

UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS CERRO LARGO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AMBIENTE E TECNOLOGIAS
SUSTENTÁVEIS

ANA PAULA DOS SANTOS FARIAS

BIOLOGIA FLORAL, POLINIZAÇÃO E REPRODUÇÃO DE *Lagenaria siceraria*
(MOLINA) STANDL. Cucurbitaceae A.Juss.

CERRO LARGO

2021

ANA PAULA DOS SANTOS FARIAS

**BIOLOGIA FLORAL, POLINIZAÇÃO E REPRODUÇÃO DE *Lagenaria siceraria*
(MOLINA) STANDL. Cucurbitaceae A.Juss.**

Dissertação de Mestrado, apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Tecnologias Sustentáveis da Universidade Federal da Fronteira Sul, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ambiente e Tecnologias Sustentáveis.

Linha de Pesquisa: Qualidade Ambiental

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Mardiore Tanara Pinheiro dos Santos.

CERRO LARGO

2021

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Farias, Ana Paula dos Santos
BIOLOGIA FLORAL, POLINIZAÇÃO E REPRODUÇÃO DE
Lagenaria siceraria (MOLINA) STANDL. CUCURBITACEAE
A.Juss. / Ana Paula dos Santos Farias. -- 2021.
69 f.

Orientadora: Doutora Mardiore Tanara Pinheiro dos
Santos

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da
Fronteira Sul, Programa de Pós-Graduação em Ambiente e
Tecnologias Sustentáveis, Cerro Largo, RS, 2021.

1. BIOLOGIA FLORAL, POLINIZAÇÃO E REPRODUÇÃO DE
Lagenaria siceraria. I. Santos, Mardiore Tanara Pinheiro
dos, orient. II. Universidade Federal da Fronteira Sul.
III. Título.

ANA PAULA DOS SANTOS FARIAS

**BIOLOGIA FLORAL, POLINIZAÇÃO E REPRODUÇÃO DE *Lagenaria siceraria*
(MOLINA) STANDL. Cucurbitaceae A.Juss.**

Dissertação de Mestrado, apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Tecnologias Sustentáveis da Universidade Federal da Fronteira Sul, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ambiente e Tecnologias Sustentáveis.

Área de Concentração: Monitoramento, Controle e Gestão Ambiental

Linha de Pesquisa: Qualidade Ambiental

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Mardiore Tanara Pinheiro dos Santos

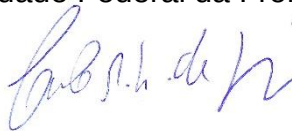
Esta Dissertação foi defendida e aprovada pela banca em: 06/09/2021

BANCA EXAMINADORA



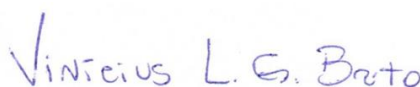
Prof^a. Dr^a. Mardiore Tanara Pinheiro dos Santos

Universidade Federal da Fronteira Sul



Prof^a. Dr^a. Carla Maria Garlet de Pelegrin

Universidade Federal da Fronteira Sul



Prof. Dr. Vinicius Lourenço Garcia de Brito

Universidade Federal de Uberlândia

Dedico a todos que de alguma forma auxiliaram na elaboração desse trabalho, aos meus amigos e familiares, à minha orientadora Dr^a Mardiore e, a você que está com essa dissertação em mãos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que ajudaram de alguma forma, à minha orientadora Mardiore pela paciência e pela grandiosa ajuda na elaboração deste trabalho. Agradeço à minha família por tudo que fizeram por mim até aqui. Ao Instituto Federal Farroupilha pela concessão do afastamento parcial para que eu pudesse cursar as disciplinas do programa e também pelo auxílio concedido por meio do Programa Institucional de Incentivo à Qualificação Profissional (PIIQP). A Universidade Federal da Fronteira Sul – Cerro Largo pela oportunidade de estudar em uma instituição pública, gratuita e de qualidade.

Ademais, tenho algumas pessoas que preciso fazer um agradecimento especial: Ao meu amigo Wolmar Trevisol, que tem um grande apreço pela cultura do porongo e foi quem me incentivou e ajudou fazer as mudas e a transplantá-las para a área experimental, sob um sol escaldante, a ti, Wolmar, meus sinceros agradecimentos.

Aos meus amigos Mauro e Ana Lúcia, que também ajudaram plantar, regar, cuidar e colher os frutos, vocês são minha família institucional. À Suzana, minha amiga querida, que me ensinou e ajudou muito nesse mundo da biologia da polinização. Ao Charles, pelas muitas noites fazendo coletas e testes de polinização. Ao Roni, um agradecimento especial pelas inúmeras vezes que atravessamos as madrugadas, coletando, observando, medindo néctar e até “comendo” insetos que vinham na luz (risos), sem a tua ajuda eu não teria conseguido coletar os dados, te agradeço imensamente pela ajuda e disponibilidade para me aguentar todos os dias. Ao Ari, que regou as plantas nos finais de semana, ao Márcio Lowe, Marcelo, Gelson e o seu Joãozinho pela ajuda e suporte em tudo que precisei, que sempre estiveram prontos para me ajudar. Ao seu Adilson que permitiu os testes em sua lavoura, oferecendo suporte e ajuda no que fosse preciso. Agradeço também aos membros da banca pela disponibilidade em contribuir com este trabalho.

Muito obrigada a todos!

RESUMO

Lagenaria siceraria é uma Cucurbitaceae monoica de importância econômica cujos frutos possuem diversas utilidades nos ramos alimentício, artesanal e utilidade doméstica. No Rio Grande do Sul, a espécie é culturalmente conhecida pelo uso de seus frutos secos na fabricação da cuia, um recipiente utilizado no preparo do chimarrão, uma bebida típica da cultura gaúcha. Diante da sua relevância e da alta dependência reprodutiva por polinizadores, objetivou-se com esse trabalho conhecer a biologia floral, os polinizadores e os requerimentos de polinização em *L. siceraria*. O estudo foi realizado na área experimental do Instituto Federal Farroupilha, no município de Frederico Westphalen-RS (27°23'31.6"S 53°25'58.7"W), e em uma lavoura comercial, situada no município de Palmeira das Missões-RS (27°51'52.7"S 53°20'48.8"W). A antese teve início por volta das 18h30 min e durou cerca de 14 horas, compreendendo período noturno e diurno. As flores estaminadas apresentaram anteras deiscentes antes da abertura total da flor, produziram néctar durante toda a vida da flor e foram produzidas em quantidade 6,4 vezes superior do que as flores pistiladas. As flores pistiladas não apresentam recursos florais, se assemelham às flores masculinas e mantiveram seus estigmas receptivos do início ao final da antese. A espécie é autocompatível e não é capaz de formar frutos por agamospermia. Em ambas as áreas de estudo o número de frutos produzidos foi maior na polinização cruzada manual, quando comparado a polinização controle, indicando déficit de polinização. No entanto, não houve diferença significativa entre os valores médios registrados para as características morfológicas dos frutos nos diferentes tratamentos de polinização. Dez visitantes florais, pertencentes a três ordens, foram registrados nas flores de *L. siceraria*: Hymenoptera (4), Lepidoptera-Heterocera (4) e Apodiformes (2), sendo abelhas e lepidópteros os visitantes mais frequentes e considerados polinizadores da espécie. Devido à baixa atratividade, a frequência de visitas às flores pistiladas foi baixa, quando comparada a registrada nas flores estaminadas. Além disso, os resultados indicam a necessidade de mais de uma visita de polinizadores às flores, para formação de frutos. Este resultado indica a necessidade de manejo de polinizadores, visando aumentar a frequência de visitas às flores pistiladas e incrementar a produção de frutos de *L. siceraria*. Sugere-se o uso de técnicas de manejo que incluam práticas amigáveis aos polinizadores, para aumentar a sua disponibilidade nas áreas de cultivo.

Palavras-chave: Abelhas. Mariposas. Monoicia. Polinização por engodo. Sucesso reprodutivo.

ABSTRACT

Lagenaria siceraria is a monoecious Cucurbitaceae of economic importance whose fruits have different uses in the food, craft, and domestic utility sectors. In Rio Grande do Sul state, the species is culturally known for the use of its dried fruits in the manufacture of the gourd, a bowl used to prepare “chimarrão”, a typical drink of the gaucho culture. Given its relevance and high reproductive dependence on pollinators, this work aimed to know the floral biology, pollinators, and the pollination requirements of *L. siceraria*. The study was carried out in the experimental area of the Instituto Federal Farroupilha, in the municipality of Frederico Westphalen-RS (27°23'31.6"S 53°25'58.7"W), and in a commercial farm, located in the municipality of Palmeira das Missões-RS (27°51'52.7"S 53°20'48.8"W). Anthesis started around 6:30 pm and lasted about 14 hours, covering night and daytime. The staminate flowers had dehiscent anthers before full flower opening, produced nectar during the whole flower life, and were produced 6.4 times more than pistillate flowers. The pistillate flowers did not have floral resources, they resemble to male flowers and maintained their receptive stigmas from beginning to end of anthesis. The species is self-compatible and it is not able to form fruit by agamospermy. In both study areas, the number of fruits produced was higher in manual cross-pollination, when compared to control pollination, indicating a pollination deficit. However, there was no significant difference between the mean values registered for the morphometric characteristics of the fruits in the different pollination treatments. Ten floral visitors, belonging to three orders, were registered in the flowers of *L. siceraria*: Hymenoptera (4), Lepidoptera-Heterocera (4), and Apodiformes (2) being bees and Lepidoptera the most frequent visitors and considered the species pollinators. Due to the low attractiveness, the frequency of visits to pistillate flowers was low, when compared to that registered in staminate flowers. Moreover, the results indicate the need for more than one pollinator visit to the flowers for fruit formation. This result indicates the need for pollinator management, aiming to increase the frequency of visits to pistillate flowers and increase *L. siceraria* fruit production. It is suggested management techniques use that include friendly practices to pollinators, to increase their availability in the cultivation areas.

