e adotamos um teste unicaudal, admitindo

como significativos, valores de $p \leq 0,05$. As análises foram realizadas com o auxílio do Software R (Team R Development Core 2010).

3. RESULTADOS

Não foi observada diferença significativa entre os percentuais de germinação dos três tratamentos avaliados ($F = 1,539$; F -crítico = 2,681; $p = 0,2262$). Após 120 dias da sementeira, no tratamento T1 (não digeridas e escarificadas) não verificamos sementes germinadas. No tratamento T2 (digeridas e não escarificadas manualmente) o percentual observado foi de 3,75% ($n = 3$), resultado idêntico ao observado no tratamento T3 (digeridas e escarificadas manualmente).

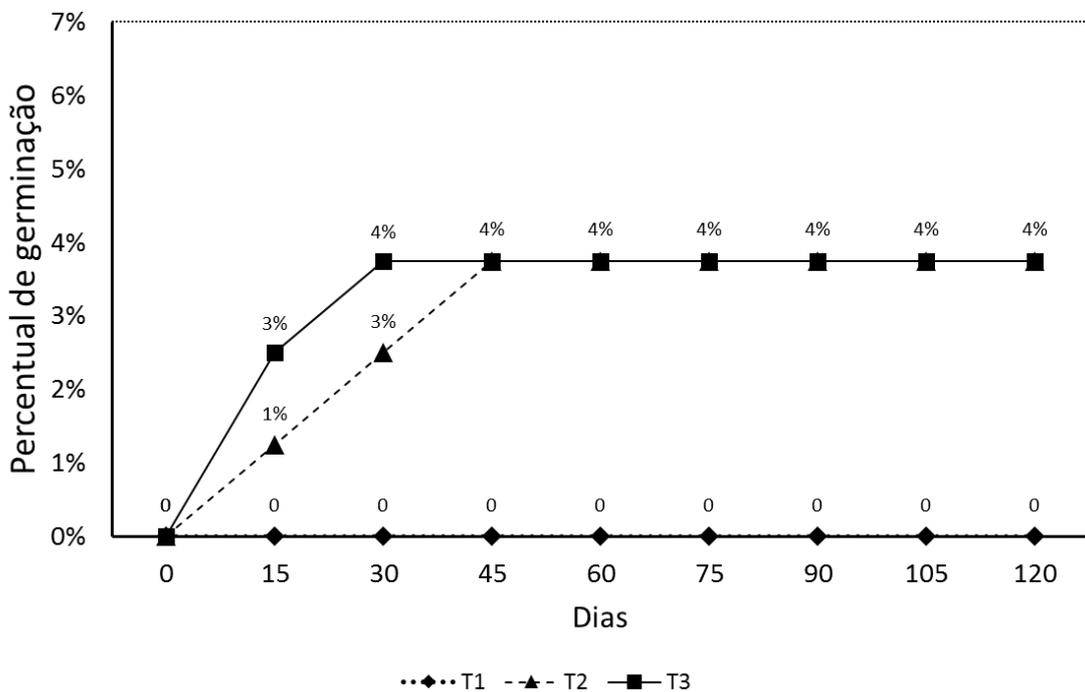


Figura 2: Porcentagem de sementes de *Spondias tuberosa* Arruda germinadas em três tratamentos (T1: não digeridas e escarificadas, T2: digeridas e não escarificadas, T3: digeridas e escarificadas) em experimento desenvolvido para avaliação do efeito da passagem pelo trato digestivo de *Salvator merianae* (Duméril e Bibron, 1839).

O processo de germinação iniciou-se aos doze dias de experimento no tratamento T2 e a partir do quarto dia entre as sementes do tratamento T3. Os Índices de Velocidade de Germinação para cada um desses tratamentos foi de 0,168 e 0,357, respectivamente (Figura 2), não sendo observada diferença significativa entre os mesmos ($F = 1,2161$; F -crítico = 2,358; $p = 0,3006$).