Keywords: Bees. Moths. Monoecy. Deceit pollination. Reproductive success.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Sucesso reprodutivo de *Lagenaria siceraria* nos diferentes tratamentos de polinização, Frederico Westphalen (Área experimental) e Palmeira das Missões (Lavoura comercial), Rio Grande do Sul, Brasil.40

Tabela 2 – Efeito dos tratamentos de polinização sobre as características dos frutos de *Lagenaria siceraria*. Frederico Westphalen (Área experimental) e Palmeira das Missões (Lavoura comercial), Rio Grande do Sul, Brasil.42

Tabela 3 – Visitantes florais registrados nas flores de *Lagenaria siceraria* e lepidópteros capturados na armadilha luminosa cujo corpo continha pólen desta espécie. Frederico Westphalen e Palmeira das Missões, Rio Grande do Sul, Brasil.44

Tabela 4 – Total de visitas (média hora⁻¹ dia⁻¹) registradas por turno, nos dois sistemas de condução de plantas, nas flores estaminadas e pistiladas de *Lagenaria siceraria* durante o período de estudo, Frederico Westphalen, Rio Grande do Sul, Brasil.47

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Áreas de estudo. (A) Área experimental do Instituto Federal Farroupilha, Frederico Westphalen, RS, Brasil. (B) Lavoura comercial, Palmeira das Missões, RS, Brasil.31

Figura 2 – Aspecto das flores de *Lagenaria siceraria* durante as fases da antese. (A-D) Flor pistilada: (A) início da abertura, (B) flores totalmente abertas, (C) flores com mudança na coloração e enrugamento das pétalas, (D) flores totalmente fechadas. (E-H) Flor estaminada: (E) início da abertura, (F) flores totalmente abertas, (G) flores com mudança na coloração e enrugamento das pétalas, (H) flores totalmente fechadas. Frederico Westphalen, Rio Grande do Sul, Brasil.36

Figura 3 – Volume e concentração de néctar acumulado (A-C). Volume e concentração de néctar disponível (B-D), nas flores de *Lagenaria siceraria*, Frederico Westphalen, Rio Grande do Sul, Brasil. As médias foram comparadas por teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis (Anova) com 5% de probabilidade de erro. Diurno (19h – 20h e 05h – 09h) e noturno (21h – 00h e 01h – 04h).38

Figura 4 – Número de visitas florais registradas em *Lagenaria siceraria* durante o período de estudo, Frederico Westphalen, Rio Grande do Sul, Brasil. Número de visitas florais separados por guildas (A). Número de visitas florais separados por espécie (B). Frequência relativa de visitas florais (C).45

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BPBES/REBIP: Relatório temático sobre Polinização, Polinizadores e Produção de Alimentos no Brasil

cm: Centímetros

EMBRAPA: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

FAA: Formol, ácido acético

Fig: Figura

g: Gramas

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

Kg: Quilogramas

m: Metros

mm: Milímetros

NPK: Nitrogênio, Fósforo, Potássio

PR: Paraná

RS: Rio Grande do Sul

SC: Santa Catarina

sp.: Espécie não identificada

Tab: Tabela

µL: Microlitro

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL.....	13
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	16
2.1 FAMÍLIA CUCURBITACEAE.....	16
2.1.1 <i>Lagenaria siceraria</i>.....	17
2.2 IMPORTÂNCIA DA POLINIZAÇÃO PARA A AGRICULTURA.....	20
2.3 AMEAÇAS E CONSERVAÇÃO DE POLINIZADORES.....	21
3 RESULTADOS.....	24
3.1 INTRODUÇÃO	28
3.2 METODOLOGIA.....	30
3.2.1 Área de estudo	30
3.2.2 Morfologia e biologia floral.....	32
3.2.3 Biologia reprodutiva.....	33
3.2.4 Visitantes florais e polinizadores.....	34
3.2.5 Análises estatísticas	34
3.3 RESULTADOS.....	35
3.3.1 Morfologia e biologia floral.....	35
3.3.2 Biologia reprodutiva.....	38
3.3.3 Visitantes florais e polinizadores.....	43
3.4 DISCUSSÃO	49
3.4.1 Morfologia e biologia floral.....	49
3.4.2 Biologia reprodutiva.....	51
3.4.3 Visitantes florais e polinizadores.....	52
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56

1 INTRODUÇÃO GERAL

Muitas culturas de interesse agrícola são reconhecidamente dependentes em algum grau de polinizadores e a polinização é um elemento que contribui na produtividade e na eficiência do uso da terra. Mesmo que algumas plantas não dependam exclusivamente desse serviço, ainda assim podem se beneficiar, pois quando devidamente polinizadas, produzem frutos em maior quantidade e qualidade nutricional, aumentando a variabilidade genética e contribuindo na diminuição da susceptibilidade a pragas e patógenos (FREITAS; SILVA, 2015; AIZEN et al., 2009; BPBES/REBIPP, 2019).

A família Cucurbitaceae possui grande importância econômica, haja vista que ela está entre as primeiras plantas domesticadas e, também associada a origem da agricultura (NEE, 1990). No Brasil, a família está representada por cerca de 26 gêneros e 160 espécies, destas 146 são nativas (FLORA DO BRASIL, 2020). Diversas espécies são cultivadas no Brasil e muitas delas têm grande interesse comercial, como é o caso da melancia (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai), pepino (*Cucumis sativus* L.), melão (*Cucumis melo* L.) e as abóboras (*Cucurbita pepo* L., *C. maxima* Duchesne ex Lam., *C. moschata* Duchesne).

O gênero *Lagenaria* é originário do continente africano, com seis espécies e apenas uma, *L. siceraria* (Molina) Standl., domesticada (BISOGNIN, 2002; BURTENSHAW, 2003). Esta espécie e suas variedades podem ser utilizadas no armazenamento de alimentos e água, como planta comestível e medicinal, na fabricação de instrumentos musicais, de artesanato, boias flutuantes para redes de pesca e até mesmo para chapéu de proteção (BURTENSHAW, 2003; MORIMOTO et al., 2004). Para consumo humano, os frutos imaturos da cabaça doce ou cachi são utilizados (MELO; TRANI, 2014).

No Rio Grande do Sul, *L. siceraria* é conhecida como porongo e o fruto seco é utilizado para fabricação da cuia, utilizada na preparação do chimarrão, uma bebida típica da cultura gaúcha (CANCELIER, 2018; TREVISOL, 2013). O porongo é cultivado em três regiões do estado, que incluem os municípios de Frederico Westphalen, Santa Maria e Montenegro (CANCELIER; DAVID, 2019). Esta cultura possui grande importância para a agricultura familiar em pequenas propriedades, pois seu cultivo é de baixo custo, não exige técnicas agrícolas sofisticadas, nem grandes

investimentos, pois não são empregados maquinários nem insumos especializados próprios para a cultura (MLADENOVIC et al., 2012; TREVISOL, 2013).

Em pequenas propriedades é fundamental aumentar a produtividade, daí a importância de conhecer os polinizadores e verificar seu papel na reprodução das plantas (FREITAS; NUNES-SILVA, 2012). Além disso, estudos com a biologia reprodutiva e da polinização de plantas, contribuem para solucionar possíveis déficits de polinização em culturas dependentes e desenvolver estratégias de proteção de agentes polinizadores (BPBES/REBIPP, 2019), bem como contribuir para o manejo e exploração comercial dessas plantas (LENZI et al., 2005).

Os frutos de *L. siceraria* possuem uma grande variabilidade genética que resulta em muitas diferenças morfológicas em relação a grossura, comprimento, simetria e diâmetro do casco e número de sementes formadas (SILVA et al., 2002). Entretanto, para serem utilizados na indústria de cuias os frutos devem possuir formato e tamanho adequados e, dada esta variabilidade, um dos entraves para rentabilidade dos produtores é a baixa produção de frutos adequados à comercialização (BISOGNIN; MARCHEZAN, 1988).

Nos últimos anos muitas pesquisas foram dedicadas a investigar a polinização e o sucesso reprodutivo de culturas agrícolas e vários destes estudos demonstraram efeitos positivos na qualidade dos frutos e na produtividade das plantas. Dentre os trabalhos desenvolvidos no Brasil, são exemplos a cultura da abóbora (*Cucurbita moschata*) (TAVARES et al., 2015), canola (*Brassica napus* L.) (WITTER et al., 2014a), chuchu (*Sechium edule* (Jacq.) Sw.) (CARVALHO et al., 2014), laranja (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) (MALERBO-SOUZA et al., 2003), maçã (*Malus domestica* (Suckow) Borkh.) (VIANA et al., 2014), melancia (*Citullus lanatus*) (MALERBO-SOUZA et al., 1999), melão (*Cucumis melo*) (KATO; NOGUEIRA-COUTO, 2002), morango (*Fragaria ×ananassa* Duchesne ex Rozier) (GIANNINI et al., 2015a), pepino (*Cucumis sativus*) (NICODEMO et al., 2013), tomate (*Solanum lycopersicum* L.) (SANTOS et al., 2009) dentre outros (BPBES/REBIPP, 2019).

O sistema sexual de *L. siceraria* é monoico (MORIMOTO et al., 2004) tornando a espécie altamente dependente de polinizadores. A espécie apresenta antese noturna e diurna, é visitada por diferentes guildas de polinizadores, incluindo abelhas, besouros, borboletas, mariposas, beija-flores, sendo os esfingídeos relatados como os principais polinizadores (HEISER, 1997; MORIMOTO et al., 2004; SUBHAKAR; SREEDEVI, 2015). Muitas espécies de Cucurbitaceae são unissexuais e possuem

pólen pegajoso, não facilmente transportado pelo vento, o que torna a ação dos polinizadores essencial para a reprodução das plantas dessa família (FREE, 1993).

Considerando a relevância de *L. siceraria* no contexto agrícola gaúcho, a importância do serviço de polinização no processo de reprodução de plantas unissexuais e a inexistência de estudos de biologia da polinização desta espécie no Brasil, este estudo tem como principal objetivo conhecer seus requerimentos de polinização. Para isso, descrevemos a morfologia e biologia da flor, o modo de reprodução, identificamos os visitantes florais, definimos os polinizadores e descrevemos o efeito da polinização no sucesso reprodutivo, em termos de produção e qualidade dos frutos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 FAMÍLIA CUCURBITACEAE

A família Cucurbitaceae Juss. (1789) está representada por 97 gêneros e cerca de 980 espécies com distribuição tropical e subtropical, compreendendo plantas herbáceas ou sublenhosas, escandentes à prostradas, monoicas ou dioicas, perenes ou anuais, raramente arbustos ou árvores (SCHAEFER; RENNER, 2011; KOCYAN et al., 2007). No Brasil, a família está representada por cerca de 26 gêneros e 160 espécies, destas, 146 são consideradas nativas (FLORA DO BRASIL, 2020). Diversas espécies são cultivadas no Brasil, principalmente para fins alimentícios e pelo grande interesse comercial, como por exemplo, pode-se citar: melancia (*Citrullus lanatus*), melão (*Cucumis melo*), abóbora (*Cucurbita pepo*), pepino (*Cucumis sativus*), chuchu (*Sechium edule*), enquanto outras espécies são utilizadas como recipientes, matéria-prima, esponjas naturais, medicinais e ornamentais, como é o caso do porongo (*Lagenaria siceraria*), bucha vegetal (*Luffa cylindrica* (L.) M.Roem.), melão-de-são-caetano (*Momordica charantia* L.) e o maxixe (*Cucumis anguria* L.) (HEIDEN et al., 2007; LIMA, 2010; ROMANO et al., 2008).

As cucurbitáceas possuem hábito trepador, presença de gavinhas, folhas em geral palmatilobadas, flores solitárias ou agrupadas em inflorescências, corola amarela, laranja ou branca, cálice e corola pentâmeros, 5 a 2 estames e ovário ínfero (SCHAEFER; RENNER, 2011). Em relação a expressão sexual, ocorre o predomínio de monoecismo, mas também ocorrem espécies bissexuadas, andromonoicas, androdioicas, ginomonoicas e ginodioicas (MATTHEWS; ENDRESS, 2004; KOCYAN et al., 2007). Em adição a unissexualidade, o pólen da família possui aspecto pegajoso, o que impede o transporte pelo vento, de maneira que a polinização biótica é essencial para reprodução da maioria das espécies da família (FREE, 1993).

Dentre alguns fatores que influenciam a ação dos polinizadores em cucurbitáceas, podemos destacar a presença de folhas grandes que muitas vezes encobrem as flores, a baixa atratividade e pequena quantidade de flores abertas por dia, que fazem com que os polinizadores sejam facilmente distraídos para outras plantas (BOMFIM et al., 2016).

Existem muitos trabalhos sobre a biologia da polinização de cucurbitáceas, pois a família possui um número significativo de espécies com valor econômico e, em

quase a totalidade destes estudos, abelhas são consideradas as principais polinizadoras. *Apis mellifera* foi considerada o principal polinizador de algumas espécies, por promover aumento na produção, no número e no peso das sementes, como, por exemplo, a *Cucurbita maxima* (NICODEMO; NOGUEIRA-COUTO, 2002), *Cucurbita maxima* var. *Exposição* (NICODEMO et al., 2007), *Cucurbita mixta* L. (LATTARO; MALERBO-SOUZA, 2006), *Cucumis melo* (TRINDADE et al., 2004; SOUSA et al., 2009), *Cucumis sativus* (CUNHA et al., 2012) e *Luffa aegyptiaca* Mill. (MENSAH; KUDOM, 2010).

Nogueira-Couto e Peraro (2000) encontraram *Trigona spinipes* como principal polinizador de *Cucurbita mixta*. Em *Momordica charantia*, Lenzi et al. (2005) registraram como principal polinizador *Diabrotica speciosa*. Serra e Campos (2010), ao estudarem *Cucurbita moschata*, verificaram como principais polinizadores *Trigona spinipes*, *T. hyalinata*, *A. mellifera* e *Melipona quadrifasciata*. Tavares et al. (2015) registraram como polinizadores de *Cucurbita moschata*, *Apis mellifera*, *Centris* sp., *Oxaea flavescens* e *Bombus* sp. Na cultura da melancia (*Citrullus lanatus*) os principais polinizadores foram as abelhas dos gêneros *Melipona* e *Trigona* (MALLERBO-SOUZA et al., 1999). Souza e Mallerbo-Souza (2005), consideraram *Trigona spinipes* como um importante agente polinizador da melancia. Santos et al. (2008) utilizaram as espécies *Scaptotrigona aff depilis* e *Nannotrigona testaceicornis* em casas de vegetação com a cultura do pepino (*Cucumis sativus*) e concluíram que ambas foram polinizadores eficientes.

2.1.1 *Lagenaria siceraria*

Lagenaria siceraria produz frutos conhecidos no Brasil como cabaça, porunga, porongo, cuia, taquera (CANCELIER; DAVID, 2019). O continente africano é o centro de origem da espécie, das seis espécies conhecidas para o gênero, *Lagenaria*, *L. siceraria* é a única domesticada (BISOGNIN, 2002; BURTENSHAW, 2003). Sua dispersão pelo mundo pode ter ocorrido em função dos frutos poderem flutuar através dos mares, chegando aos mais distintos lugares e conferindo a espécie uma ampla distribuição geográfica e uma grande variabilidade genética (BISOGNIN; MARCHEZAN, 1988; CANCELIER, 2018; HEISER, 1979).

Esta espécie apresenta crescimento indeterminado, caule ramificado com gavinhas que pode ser prostrado ou trepador, as folhas são simples palmado-lobadas

(TREVISOL, 2013). O sistema sexual é monoico, com predominância de flores estaminadas em relação as pistiladas, destaca-se o relato da ocorrência de flores hermafroditas na espécie, além das flores pistiladas e estaminadas (TREVISOL, 2013; MORIMOTO et al. 2004). Os frutos são do tipo pepônio e apresentam ampla diversidade de formatos (alongados, cilíndricos, curvados, oblongos, redondos ou mesmo cônicos) (TREVISOL, 2013; CANCELIER; DAVID, 2019).

Lagenaria siceraria é cultivada em praticamente todos os países e seus frutos secos podem ser utilizados para os mais diversos fins, tais como recipiente para armazenamento de alimentos e água, na fabricação de instrumentos musicais, artesanato, boias flutuantes para redes de pesca e até mesmo para chapéu de proteção (TREVISOL, 2013; BURTENSHAW, 2003). A espécie também possui fins medicinais e alimentares (PRASAD; PRASAD, 1979), além disso, as sobras dos frutos e as sementes podem ser trituradas e transformadas em adubo para a lavoura, ou servirem de alimento para animais em criações de subsistência, mesmo sendo pobre em nutrientes (BISOGNIN; MARQUEZAN, 1988).

Inúmeras variedades da espécie são reconhecidas no Brasil, distinguindo-se pelo formato e tamanho dos frutos (BISOGNIN et al., 1997). As variedades conhecidas e cultivadas são o cachi (formato elíptico), porongo-chuchu (formato piriforme), porongo ou cabaça (formato arredondado com pescoço) e o maxixe-de-metro, pepino-de-metro ou abóbora-d'água (formato alongado). O maxixe-de-metro é cultivado e comercializado como hortaliça no estado do Amazonas, por pequenos agricultores (BUZAGLO et al., 2019). Populações tradicionais como os Yanomami no Amazonas, também cultivam e consomem os frutos imaturos da cabaça-doce ou cachi (FERREIRA et al., 2019; MELO; TRANI, 2014). *L. siceraria* é considerada uma planta alimentícia não convencional (KINUPP; LORENZI, 2014), porém pouco se conhece sobre a sua utilização como fonte alimentar e nutricional em comunidades de baixa renda.

No Rio Grande do Sul a espécie merece destaque por seu papel cultural, pois a partir do seu fruto seco é fabricado a cuia, utilizada na preparação do chimarrão, uma bebida típica da cultura gaúcha (CANCELIER, 2018; TREVISOL, 2013). A cultura do porongo possui um papel relevante para a agricultura familiar no Rio Grande do Sul, sendo muito difundida em três regiões do estado, sendo elas, a região de Frederico Westphalen, Santa Maria e Montenegro. A atividade é desenvolvida em pequenas propriedades que empregam mão de obra familiar, em que as técnicas de

cultivo são passadas de geração para geração. O porongo é uma planta rústica e exige poucos tratos culturais. Não se tem muitas informações técnicas para seu cultivo, o que se utiliza são recomendações para outras cucurbitáceas (BISOGNIN, 2002; CANCELIER; DAVID, 2019; TREVISOL, 2013). Apesar de sua importância, existem poucas informações sobre a produção de porongo no estado, dada sua pouca expressividade econômica.

Bisognin e Marchezan (1988) avaliaram o desempenho agrônomo de 10 populações de porongo e obtiveram uma produção média de 11.042 frutos por hectare, apenas 61,7% da produção total dos frutos apresentavam condições para serem industrializados (para cuia). Os autores destacaram que um dos entraves para a melhoria na produtividade é a falta de conhecimento sobre a espécie, de forma que o cultivo seja mais técnico e eficiente e, atualmente, ainda pouco se conhece sobre a genética da planta, pois diferentemente de outras cucurbitáceas, *L. siceraria* não possui nenhum cultivar melhorado. Cancelier e David (2019) realizaram uma pesquisa com produtores de porongo na região de Santa Maria – RS, e registraram que são colhidos, em média, 6 a 10 mil frutos por hectare, e o valor de comercialização, em 2015, variou entre R\$ 1,10 a 1,50 a unidade. Na região do Médio Alto Uruguai, são plantados cerca de 960 hectares, com uma produção estimada em 5,1 milhões de porongos, abrangendo 185 propriedades e envolvendo 250 famílias (TRADIÇÃO LOCAL SUSTENTA PRODUÇÃO DE PORONGOS, 2017). A produtividade no Brasil varia de 11,0 a 14,3 mil frutos por hectare (MELO; TRANI, 2014).

No Brasil, não foram encontradas pesquisas que tratem da biologia da polinização de *L. siceraria*. Em um estudo realizado com *L. siceraria* por Morimoto et al. (2004) no Quênia, foram registrados como visitantes florais, vinte e duas espécies pertencentes a quatro ordens e dez famílias. Dentre os visitantes, quatro grupos foram mais frequentes nas flores: esfingídeos (*Hippotion celerio*, *Agrius convolvuli*), mariposa (Noctuidae spp.), borboletas (*Gorgyra johnstoni*) e abelhas (*Apis mellifera*), sendo esfingídeos descritos como os principais polinizadores da planta. Subhakar e Sreedevi (2015), ao investigarem os visitantes florais de *L. siceraria* na Índia, registraram dez espécies, pertencentes a cinco ordens sendo que a ordem Lepidoptera foi a mais abundante e os principais polinizadores da cultura (*Arthoscista hilarialis*, *Diaphania indica*, *Hippotion celerio*, *Delias eucharis*, *Pieris brassica* e *Anadevidia peponis*). Ainda na Índia, Padhiyar e Patel (2021) registraram nove visitantes florais, pertencentes a cinco ordens, sendo Lepidoptera (*Hippotion celerio*,

Agrius convolvuli, *Diaphania indica*, *Anadevidia peponis*) a ordem mais representada e principais polinizadores de *L. siceraria*. Lu et al. (2021) na China, também confirmam Lepidoptera como polinizadores da cultura (*Acosmeryx shervillii*, *Agrius convolvuli*, *Theretra silhetensis*, *Pergesa acteus*, *P. discistriga*, *P. increta*, *Theretra tibetiana*).

2.2 IMPORTÂNCIA DA POLINIZAÇÃO PARA A AGRICULTURA

A polinização é extremamente importante para a produtividade agrícola, pois promove o aumento na quantidade e na qualidade dos frutos, porém a ação dos polinizadores não é obrigatória em algumas plantas, na medida em que existem outras que são altamente dependentes de polinizadores e, neste caso, sem o serviço de polinização, a rentabilidade da cultura poderá ser afetada (FREITAS; NUNES-SILVA, 2012; BPBES/REBIPP, 2019). Segundo Klein et al. (2007), 75% dos principais cultivos agrícolas de importância mundial melhoram sua produção devido a polinização.