4. DISCUSSÃO

A germinação não foi alterada em nenhum dos aspectos avaliados, o que nos levou a refutar a nossa hipótese, indicando um serviço de dispersão de baixa qualidade oferecido por *S. merianae*.

O fato de *S. merianae* não alterar o percentual e a velocidade de germinação de *S. tuberosa* em casa de vegetação não pressupõe necessariamente uma relação mutualística recente ou mal estabelecida. Segundo Wheelwright e Orians (1982), espécies que apresentam curtos períodos de frutificação podem ter desenvolvido como estratégia de dispersão a produção de uma grande quantidade de frutos pequenos, com capacidade de atrair uma maior quantidade de dispersores de baixa qualidade, priorizando assim o transporte de grandes quantidades de frutos, em detrimento de um tratamento que altere parâmetros de germinação. Haja vista que a produção de grandes quantidades de fruto (300 kg por indivíduo) em um tempo relativamente curto (três a quatro meses) é uma característica marcante da fenologia de *S. tuberosa* (ALMEIDA; ALBUQUERQUE; CASTRO, 2011; BATISTA et al., 2015; LINS NETO et al., 2013) e que muitos outros animais também se alimentam de seus frutos inteiros, tais como os mamíferos *Mazama gouazoubira* (G. Fischer [von Waldheim], 1814), *Dasyprocta prymnolopha* Wagler, 1831, *Tayassu tajacu* (Linnaeus, 1758), *Cerdocyon thous* (Linnaeus, 1766), *Euphractus sexcinctus* (Linnaeus, 1758) (CAVALCANTI; RESENDE; BRITO, 2009; GRIZ; MACHADO, 2001), acreditamos que essa espécie possui uma *guilda* de dispersores oportunistas, que executam um trabalho de dispersão funcionalmente redundante, realizando a movimentação horizontal das sementes, sem promover alterações na germinação.

Quando um grande número de espécies desempenha uma mesma função em um ambiente, elas lhe conferem uma maior resistência à distúrbios, haja vista que a redução da abundância ou mesmo a extinção local de uma certa espécie pode ser compensada por outra que desempenhe um serviço ecológico equivalente (WALKER, 1995). Ainda que *S. merianae* não execute um serviço totalmente equivalente ao das outras espécies registradas (no que tange à taxa de remoção ou aos sítios de deposição de sementes de *S. tuberosa*), seu papel é particularmente importante em ambientes instáveis como em semiáridos, visto que a presença de espécies que respondem de forma diferente às condições ambientais, executando a mesma função, garante a manutenção de processos ecológicos (WALKER, 1992). Dessa forma, mesmo que *S. merianae* não modifique o percentual de germinação, ao digerir as sementes de *S. tuberosa*, é possível destacar a importância deste agente entre as demais espécies conhecidas

como potenciais dispersoras, considerando-se, por exemplo que o pico de atividade de mamíferos é mais associado ao período noturno, um réptil, por apresentar intensa atividade diurna, aumenta o período de forrageio de *S. tuberosa*, diminuindo o tempo que os frutos permanecem abaixo da planta mãe, vulneráveis à predação, maximizando quantitativamente o serviço de dispersão.