Mesmo em plantas que conseguem se autofecundar, quando ocorre a polinização biótica, há um aumento na diversidade genética e, consequentemente há formação de frutos e sementes de melhor qualidade (ALVES-DOS-SANTOS et al., 2014; IMPERATRIZ-FONSECA; NUNES-SILVA, 2010). Em culturas de grande expressão econômica cuja polinização biótica não é essencial (pouca ou modesta dependência por polinizadores) para formação de frutos, estudos demonstraram que houve um aumento significativo na produtividade quando foram devidamente polinizadas, resultando em maior lucratividade, como é o caso da soja (*Glycine max* (L.) Merr.) (MILFONT et al., 2013), canola (*Brassica napus*) (BLOCHTEIN et al., 2015; WITTER et al., 2015), café (*Coffea arabica* L.) (HIPOLITO et al., 2018), tomate (*Solanum lycopersicum*) (BARTELLI; NOGUEIRA-FERREIRA, 2014) e algodão (*Gossypium hirsutum* L.) (PIRES et al., 2014).

A polinização ainda não é vista como um fator de produção no Brasil, ao passo que em outros países os polinizadores estão sendo introduzidos em cultivos de grande expressão econômica (FREITAS; IMPERATRIZ-FONSECA, 2005) e auxiliam no aumento da produtividade das culturas. O valor econômico da polinização é difícil de ser estimado, há muitos trabalhos que demonstram um aumento significativo na produtividade de culturas de interesse econômico quando os polinizadores estão presentes e polinizando as culturas. O trabalho de Costanza et al. (1997) foi um dos

pioneiros em estimar o valor econômico global do serviço de polinização, chegando a um valor de pelo menos de US\$ 70 bilhões/ano. Em 2005, esse valor foi estimado em 153 bilhões de euros, para as principais culturas que alimentam o mundo, evidenciando-se ainda mais o papel dos polinizadores na sustentabilidade da agricultura (GALLAI et al., 2009). É importante destacar que o valor econômico do serviço ecossistêmico de polinização para a produção de alimentos no Brasil foi estimado em R\$ 43 bilhões, em 2018 (BPBES/REBIPP, 2019).

A produção agrícola mundial sofreria um decréscimo de 3 a 8% na falta de agentes polinizadores, pois aproximadamente 80% dos vegetais de interesse econômico dependem quase exclusivamente de polinizadores (AIZEN et al., 2009; KLEIN et al., 2007; MCGREGOR, 1976; POTTS et al., 2010). A dependência de polinização é definida pelo incremento na produção, isto é, quando os polinizadores estão presentes e atuam na reprodução da planta, tal dependência pode variar entre pouca, modesta, alta ou essencial (KLEIN et al., 2007; GIANNINI et al., 2015b). O Relatório Temático reuniu o conhecimento sobre a polinização de 191 plantas cultivadas ou silvestres, dentre um total de 289 relacionadas a alimentação no Brasil, e para 91 delas foi possível inferir a classe de dependência de polinizadores, sendo essencial para (32) culturas, alta (22), modesta (9) e pouca (6) (BPBES/REBIPP, 2019). Embora tenha aumentado o número de estudos nas últimas décadas, ainda existem lacunas sobre o conhecimento do papel dos polinizadores para muitas espécies vegetais relacionadas à produção de alimentos no país (BPBES/REBIPP, 2019).

É evidente que a agricultura pode se beneficiar da polinização, e que as baixas taxas de produtividade nem sempre são por causa de técnicas de cultivo, agroquímicos ineficientes ou das variedades cultivadas, pode-se tratar apenas de um déficit de polinização, que pode ser facilmente solucionado com a utilização de polinização manejada e com a adoção de práticas que mantenham os polinizadores nos cultivos agrícolas (WITTER et al., 2014b). Embora seu conhecimento ainda seja incipiente, o domínio de técnicas de manejo, criação e introdução de polinizadores em áreas agrícolas estão entre os principais limitadores da produtividade (FREITAS; NUNES-SILVA, 2012).

2.3 AMEAÇAS E CONSERVAÇÃO DE POLINIZADORES

Apesar da importância do serviço ecossistêmico da polinização para a agricultura e manutenção da biodiversidade, os polinizadores encontram-se ameaçados e em processo de desaparecimento por múltiplos fatores, os quais incluem a perda e a fragmentação de habitats, uso indiscriminado de agrotóxicos, poluição, introdução de espécies exóticas, mudanças climáticas e patógenos (GIANNINI et al., 2012; ALVES-DOS-SANTOS et al., 2014).

É inegável que os polinizadores desempenham um importante papel na produção agrícola, por outro lado, as práticas agrícolas e os insumos utilizados nos sistemas de produção atuais, impactam negativamente a fauna polinizadora, seja na sua diversidade, abundância ou na eficiência da polinização (PINHEIRO; FREITAS, 2010). A perda de polinizadores ocasiona déficit de polinização, interferindo na reprodução de plantas nativas, na produtividade e na lucratividade das culturas (VIEIRA et al., 2010), e afeta não somente as plantas que deles dependem, como também outros animais que utilizam os frutos e sementes para a sua sobrevivência (ALVES-DOS-SANTOS et al., 2014).

A destruição de habitats está entre as principais ameaças aos polinizadores (ALVES-DOS-SANTOS et al., 2014), o rápido crescimento da população e o aumento da demanda por alimentos exigem uma maior produção, porém para que não seja preciso aumentar a área plantada, é necessário que o papel dos polinizadores no aumento da produtividade e o serviço de polinização sejam vistos como fatores de produção agrícola (FREITAS; BOMFIM, 2017).

As áreas agrícolas são muito extensas e com paisagens homogêneas, as práticas de manejo de solo como gradagem, aragem, fogo e o uso abusivo de agrotóxicos, afetam a fauna polinizadora, tornando cada vez mais escassas suas fontes alimentares, destruindo seus locais de abrigo e nidificação (ALVES-DOS-SANTOS et al., 2014). Assim, é possível manejar a paisagem agrícola minimizando os impactos sobre os polinizadores, tornar os ambientes mais propícios, manter fragmentos florestais no entorno das plantações, utilizar práticas menos danosas no uso de agrotóxicos, modificando a forma e os horários de aplicação (WITTER et al., 2014b).

Os sistemas de cultivo agroecológicos se mostram bastante interessantes na conservação de polinizadores, apresentam condições favoráveis para que esses animais permaneçam em torno das áreas cultivadas e propiciem maior produtividade. Assim, para uma agricultura mais sustentável, além de identificar os polinizadores e o

requerimento de polinização de espécies de interesse econômico, é preciso estabelecer prioridades conservacionistas nas paisagens agrícolas e adotar medidas de proteção aos polinizadores e seus habitats (WITTER et al., 2014b).

Para preservar os polinizadores é necessário adotar práticas amigáveis, tais como, manter seus locais de nidificação, evitar o uso de fogo e manejos de revolvimento do solo, manter áreas de vegetação no entorno dos cultivos, propiciando diversidade dos recursos alimentares, oferecer locais para que os polinizadores construam seus ninhos mantendo troncos de árvores, madeiras podres e barrancos, criar e preservar corredores ecológicos para facilitar o fluxo dos polinizadores. De maneira geral, para se preservar polinizadores é preciso conhecer sua biologia, avaliar sua disponibilidade, conhecer seus requerimentos alimentares e seus hábitos de nidificação (IMPERATRIZ-FONSECA; NUNES-SILVA, 2010; WITTER et al., 2014b; MAUÉS, 2014).

3 RESULTADOS

Os resultados desta dissertação serão apresentados na seção 3.1, em forma de um artigo científico intitulado “BIOLOGIA FLORAL, POLINIZAÇÃO E SUCESSO REPRODUTIVO DO PORONGO (*Lagenaria siceraria*)”, que será submetido a uma revista científica para avaliação.

BIOLOGIA FLORAL, POLINIZAÇÃO E SUCESSO REPRODUTIVO DO PORONGO
(*Lagenaria siceraria*)

Autor¹: Ana Paula dos Santos Farias, Instituto Federal Farroupilha, *Campus* Frederico Westphalen, Linha 7 de setembro, s/n. Caixa Postal 169. CEP: 98400-000. Frederico Westphalen, RS, Brasil

Autor²: Mardiore Tanara Pinheiro dos Santos, Universidade Federal da Fronteira Sul, *Campus* Cerro Largo, R. Major Antônio Cardoso 590, 97900-000, Cerro Largo, RS, Brasil.

RESUMO

No Rio Grande do Sul os frutos de *L. siceraria* são conhecidos como porongo e provêm um significativo papel cultural, pois são utilizados para confecção da cuia para tomar chimarrão, uma bebida típica da cultura gaúcha. Como a espécie é monoica e, portanto, altamente dependente de polinizadores, este estudo objetivou identificar os visitantes florais de *L. siceraria* e o seu papel como polinizadores, bem como avaliar o sucesso reprodutivo da espécie em regiões de cultivo neste estado. As flores ficam abertas em períodos da noite e do dia e apenas as estaminadas possuem néctar. Abelhas, mariposas e beija-flores foram registrados nas flores, sendo os dois primeiros considerados polinizadores. Uma única visita de polinizador não resulta na formação de frutos. A frutificação em condições naturais foi 110% inferior, quando comparada a polinização cruzada manual, o que indica limitação polínica. A ausência de diferença significativa nas variáveis dos frutos nos diferentes modos de polinização, indicam que as características morfométricas, bem como a produção de sementes, não dependem da fonte de pólen. A longevidade floral abrangendo horários noturnos e diurnos, a contínua produção do néctar e contínua receptividade estigmática propiciam que a espécie seja polinizada por diferentes guildas de polinizadores, o que poderia influenciar positivamente a sua reprodução em condições naturais. Contudo, isto não foi observado neste estudo e pode resultar da baixa frequência de visitas nas flores pistiladas devido à ausência de recursos para atrair polinizadores. Para incrementar a produção desta cultura, deve ser considerado o manejo com práticas amigáveis aos polinizadores, visando aumentar sua disponibilidade nas áreas de cultivo.

Palavras-chave: Abelhas. Mariposas. Polinização por engodo. Flores sem recurso. Reprodução.

ABSTRACT

In Rio Grande do Sul state the fruits of *L. siceraria* are known as “porongo” and provide a significant cultural role because they are used to make the gourd to drink “chimarrão”, a typical drink of the gaucho culture. As the species is monoecious and therefore highly dependent on pollinators, this study aimed to identify the floral visitors of *L. siceraria* and their role as pollinators, as well as evaluating the reproductive success of this crop in the state cultivation areas. The flowers are open at night and day and only the staminate ones have nectar. Bees, moths, and hummingbirds were recorded in the flowers, the first two being considered pollinators. A single pollinator visit does not result in fruit formation. Fruiting under natural conditions was >100% lower when compared to manual cross-pollination, which indicates pollen limitation. The absence of significant difference in fruit variables in the different pollination types indicate that morphometric characteristics, as well as seed production, do not depend on the pollen source. Floral longevity covers night and daytime hours, the continued production of nectar and continued stigmatic receptivity allow the species to be pollinated by different pollinator guilds, which could positively influence its reproduction under natural conditions. However, this was not observed in this study and may result from the low frequency of visits in the pistillate flowers due to the lack of resources to attract pollinators. To increase the production of this crop, management with pollinator-friendly practices should be considered, aiming to increase its availability in the cultivation areas.

Keywords: Bees. Moths. Deceit pollination. Flowers without resources. Reproduction.

3.1 INTRODUÇÃO

Lagenaria siceraria, popularmente conhecida no Brasil como cabaça, porongo, porongo, cuia, taquera (CANCELIER; DAVID, 2019), é uma espécie de Cucurbitaceae originária da África, cultivada em praticamente todo o mundo, em países da América, África, Ásia, Europa e Oceania (HEISER, 1979). Os frutos são usados no estado seco para fabricação de instrumentos musicais, recipientes, artesanatos, boias flutuantes para redes de pesca, dentre outras utilidades (BURTENSCHAW, 2003; MLADENOVIC et al., 2012; STEPHENS, 2012). A espécie possui propriedades medicinais e seus frutos imaturos, sementes e folhas são utilizados como fonte alimentícia, em várias regiões do mundo, para humanos (PRASAD; PRASAD, 1979; MODI et al., 2006; GRUBBEN; DENTON, 2004) e animais (BISOGNIN; MARCHEZAN, 1988).

No Brasil, existem inúmeras variedades locais da espécie, que se distinguem entre si pelo formato e tamanho dos frutos (BUZAGALO et al., 2019). Nos estados da região norte a planta é bastante utilizada para confecção de moringas, gamelas e objetos de decoração. Além disso, *L. siceraria* integra o grupo de plantas alimentícias não convencionais (KINUPP; LORENZI, 2014). No Amazonas, a variedade maxixe-de-metro é plantada por agricultores familiares e seus frutos são comercializados como hortaliça em feiras municipais (BUZAGALO et al., 2019). Já na região sul do país (PR, SC, RS), onde a espécie é conhecida como Porongo, o cultivo se destina, em sua maior parte, à fabricação de cuias (CANCELIER; DAVID, 2019), e possui um importante papel cultural, pois trata-se do objeto utilizado na preparação do chimarrão, uma bebida típica da cultura gaúcha (CANCELIER, 2018; TREVISOL, 2013).

No continente africano e asiático esta espécie integra a lista de plantas subutilizadas e negligenciadas (i.e. não consideradas prioridade nas agendas políticas). Estas plantas têm recebido atenção de pesquisadores e de organizações de políticas para a segurança alimentar global (MASSAWE et al., 2007), pois desempenham um papel importante para subsistência da população rural de baixa renda, aumentando a disponibilidade de alimentos e a segurança alimentar doméstica (PADULOSI et al., 2002).

No Brasil, embora *L. siceraria* tenha potencial para ser utilizada na alimentação, se desconhece seu papel na nutrição de comunidades de baixa renda, estando seu maior uso relacionado a produção de artesanato e de diversos utensílios. Mas, independentemente da utilização, o fruto é fonte de renda para pequenos produtores

rurais e um objeto rico de significado e apreço cultural em algumas regiões do país. No Estado do Rio Grande do Sul, por exemplo, o cultivo de porongo é feito em pequenas áreas de agricultura familiar, cuja produtividade varia entre 6 a 10 mil frutos por hectare, sendo que varia entre R\$ 1,10 a 1,50 o valor pago ao agricultor por unidade (CANCELIER; DAVID, 2019). Os rendimentos variam com o tamanho da área de plantio e a eles podem ser acrescidos ganhos com o beneficiamento do fruto, caso os agricultores se dediquem também à fabricação das cuias.

A biologia da polinização de *L. siceraria* foi investigada no Quênia (MORIMOTO et al., 2004), na Índia (SUBHAKAR; SREEDEVI, 2015; PADHIYAR; PATEL, 2021) e na China (LU et al., 2021). Com longevidade floral incluindo períodos noturnos e diurnos, uma grande variedade de guildas de visitantes florais foram registrados, incluindo espécies de mariposas, borboletas, abelhas, entre outros insetos incomuns em flores, como hemípteros, ortópteros e odonatas (MORIMOTO et al., 2004; SUBHAKAR; SREEDEVI, 2015, LU et al., 2021, PADHIYAR; PATEL, 2021). Dentre os visitantes florais, mariposas têm sido descritas como as principais polinizadoras (MORIMOTO et al., 2004; SUBHAKAR; SREEDEVI, 2015, LU et al., 2021).

O sistema sexual de *L. siceraria*, como na maioria das espécies da família Cucurbitaceae, é monoico (MORIMOTO et al., 2004, FREE, 1993). Este sistema sexual associado com o fato de que o pólen da família não é transportado pelo vento (FREE, 1993) é uma estratégia reprodutiva que torna a reprodução da espécie completamente depende de polinizadores. As flores pistiladas de *L. siceraria* não possuem néctar e, o mecanismo de atração de polinizadores é a semelhança destas com as flores estaminadas que possuem, além do pólen, néctar como recurso floral. A razão de flores estaminadas: pistiladas de *L. siceraria* é alta, aspecto também verificado em *L. sphaerica* (OLLERTON; NUTTMAN, 2013) e em outras espécies da família (SIVARAI; PANDRAVADA, 2005). Flores pistiladas sem recompensa e polinizadas por engodo estão presentes em outras espécies de angiospermas (ver. BAWA, 1980; WILLSON; AGREN, 1989; ARMSTRONG, 1997; WYATT; SAZIMA, 2011), o que pode explicar a maior proporção de flores estaminadas com recurso nas plantas em comparação com o número de flores pistiladas, como é esperado em um modelo mimético (OLLERTON; NUTTMAN, 2013).

A menor proporção de flores pistiladas, associada a ausência de néctar, pode gerar implicações negativas na reprodução e, conseqüentemente, afetar a produtividade das espécies. Assim, considerando o grande interesse regional pelos

frutos de *L. siceraria*, a importância do serviço de polinização para a reprodução desta espécie e falta de estudos de biologia da polinização de *L. siceraria* no Brasil, objetivou-se com esse estudo, investigar o papel dos polinizadores no sucesso reprodutivo da espécie em áreas de plantio no Rio Grande do Sul. Para tanto, descrevemos a morfologia e biologia floral, identificamos os visitantes florais, definimos os polinizadores, bem como verificamos o efeito de diferentes fontes de pólen no sucesso reprodutivo da espécie.

3. 2 METODOLOGIA

3.2.1 Área de estudo

O estudo foi realizado na área experimental do Instituto Federal Farroupilha, no município de Frederico Westphalen (27°23'31.6"S 53°25'58.7"W) (Figura 1 A) e em uma lavoura comercial, situada no município de Palmeira das Missões (27°51'52.7"S 53°20'48.8"W) (Fig. 1 B).

Para a região que compreende os dois municípios, o clima característico, conforme a classificação de Köppen, é do tipo Cfa, subtropical úmido, com verões quentes e sem estação seca definida. A vegetação natural é representada pela Floresta Estacional Decidual (IBGE, 2012). Na primeira área, a temperatura média anual é de 19°C, a precipitação pluviométrica média anual é de aproximadamente 1.880 mm e o solo é caracterizado como Latossolo Vermelho Eutrófico típico (EMBRAPA, 2006). Na segunda área, a temperatura média anual é de 18,7°C (CAMARGO et al., 2002), a precipitação média anual é de 1.919 mm e o solo é do tipo Latossolo Vermelho distrófico típico (PORTO, 2002).

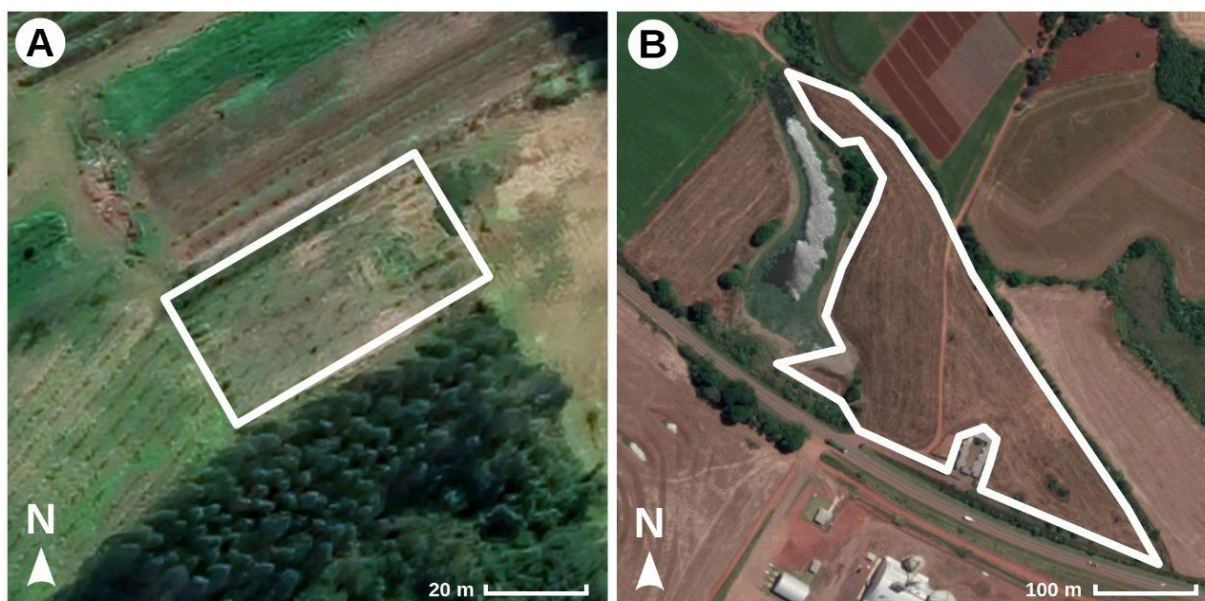


Figura 1 – Áreas de estudo. (A) Área experimental do Instituto Federal Farroupilha, Frederico Westphalen, RS, Brasil. (B) Lavoura comercial, Palmeira das Missões, RS, Brasil.

Na área experimental, as sementes de *L. siceraria* foram plantadas no dia 15 de setembro de 2019, em copos descartáveis contendo substrato para hortaliças. Foram utilizadas duas sementes por copo. Após o plantio, os copos foram colocados na estufa onde foram regados diariamente. Quando as mudas produziram quatro ou mais folhas, a plântula mais vigorosa foi escolhida para ser transplantada para a área experimental. O transplântio das mudas foi realizado no dia 7 de outubro. O experimento foi instalado utilizando o delineamento experimental inteiramente casualizado, 11 mudas foram plantadas no sistema rasteiro e 11 foram tutoradas. As plantas foram regadas diariamente. O espaçamento entre as plantas foi de 4 x 3 metros. As mudas foram colocadas em covas com cerca de 15 cm de profundidade e adubadas com 100 g de NPK. Após 30 e 60 dias do plantio foi colocado 100 g de ureia em cada planta. Nas bordas do experimento foram plantadas algumas mudas para evitar a predação por insetos pragas.