Cabe destacar ainda que os frutos *S. tuberosa* apresentam características organolépticas (coloração verde ou amarelada e odor forte) (JANSON, 1983) e fisiológicas (seus frutos quando maduros caem no chão) (e.g. HERRERA, 2002) presentes em frutos com síndrome mamaliocórica, o que justificaria o grande número de mamíferos entre os dispersores conhecidos. Assumindo que essas características estejam relacionadas a adaptações para a atração de dispersores, a baixa qualidade no tratamento das sementes, observada em nosso experimento pode estar apontando para um cenário diferente e mais provável, em que a associação entre *S. merianae* e *S. tuberosa* pode estar relacionado a algum evento recente, como à intensa ação antrópica através da exploração descontrolada de recursos, observada na região onde as espécies ocorrem. Regiões de caatinga têm sofrido drásticas alterações, sendo um dos ecossistemas mais modificados pelas atividades humanas (LEAL et al., 2005). Um dos impactos mais preocupantes nesse sentido é a atividade de caça de subsistência, tradicionalmente praticada na região (ALVES et al., 2009; BARBOSA; NOBREGA; ALVES, 2011), com forte preferência cinegética pelos mamíferos (ALVES; GONÇALVES; VIEIRA, 2012). A forte pressão de caça com conseqüente redução das populações de mamíferos dispersores de *S. tuberosa* pode ter diminuído a taxa de remoção de seus frutos, causando um excedente de frutos não dispersos. Haja vista sua grande plasticidade alimentar e devido à baixa competição pelos frutos, *S. merianae* pode ter adotado um comportamento oportunista, sobrepondo-se a dispersores aparentemente com uma história evolutiva mais próxima de *S. tuberosa*, a julgar por suas características adaptadas à atração de mamíferos.

A dispersão de sementes por espécies oportunistas mal adaptadas em consequência dos efeitos da redução de dispersores sobre explorados pela caça é discutida por Janzen e Martin (1982) ao apresentarem a hipótese conhecida por “anacronismo ecológico”. Para os autores, algumas espécies vegetais possuem características que teriam se desenvolvido em um longo processo de coevolução com mamíferos da megafauna pleistocênica. Dada a extinção desses animais de grande porte por consequência da ação antropogênica (BARNOSKY et al., 2004; MOSIMANN; MARTIN, 1975), o excedente de frutos não consumidos passou a atrair outros animais, predadores ou capazes de realizar a dispersão das sementes de maneira ineficaz, promovendo novas associações mutualísticas. Os animais mais apontados como responsáveis

pela manutenção das populações das espécies vegetais com síndrome de megafauna são os roedores estocadores (JANSEN et al., 2012). Estes animais em geral predam as sementes e, eventualmente, as abandonam distante da planta mãe ainda viáveis à germinação. Guimarães Jr., Galetti e Jordano (2008), tomando por referência as características de frutos que atualmente ainda são dispersos por elefantes nas savanas africanas, definiram as características da síndrome de dispersão por megafauna. De acordo com essas características, em particular a relação entre as dimensões do fruto e da semente, *S. tuberosa* apresenta adaptações à dispersão por espécies de megafauna (GUIMARÃES Jr; GALETTI; JORDANO, 2008), reforçando assim nossa ideia de que as espécies conhecidas registradas atualmente se alimentando de frutos dessa espécie seriam todos dispersores de baixa qualidade.

Avaliando as consequências da caça sobre o serviço de dispersão de sementes, Peres e Palacios (2007) demonstraram que a redução de dispersores locais em áreas de floresta na Amazônia teve impacto direto na qualidade de dispersão. Taxas reduzidas de remoção causam alta mortalidade de indivíduos jovens, devido a densidade elevada de plântulas sob adultos coespecíficos (JANZEN, 1970). Especificamente em casos que a semente se beneficia com a passagem pelo trato digestivo do animal, as consequências da redução do dispersor são muito mais graves, uma vez que em geral há baixa redundância de dispersores de alta qualidade e que o tratamento inadequado pode causar uma elevada taxa de mortalidade de sementes (PERES; PALACIOS, 2007). Em uma perspectiva de total extinção de dispersores bem adaptados, Johnson (2009) aponta como consequências para as espécies vegetais, a redução na área de distribuição e a queda da variabilidade genética.