Na lavoura foram plantados oito hectares, o plantio ocorreu no mesmo dia do plantio na área experimental. Foram semeadas duas plantas por metro linear. Ao longo do ciclo da cultura foram utilizadas duas aplicações de 150 Kg de adubo químico e ureia por hectare, foram feitas duas aplicações de fungicida e três de inseticida.

Dentro da lavoura foi delimitado um espaço de 7 X 7 metros, afastado 10 m da borda da lavoura, para a realização dos experimentos.

As sementes cultivadas de *L. siceraria* são oriundas de seleções feitas localmente por produtores. Na área experimental foram utilizadas para o cultivo sementes de plantas conhecidas como “porongo do casco grosso precoce”, e na lavoura foram utilizadas as sementes de plantas conhecidas como “porongo tipo ferrinho” (para consulta sobre as cultivares de *L. siceraria* ver Trevisol, (2015)). A coleta de dados, em ambas as áreas, compreendeu o período de floração que se iniciou no mês de novembro estendendo-se até fevereiro.

3.2.2 Morfologia e biologia floral

Flores pistiladas e estaminadas foram coletadas aleatoriamente em indivíduos diferentes (N=10) e fixadas em álcool 70% para a descrição da morfologia e realização de medidas morfométricas, como comprimento do pedicelo, diâmetro do cálice e da corola, comprimento do estame, do filete e da antera, do gineceu, do estilete e do lóbulo estigmático. Contagens do número de flores abertas/dia foram realizadas durante seis dias, não consecutivos, em cinco indivíduos selecionados aleatoriamente nos dois sistemas de condução das plantas.

Foram registrados em campo o horário de abertura e fechamento das flores, a longevidade floral, o horário de deiscência das anteras e da receptividade estigmática. Para tanto, flores pistiladas e estaminadas foram ensacadas em pré-antese e os eventos registrados durante a longevidade da flor.

A viabilidade polínica foi avaliada por meio do preparo de lâminas de pólen com gotas de carmim acético (RADFORD et al., 1974). Foram contados 300 grãos de pólen por lâmina. Para isso foram coletadas em pré-antese e fixadas em FAA 70%, 15 anteras de indivíduos diferentes. A receptividade do estigma foi testada através do método de atividade peroxidásica (DAFNI, 1992) com adição de peróxido de hidrogênio nos estigmas das flores (N=90, 6 flores por hora).

O volume e a concentração de açúcares do néctar acumulado e disponível foram determinados respectivamente, através do uso de microseringa (50 µL) e refratômetro digital (Instrutherm, RTD-95). Para análise do padrão de produção de néctar acumulado, flores estaminadas foram ensacadas em pré-antese e as medidas foram realizadas a cada hora (N=90, 6 flores por hora), da abertura até o fechamento

das flores. O néctar disponível foi registrado em flores coletadas aleatoriamente, não ensacadas (N=90, 6 flores por hora) nos mesmos dias e horários da verificação do néctar acumulado.

3.2.3 Biologia reprodutiva

Os requerimentos de polinização de *L. siceraria* foram verificados através dos seguintes testes de polinização, conforme Radford et al. (1974): 1) Agamospermia: flores pistiladas foram apenas ensacadas; 2) Polinização geitonogâmica (PG): flores pistiladas ensacadas em botão foram polinizadas com o pólen de flores estaminadas do mesmo indivíduo; 3) Polinização cruzada manual (PCM): flores pistiladas ensacadas em botão foram polinizadas com o pólen de flores estaminadas de outros indivíduos; 4) Polinização controle (PC): botões florais de flores pistiladas foram marcados e deixados para livre visitação. Os testes foram feitos na área experimental (N=30 flores/tratamento) e na lavoura comercial (N=25 flores/tratamento). Não foram realizados testes de polinização geitonogâmica na lavoura comercial, devido a impossibilidade de diferenciar os indivíduos entrelaçados. Para cada tratamento foram registrados, o número de frutos formados, a altura, o diâmetro, a espessura da casca, a massa e o número de sementes por fruto, para isso os frutos foram colhidos secos após a senescência da planta.

Foi calculado o índice de autoincompatibilidade (ISI) para inferir o tipo de sistema reprodutivo da espécie. O ISI é determinado pela razão entre a proporção de frutos formados por autopolinização manual (neste estudo equivale a polinização geitonogâmica) e por polinização cruzada. Valores abaixo de 0,25 são considerados como autoincompatíveis (BULLOCK, 1985), valores entre 0,25 e 0,75 indicam autoincompatibilidade, mas com algum nível de autocompatibilidade e valores acima de 0,75 indicam autocompatibilidade (LLOYD; SCHOEN 1992).

Para avaliar o déficit de polinização foram utilizadas 25 flores pistiladas para cada tratamento, na lavoura comercial em Palmeira das Missões/RS e 30 flores na área experimental em Frederico Westphalen/RS. O déficit de polinização (DP) foi avaliado conforme Vaissière et al. (2011) através do cálculo da diferença entre a porcentagem de frutos formados por polinização cruzada manual (PCM) e polinização controle (PC), $DP = PCM - PC$. Valores positivos indicam presença de déficit de polinização e valores negativos indicam ausência.

3.2.4 Visitantes florais e polinizadores

A frequência de visitas foi registrada através de observações focais, a cada 30 minutos por hora, das 18h às 09h 30min. No período da noite as observações foram realizadas com uma lanterna, cuja luz foi coberta com papel celofane vermelho. No total foram feitas 80 horas de observações. Os dados de frequência registrados foram divididos em três turnos, crepúsculo (18h 30min – 19h 30min), noturno (20h 30min – 04h 30min) e diurno (05h 30min – 09h 30min).

A eficácia da polinização foi verificada através da produção de frutos após uma única visita às flores. Para isso, 25 flores pistiladas foram selecionadas ao acaso, protegidas em pré-antese e, posteriormente, abertas para permitir uma visita. Após a visita, as flores foram novamente protegidas e etiquetadas e a formação de frutos acompanhada. Para esta análise, somente foram avaliadas flores que tiveram o estigma contactado, ou seja, flores polinizadas.

Para complemento de registro dos visitantes noturnos (mariposas), foi montada uma armadilha luminosa em ambas as áreas de estudo. A armadilha foi disposta a 10 m de distância das plantas e foi construída com um pano branco retangular de 2,0 x 1,5 m esticado sobre dois postes verticais a 1,5 m do chão. No centro do pano foi colocada uma lâmpada mista de 250 watts. As capturas foram feitas das 20h à 00h. Em ambas as áreas foram realizadas seis capturas em dias não consecutivos de dezembro/19 a janeiro/20 (área experimental), e de janeiro a fevereiro/20 (lavoura comercial). Foram montadas lâminas de microscopia semi-permanentes com o pólen encontrado no corpo dos indivíduos capturados nas armadilhas, para posterior comparação com o pólen de *L. siceraria*.

3.2.5 Análises estatísticas

Todas as análises estatísticas foram realizadas em ambiente estatístico R (R Core Team, 2019). Para os dados de morfometria dos verticilos florais, foi realizada análise descritiva a partir da média e do desvio padrão calculados. Para as análises de volume e concentração de néctar, os dados foram agrupados em turnos, sendo diurno (19h – 20h e 05h – 09h) e noturno (21h – 00h e 01h – 04h). Em seguida, os

valores médios foram comparados por teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis (ANOVA) com 5% de probabilidade de erro.

Os dados de morfometria dos frutos obtidos a partir dos tratamentos de polinização realizados na área experimental foram comparados por teste de Kruskal-Wallis (ANOVA) com 5% de probabilidade de erro. Os dados obtidos na lavoura comercial foram comparados entre si pelo teste T ($p < 0.05$).

A partir dos dados de visitante florais foram calculadas a frequência absoluta e relativa. Esse mesmo conjunto de dados foi utilizado para calcular o total e a média de visitas florais por espécie, agrupando os dados conforme turno (diurno, crepúsculo e noturno), sistema de condução (tutorado ou rasteiro) e tipo de flor (estaminada ou pistilada).

3.3 RESULTADOS

3.3.1 Morfologia e biologia floral

Lagenaria siceraria é uma espécie monoica, com flores pistiladas e estaminadas. O cálice é verde, pentâmero e dialissépalo. A corola pentâmera, dialipétala, actinomorfa, de coloração branca. Nas flores estaminadas o comprimento do pedicelo foi $15,6 \pm 2,8$ cm, dos estames $11,6 \pm 0,9$ mm e das anteras $8,9 \pm 0,5$ mm. O diâmetro do cálice foi $16,5 \pm 3,2$ mm e da corola $76 \pm 9,4$ mm. O androceu apresenta três estames inclusos isostêmones, anteras sigmoides com deiscência longitudinal, pólen de cor branca com aspecto pegajoso, o néctar encontra-se em uma câmara nectarífera formada pela inserção dos filetes no receptáculo floral, formando três orifícios de acesso. 98,7% dos grãos de pólen foram viáveis em pré-antese (N=15).

As flores pistiladas possuem ovário ínfero, alongado, gamocarpelar, tricarpetal, com placentação parietal. O comprimento do pedicelo foi de $6,7 \pm 1,5$ cm, o gineceu mediu $40,1 \pm 2,3$ mm, o estilete é curto e engrossado medindo $3,4 \pm 0,4$ mm, o estigma é amarelado, tripartido e excerto, com lóbulo estigmático medindo $5,6 \pm 0,9$ mm. O cálice apresentou $14,6 \pm 2,7$ mm de diâmetro e a corola $57,3 \pm 8,4$ mm. As flores femininas não apresentaram recursos florais. Foram registradas quatro flores estaminadas com cálice mais alongado, mimetizando o ovário das flores pistiladas, porém não foram verificados óvulos.

Os indivíduos de *L. siceraria* (N= 5) produziram 420 flores, destas 363 (86,4%) estaminadas e 57 (13,6%) pistiladas. A média de flores estaminadas e pistiladas foi de 12,1 e 1,9 respectivamente. A produção de flores estaminadas é 6,4 vezes superior em relação a produção de flores pistiladas. As flores estaminadas abriram 13 dias antes da primeira flor pistilada, e continuaram sendo produzidas até 15 dias após as últimas flores pistiladas terem sido registradas abertas.

As corolas das flores pistiladas e estaminadas iniciaram a abertura em torno das 19h (Fig. 2 A e E), por volta das 20h atingiram abertura máxima (Fig. 2 B e F), à 00h apresentaram uma leve mudança na coloração (de branco para bege) e teve início o enrugamento do ápice das pétalas (Fig. 2 C e G), por volta das 09h da manhã seguinte foi verificado o colapso das pétalas, momento em que toda a corola adquiriu cor completamente bege (Fig. 2 D e H).