De acordo com o exposto, a intensa pressão de caça pode estar causando graves consequências à dinâmica reprodutiva de *S. tuberosa*. A caça seletiva de mamíferos dispersores e a subsequente atuação de agentes cada vez menos eficientes pode estar causando ao longo do tempo uma redução na taxa de recrutamento de indivíduos jovens e consequentemente uma alteração gradual dos padrões de distribuição da espécie. Para a confirmação desse cenário hipotético, é necessário a realização de trabalhos que executem levantamentos sistemáticos em áreas com intensidades distintas de pressão de caça, avaliando-se os parâmetros quantitativos da dispersão realizada pelos diversos dispersores de *S. tuberosa*, além de informações sobre a estrutura das populações desta última. Em áreas com maior intensidade de caça, esperaríamos encontrar, além de alterações nas taxas de agregação e na estrutura etária de *S. tuberosa*, uma maior atuação de *S. merianae* na dispersão de suas sementes em relação aos demais dispersores. Destacamos por fim que, *S. tuberosa* é uma espécie alvo de uma intensa atividade extrativista, portanto, a ação humana não apenas diminui abundância de dispersores, como também reduz a

disponibilidade de frutos para a fauna dispersora. Dessa forma, para uma maior compreensão das consequências da interferência humana sobre essa rede de interações, existem outras variáveis importantes que devem ser levadas em consideração.

Pesquisas que se proponham a avaliar diretamente parâmetros qualitativos da dispersão de sementes são fundamentais para a profunda compreensão não apenas das interações ecológicas entre animais e plantas, mas também os processos evolutivos que promoveram a associação entre os organismos. Além disso, apesar de interações mutualísticas de dispersão de sementes com alta correlação espécie-específica não serem comuns (WHEELWRIGHT; ORIAN, 1982), a redução de agentes dispersores de alta qualidade tem impacto direto no recrutamento de novos organismos, ocasionando conseqüentemente o declínio da área de distribuição e na variabilidade genética de espécies altamente dependentes de processos zoocóricos (CORDEIRO et al., 2009; JOHNSON, 2009; CORDEIRO; HOWE, 2003; PERES; PALACIO, 2007). Dessa forma, a compreensão das redes de interação de processos de dispersão é fundamental para a conservação da manutenção do equilíbrio de vários ecossistemas.

5. CONCLUSÃO

Ao descartarmos a hipótese de que *S. merianae* é um dispersor de alta qualidade, uma vez que sua atividade como dispersor não altera o percentual e a velocidade de germinação das sementes em casa de vegetação, concluímos que o mesmo atua como espécie funcionalmente redundante na dispersão de *S. tuberosa*. *Salvator merianae* destaca-se por aumentar o período de forrageio de *S. tuberosa* e por diferir ecologicamente dos demais dispersores conhecidos para a espécie (todos mamíferos), conferindo-lhe uma maior capacidade resistência a distúrbios ambientais. Nossos resultados também apontam para a possibilidade de a relação entre estas espécies ser um fenômeno recente, possivelmente proveniente de um processo histórico de pressão de caça observado em ambientes de caatinga.

AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer à Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE e ao Programa de Pós-graduação em Botânica pelo apoio institucional no desenvolvimento de todo estudo e pelo suporte logístico na realização dos experimentos; à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pelo apoio financeiro na forma da bolsa de estudos; ao Instituto Fazenda Tamanduá por todo apoio logístico concedido, em

especial na pessoa do Sr. Pierre Landolt; e a equipe do Laboratório de Ecologia e Evolução de Sistemas Socioecológicos (LEA), particularmente a bolsista de apoio técnico Amanda Machado, e aos mestrandos Timóteo Luiz e Daniel Carvalho pela colaboração durante a realização do experimento.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A. L. S.; ALBUQUERQUE, U. P.; CASTRO, C. C. Reproductive biology of *Spondias tuberosa* Arruda (Anacardiaceae), an endemic fructiferous species of the caatinga (dry forest), under different management conditions in northeastern Brazil. **Journal of Arid Environments**, v. 75, n. 4, p. 330-337, 2011.
- ALVES, R. R. N.; GONÇALVES, M. B. R.; VIEIRA, W. L. S. Caça, uso e conservação de vertebrados no semiárido Brasileiro. **Tropical Conservation Science**, v. 5, n. 3, p. 394-416, 2012.
- ALVES, R. R. et al. Hunting strategies used in the semi-arid region of northeastern Brazil. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, v. 5, n. 1, p. 12, 2009.
- ARAÚJO, F. D. et al. Influência do período de armazenamento das sementes de umbuzeiro na sua germinação e no desenvolvimento de plântula. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v. 1, n. 26, p. 36-39, 2001.
- BARBOSA, J. A. A.; NOBREGA, V. A.; ALVES, R. R. N. Hunting practices in the semiarid region of Brazil. **Indian Journal of Traditional Knowledge**, v. 10, n. 3, p. 486-490, 2011.
- BARNOSKY, A. D. et al. Assessing the Causes of Late Pleistocene Extinctions on the Continents. **Science**, v. 306, n. 5693, p. 70-75, 2004.
- BATISTA, F. R. C. Umbu e seus aspectos de produção. In: BATISTA, F. R. C.; SILVA, S. M.; SANTANA, M. F. S.; CAVALCANTE, A. R. **O umbuzeiro e o semiárido brasileiro**. 1 ed. Campina Grande: Instituto Nacional do Semiárido, 2015. cap. 1, p. 8 - 31.
- CAMPOS, C. O. **Estudo da quebra de dormência da semente de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Câm.)** 1986. 71 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal Ceará, Fortaleza, 1986.
- CASTRO, E. R. D.; GALETTI, M. Frugivoria e dispersão de sementes pelo lagarto teiú *Tupinambis merianae* (Reptilia: Teiidae). **Papéis Avulsos de Zoologia** (São Paulo), v. 44, n. 6, p. 91-97, 2004.
- CAVALCANTI, N. B.; RESENDE, G. M.; BRITO, L. T. Regeneração Natural e Dispersão de Sementes do Imbuzeiro. **Engenharia Ambiental**. Espirito Santo do Pinhal, v. 6, n. 2, p. 342-357, 2009.

- CAVALCANTI, N. B. et al. Irrigação suplementar do imbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda). **Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**, v. 8, n. 2, p. 252-264, 2011.
- COOPER, W. E.; VITT, L. J. Distribution, extent, and evolution of plant consumption by lizards. **Journal of Zoology**, v. 257, n. 4, p. 487-517, 2002.
- CORDEIRO, N. J.; HOWE, H. F. Forest fragmentation severs mutualism between seed dispersers and an endemic African tree. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 100, n. 24, p. 14052-14056, 2003.
- CORDEIRO, N. J. et al. Disperser limitation and recruitment of an endemic African tree in a fragmented landscape. **Ecology**, v. 90, n. 4, p.1030-1041, 2009.
- DUQUE, J.G. **O Nordeste e as Lavouras Xerofilas**. Escola Superior de Agricultura de Mossoro - ESAM, Mossoro, Rio Grande do Norte, Brazil, 1980.
- GIBBONS, J. W.; SEMLITSCH, R. D. Terrestrial drift fences with pitfall traps: an effective technique for quantitative sampling of animal populations. **Brimleyana**, v. 7, p. 1-16, 1981.
- GOMES, V. G. N.; QUIRINO, Z. G. M.; MACHADO, I. C. Pollination and seed dispersal of *Melocactus ernestii* Vaupel subsp. *ernestii* (Cactaceae) by lizards: an example of double mutualism. **Plant Biology**, v. 16, p. 315–322, 2014.
- GRIZ, L. M. S.; MACHADO, I. S. C. S. Fruiting phenology and seed dispersal syndromes in caatinga, a tropical dry forest in the northeast of Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v. 17, p. 303-321, 2001.
- GUERRA, P. B. **A civilização da seca**. Fortaleza: DNOCS, 1981.
- GUIMARÃES Jr., P. R.; GALETTI, M.; JORDANO, P. Seed dispersal anachronisms: rethinking the fruits extinct megafauna ate. **PLoS One**, v. 3, n. 3, p. e1745, 2008.
- HERRERA, C. M. Seed dispersal by vertebrates. In: HERRERA, C. M.; PELLMYR, O. (Eds). **Plant-animal interactions: an evolutionary approach**. Blackwell Publishing, Oxford, UK, p. 185–208, 2002.
- JOHNSON, C. N. Ecological consequences of Late Quaternary extinctions of megafauna. **Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences**, rspb-2008, 2009.
- JANSON, C. H. Adaptation of fruit morphology to dispersal agents in a neotropical forest. **Science**, v. 219, n. 4581, p. 187-189, 1983.
- JANZEN, D. H. Herbivores and the number of tree species in tropical forests. **American naturalist**, v. 104, n. 940, p. 501-528, 1970.