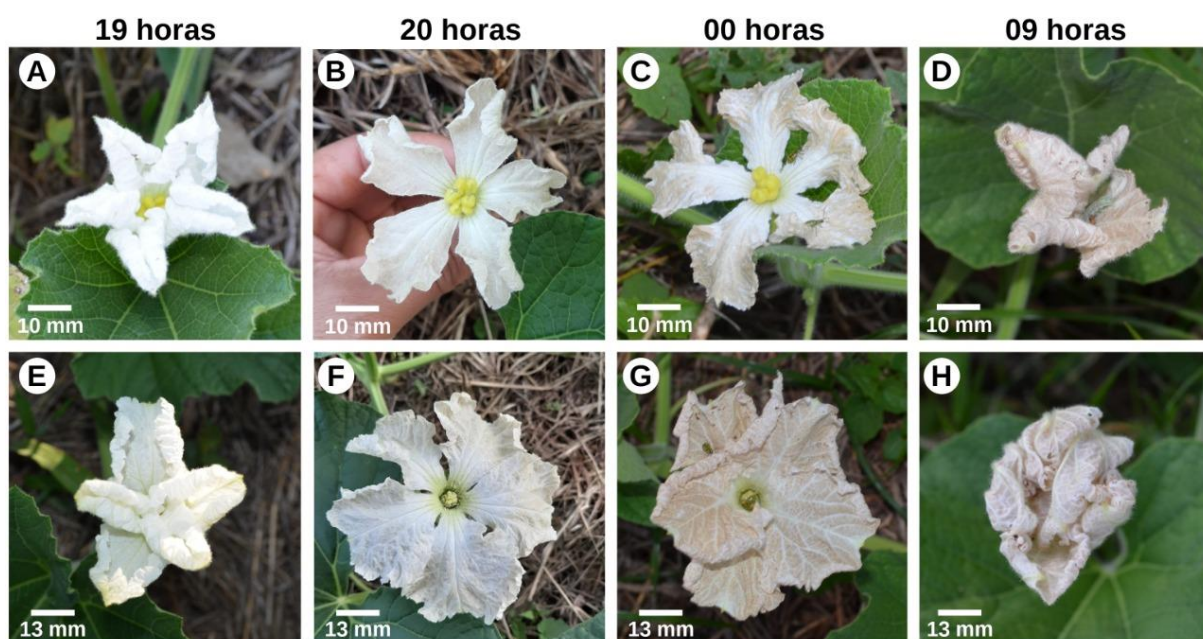


Figura 2 – Aspecto das flores de *Lagenaria siceraria* durante as fases da antese. (A-D) Flor pistilada: (A) início da abertura, (B) flores totalmente abertas, (C) flores com mudança na coloração e enrugamento das pétalas, (D) flores totalmente fechadas. (E-H) Flor estaminada: (E) início da abertura, (F) flores totalmente abertas, (G) flores com mudança na coloração e enrugamento das pétalas, (H) flores totalmente fechadas. Frederico Westphalen, Rio Grande do Sul, Brasil.

Nas flores pistiladas em pré-antese o estigma apresenta-se opaco e não receptivo. A receptividade foi registrada na abertura da flor, momento que a superfície

estigmática se tornou brilhante, mantendo-se receptiva até o fechamento da flor. As anteras das flores estaminadas já se encontram deiscentes em pré-antese. Somente as flores estaminadas de *L. siceraria* produziram néctar, que iniciou na abertura (19h) até o fechamento da corola (09h).

Os valores médios do volume e concentração de néctar acumulado no período diurno foram, respectivamente, 14,3 μL e 15,9°Brix, e no período noturno 17,5 μL e 21,4°Brix. O volume de néctar acumulado foi superior no turno da noite, porém somente a concentração apresentou diferença significativa entre os turnos (Fig. 3 A e C). O volume e concentração de néctar disponível no período diurno foram, respectivamente, 3,8 μL e 13,3°Brix, e para o período noturno 6,0 μL e 12,8°Brix. Foi registrada diferença significativa no volume de néctar disponível entre os turnos (Fig. 3 B), ao passo que a concentração não variou significativamente (Fig. 3 D).

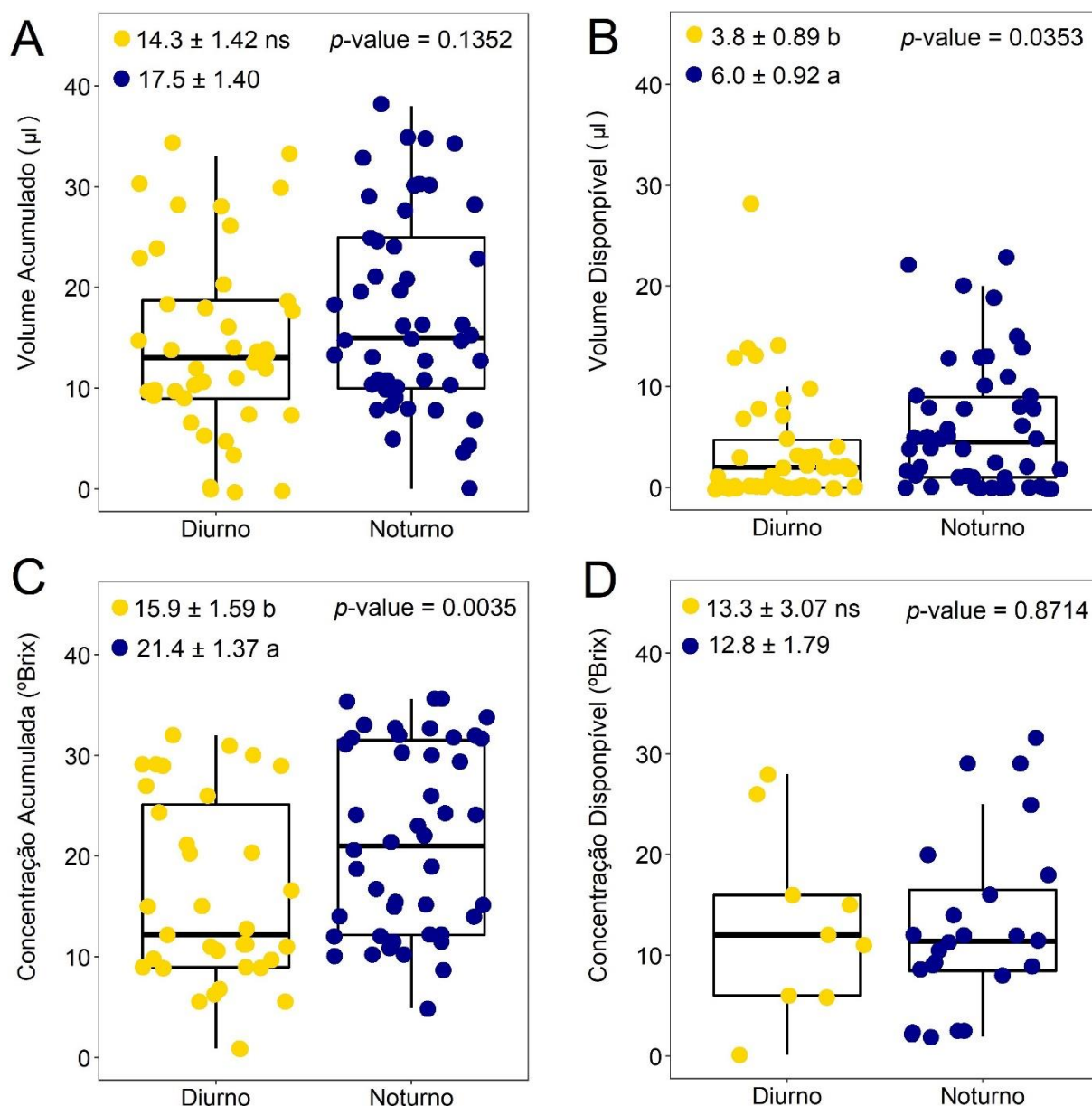


Figura 3 – Volume e concentração de néctar acumulado (A-C). Volume e concentração de néctar disponível (B-D), nas flores de *Lagenaria siceraria*, Frederico Westphalen, Rio Grande do Sul, Brasil. As médias foram comparadas por teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis (Anova) com 5% de probabilidade de erro. Diurno (19h – 20h e 05h – 09h) e noturno (21h – 00h e 01h – 04h).

3.3.2 Biologia reprodutiva

Lagenaria siceraria não produziu frutos por agamospermia. A espécie se reproduz através de autopolinização (geitonogamia), sendo que o índice de auto incompatibilidade (ISI) de 0,90% caracteriza a espécie como autocompátivel.

Na área experimental, o sucesso reprodutivo da polinização controle (33,3%) foi 110% inferior a polinização cruzada manual (70%) e 90% inferior a polinização geitonogâmica (63,3%) (Tabela 1). Na lavoura, o sucesso reprodutivo registrado na polinização controle (28%) foi 185% inferior a polinização cruzada manual (80%) (Tab. 1). Em ambas as áreas, o sucesso reprodutivo superior na polinização cruzada manual, quando comparado ao registrado na polinização controle indica a existência de déficit de polinização, sendo o valor registrado inferior na área experimental (36,7%), quando comparado a lavoura comercial 52%. Ainda, na área experimental, a polinização cruzada manual superou a polinização geitonogâmica em apenas 9,5%.

Tabela 1 – Sucesso reprodutivo de *Lagenaria siceraria* nos diferentes tratamentos de polinização, Frederico Westphalen (Área experimental) e Palmeira das Missões (Lavoura comercial), Rio Grande do Sul, Brasil.

Tratamentos	Área experimental (A1)		Lavoura comercial (A2)	
	Flores/Frutos (n)	Sucesso (%)	Flores/Frutos (n)	Sucesso (%)
Agamospermia (A)	30/0	0	-	-
Polinização geitonogâmica (PG)	30/19	63,3	-	-
Polinização cruzada manual (PCM)	30/21	70.0	25/20	80.0
Polinização controle (PC)	30/10	33,3	25/7	28.0
Índice de autoincompatibilidade (ISI)		0,90%		NA
Déficit de polinização (DP)		36,7%		52%
$\Delta\%$ ($\neq$ PC-PCM) ¹		-110%		-185%
$\Delta\%$ ($\neq$ PC-PG) ¹		- 90%		NA
$\Delta\%$ ($\neq$ PCM-PG) ²		+9.5%		NA

$\Delta\%$ Diferença de sucesso reprodutivo entre os tratamentos. Valores expressos em porcentagem. ¹ $\Delta\%$ = 100 - (n° de frutos formados na PG ou PCM * 100) / n° de frutos formados na PC). ² $\Delta\%$ = 100 - (n° de frutos formados na PG * 100) / n° de frutos formados na PCM). ISI = PG/PCM. DP= PCM-PC. NA = não avaliado.