- JANZEN, D. H.; MARTIN, P. S. Neotropical anachronisms: the fruits the gomphotheres ate. **Science**, v. 215, n. 4528, p. 19-27, 1982.
- JANSEN, P. A. et al. Thieving rodents as substitute dispersers of megafaunal seeds. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 109, n. 31, p. 12610-12615, 2012.
- JORDANO, P. Fruits and frugivory. In: Fener, M. (Org) **Seeds: the ecology of regeneration in plant communities**, London – U.K., CABI, 2000, p. 125-166.
- KIEFER, M. C.; SAZIMA, I. Diet of juvenile tegu lizard *Tupinambis merianae* (Teiidae) in southeastern Brazil. **Amphibia-Reptilia**, v. 23, n. 1, p. 105-108, 2002.
- KIMMEL, T. M. et al. Pollination and seed dispersal modes of woody species of 12-year-old secondary forest in the Atlantic Forest region of Pernambuco, NE Brazil. **Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants**, v. 205, n. 8, p. 540-547, 2010.
- LEAL, I. R. et al. Changing the course of biodiversity conservation in the Caatinga of northeastern Brazil. **Conservation Biology**, v. 19, n. 3, p. 701-706, 2005.
- LEDERMAN, I. E.; GONZAGA NETO, L.; BEZERRA, J. E. F. Indução de germinação de sementes de umbu (*Spondias tuberosa* Arruda Câmara) através de tratamentos físicos, químicos e mecânicos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 11, n. 3, p. 27-32, 1989.
- LINS NETO, E. M. F. et al. Phenology of *Spondias tuberosa* Arruda (Anacardiaceae) under different landscape management regimes and a proposal for a rapid phenological diagnosis using local knowledge. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, v. 9, n. 1, p. 1-13, 2013.
- LOPES, P. S. N. et al. Superação da dormência de sementes de umbuzeiro (*Spondias tuberosa*, Arr. Câm.) utilizando diferentes métodos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 3, p. 872-880, 2009.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination—aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.
- MENDES, B. V. **Umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda Câmara): importante frutífera do semi-árido**. Mossoró: ESAM, 1990.
- MOREIRA, E. R. F. **Mesorregiões e microrregiões da Paraíba: Delimitação e caracterização**. João Pessoa: Gasplan, 1989.
- MOSIMANN, J. E.; MARTIN, P. S. Simulating overkill by Paleoindians: did man hunt the giant mammals of the New World to extinction? Mathematical models show that the hypothesis is feasible. **American Scientist**, v. 63, n. 3, p. 304-313, 1975.

- OLESEN J.M.; VALIDO A. Lizards as pollinators and seed dispersers: an island phenomenon. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 18, n. 4, 177–181, 2003.
- PERES, C. A.; PALACIOS, E. Basin - Wide Effects of Game Harvest on Vertebrate Population Densities in Amazonian Forests: Implications for Animal - Mediated Seed Dispersal. **Biotropica**, v. 39, n. 3, p. 304-315, 2007.
- POUGH, F. H. Lizard energetics and diet. **Ecology**, v. 54, n. 4, p. 837-844, 1973.
- PRADO, D. E.; GIBBS, P. E. Patterns of species distributions in the dry seasonal forests of South America. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 80, n. 4, 902-927, 1993.
- ROBERTSON, A. W. et al. Assessing the benefits of frugivory for seed germination: the importance of the deinhibition effect. **Functional Ecology**, v. 20, n. 1, p. 58–66. (doi:10.1111/j.1365-2435.2005.01057.x), 2006.
- SCHUPP, E.W.; JORDANO, P.; GÓMEZ, J. M. Seed dispersal effectiveness revisited: a conceptual review. **New Phytologist**, v. 188, n. 2, p. 333-353, 2010.
- SILVA, J. S. et al. Traditional Ecological Knowledge About Dietary and Reproductive Characteristics of *Tupinambis merianae* and *Hoplias malabaricus* in Semiarid Northeastern Braz. **Human Ecology**, v. 42, n. 6, p. 901-911, 2014.
- SILVA, A. D.; SILVA, M. A. G. O. **Observações morfológicas e fisiológicas sobre *Spondias tuberosa* A. Cam.** In XXV Congresso Nacional de Botânica, 1974.
- TRAVESET, A.; VERDÚ, M. A Meta-analysis of the Effect of Gut Treatment on Seed Germination. **All birds present**, v. 31, n. 3, p. 69-82, 2002.
- UETZ, P. (editor), **The Reptile Database**, <http://www.reptile-database.org>, accessed August 13, 2015.
- VALIDO, A.; NOGALES, M. Frugivory and seed dispersal by the lizard *Gallotia galloti* (Lacertidae) in a xeric habitat of the Canary Islands. **Oikos**, v. 70, n. 3, 403-411, 1994.
- VALIDO, A.; NOGALES, M.; MEDINA, F. M. Fleshy fruits in the diet of Canary lizards *Gallotia galloti* (Lacertidae) in a xeric habitat of the island of Tenerife. **Journal of Herpetology**, v. 37, n. 4, p. 741-747, 2003.
- VALIDO, A.; OLESEN, J. M. The importance of lizards as frugivores and seed dispersers. In: Dennis, A. J., Schupp, E. W., Green, R. J., Westcott, D. A. **Seed dispersal: theory and application in a changing world**, Wallingford & Cambridge, UK, CABI, 2007, p. 124-147.

- VAN DAMME, R. Evolution of herbivory in lacertid lizards: effects of insularity and body size. **Journal of Herpetology**, v. 33, n. 4, p. 663-674.
- VARELA, R. O.; BUCHER, E. H. The lizard *Teius teyou* (Squamata: Teiidae) as a legitimate seed disperser in the dry Chaco forest of Argentina. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v. 37, n. 2, p. 115-117, 2002.
- VITT, L. J.; CALDWELL, J. P. **Herpetology: an introductory biology of amphibians and reptiles**. London –U.K., Academic Press, 2013.
- WALKER, B. Conserving biological diversity through ecosystem resilience. **Conservation biology**, v. 9, n. 4, p. 747-752, 1995.
- WALKER, B. Biodiversity and ecological redundancy. **Conservation biology**, v. 6, n. 1, p. 18-23, 1992.
- WHEELWRIGHT, N. T.; ORIANI, G. H. Seed dispersal by animals: contrasts with pollen dispersal, problems of terminology, and constraints on coevolution. **American Naturalist**, v. 119, n. 3, p. 402-413, 1982.
- WINCK, G. R. **História Natural de *Tupinambis merianae* (Squamata, Teiidae) na Estação Ecológica do Taim, extremo sul do Brasil**. 2007. 59 f. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Animal). Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brazil. ANTT. Agência Nacional de Transportes Terrestres.

ANEXO 1

(Normas de submissão à revista: **ACTA OECOLOGICA**)