Em ambas as áreas de estudo os valores médios registrados para as características dos frutos, nos diferentes tratamentos de polinização, não diferiram significativamente entre si (Tab. 2). Contudo, com base na diferença percentual entre os valores médios é possível observar o efeito dos tratamentos de polinização em algumas variáveis relacionadas a morfometria dos frutos. Por exemplo, na área experimental, a polinização controle resultou na formação de frutos com menor biomassa (33,3%) e menor espessura de casca (17,7%) quando comparados aos frutos produzidos através da polinização geitonogâmica. Já na lavoura, os frutos oriundos da polinização controle, foram 12,3% mais pesados do que na polinização cruzada, embora tenham produzido 30,2% menos sementes (Tab. 2).

Tabela 2 – Efeito dos tratamentos de polinização sobre as características dos frutos de *Lagenaria siceraria*. Frederico Westphalen (Área experimental) e Palmeira das Missões (Lavoura comercial), Rio Grande do Sul, Brasil.

Tratamentos	Área experimental (A1) ¹					
	Massa	Altura	Diâmetro	Circunferência	Espessura da casca	Número de sementes
	g planta ⁻¹	----- cm planta ⁻¹ -----			mm	planta ⁻¹
PG (N= 19)	858 ± 114,8 ^{ns}	29,6 ± 1,4 ^{ns}	17,7 ± 0,7 ^{ns}	51,4 ± 1,7 ^{ns}	15,3 ± 0,9 ^{ns}	361 ± 34,6 ^{ns}
PCM (N=21)	618 ± 44,9	26,3 ± 0,9	18,5 ± 0,7	51,7 ± 1,2	13,6 ± 0,5	374 ± 29,
PC (N=10)	643 ± 77,7	27,8 ± 1,0	17,0 ± 0,8	51,5 ± 2,1	13,0 ± 0,8	378 ± 28,0
<i>p</i> -value	0,8989	0,0628	0,3815	0,9746	0,1592	0,8389
Δ% (≠ PC – PCM) ¹	+4.0	+5.3	-9.0	-0,3	-4,8	+1,1
Δ% (≠ PC – PG) ¹	-33.3	-6.4	-4.0	+0,2	-17,7	+4,5
	Lavoura comercial (A2) ²					
PCM (N=20)	229 ± 26,1 ^{ns}	25,2 ± 0,61 ^{ns}	15,0 ± 0,54 ^{ns}	44,2 ± 1,39 ^{ns}	7,8 ± 0,42 ^{ns}	332 ± 31,3 ^{ns}
PC (N=7)	261 ± 48,4	24,4 ± 0,84	15,1 ± 0,63	43,1 ± 1,34	7,9 ± 0,74	255 ± 35,9
<i>p</i> -value	0,5737	0,4711	0,8193	0,5893	0,9476	0,1224
Δ% (≠ PC – PCM) ¹	12,3	-3,2	+0,7	-2,5	+1,3	-30,2

¹ As médias foram comparadas por teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis (Anova) com 5% de probabilidade de erro. ² Médias ± erro padrão foram comparadas entre si pelo Test T ($p < 0.05$). Ns = não significativo. PG = Polinização Geitonogâmica, PCM = Polinização Cruzada Manual e PC = Polinização Controle. ¹Δ% = 100 - (média das variáveis no tratamento PCM ou PG * 100) / média das variáveis no tratamento PC).

3.3.3 Visitantes florais e polinizadores

Foram registrados nas flores de *L. siceraria*, dez espécies de visitantes florais pertencentes a três ordens: Hymenoptera (4), Lepidoptera-Heterocera (4) e Apodiformes (2) (Tab. 3). Dentre as espécies de lepidópteros registrados nas armadilhas luminosas, foi encontrado pólen de *L. siceraria* em indivíduos de *Agrius cingulata* e *Erinnyis ello*, sendo esta última também registrada nas flores durante as observações. *Agrius cingulata* não foi registrada visitando as flores durante as observações, mas foi considerado visitante floral pelo fato de ter sido encontrado pólen em seu corpo.

Além desses registros, foram observados indivíduos de *Diabrotica speciosa* que permaneciam pousados por longos períodos de tempo sobre as flores, tendo sido registrados em sua maioria nas flores estaminadas, alimentando-se de pólen. Quando presentes nas flores pistiladas, ocasionalmente tocaram o estigma da flor. Este crisomelídeo também foi observado alimentando-se de pétalas, de folhas e de caules de *L. siceraria*.

Tabela 3 – Visitantes florais registrados nas flores de *Lagenaria siceraria* e lepidópteros capturados na armadilha luminosa cujo corpo continha pólen desta espécie. Frederico Westphalen e Palmeira das Missões, Rio Grande do Sul, Brasil.

	Registrados sobre as flores	Capturados com armadilha luminosa	
		Área experimental	Lavoura comercial
Hymenoptera (Apidae)			
<i>Apis mellifera</i>	X		
<i>Bombus</i> sp.	X		
<i>Plebeia</i> sp.	X		
<i>Xylocopa</i> sp.	X		
Lepidoptera (Sphingidae)			
<i>Aellopos titan</i>	X		
<i>Erinnyis ello</i>	X		x
<i>Enyo</i> sp.	X		
<i>Agrius cingulata</i>			x
Lepidoptera (Heterocera)			
Heterocera sp.	X		
Apodiformes (Trochilidae)			
<i>Chlorostilbon lucidus</i>	X		
<i>Stephanoxis loddigesii</i>	X		

Lepidópteros e abelhas foram os visitantes florais mais frequentes nas flores, com 46,4 e 44,1% das visitas, respectivamente (Fig. 4 A). Dentre as espécies, *Bombus* sp. foi o visitante mais frequente (32,6%, N=282), seguido de *Erinnyis ello* (27,7%, N=239) e de *Enyo* sp. (11,8%, N=102) (Fig. 4 B e C). As sete espécies restantes de visitantes foram menos frequentes, totalizando em conjunto 27,9% (N=201) das visitas as flores de *L. siceraria* (Fig. 4 B e C).

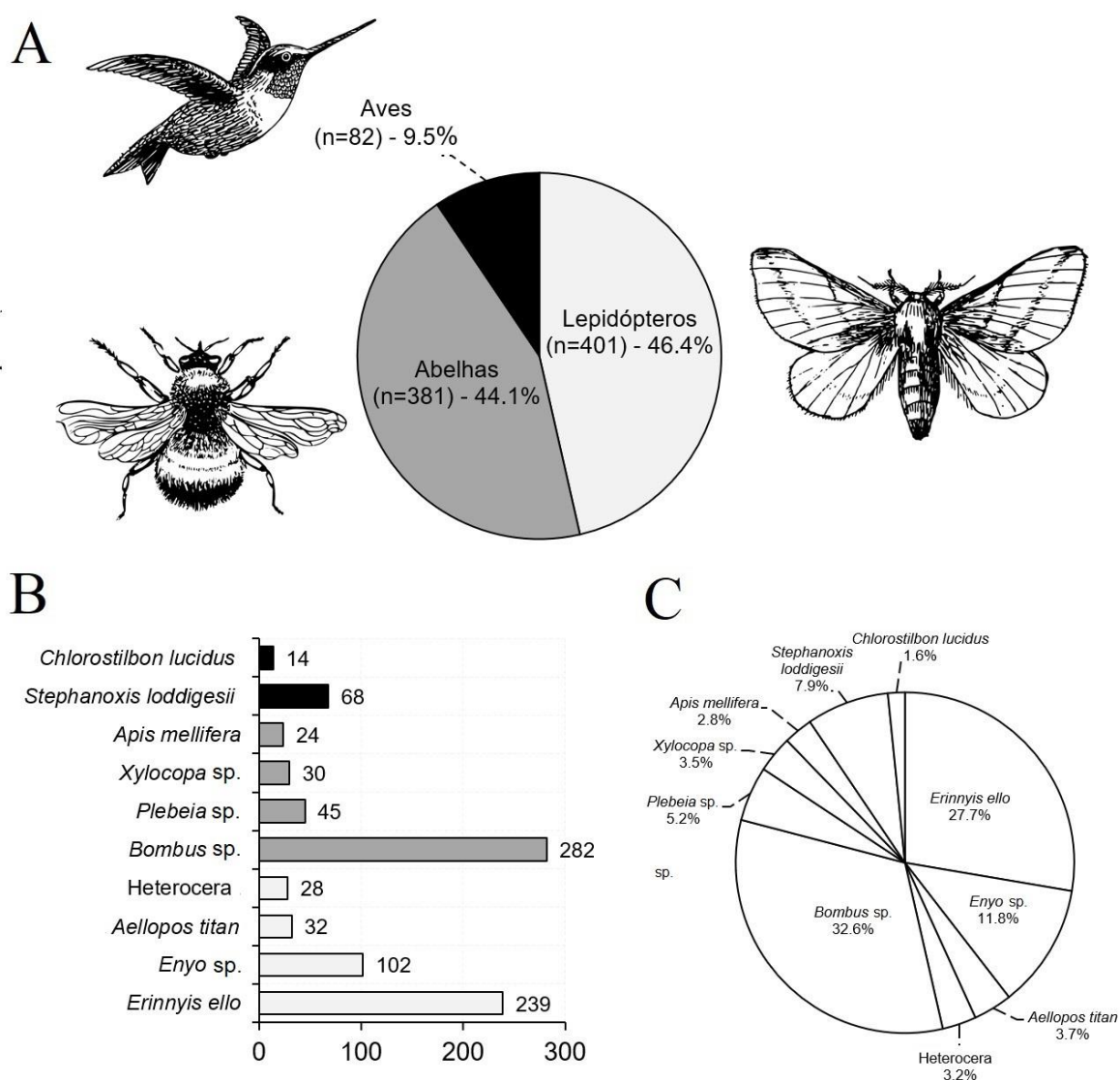


Figura 4 – Número de visitas florais registradas em *Lagenaria siceraria* durante o período de estudo, Frederico Westphalen, Rio Grande do Sul, Brasil. Número de visitas florais separados por guildas (A). Número de visitas florais separados por espécie (B). Frequência relativa de visitas florais (C).

As visitas as flores foram mais frequentes no período diurno (60%, N=517), seguido do período noturno (22%, N=195) e do período crepuscular (18%, N=152) (Tab. 4). Dentre as 10 espécies registradas nas flores, sete fizeram visitas exclusivamente no período diurno (*Aellopos titan*, *Bombus* sp., *Plebeia* sp., *Xylocopa* sp., *Apis mellifera*, *Chlorostilbon lucidus*, *Stephanoxis loddigesii*), duas no período crepuscular e noturno (*Erinnyis ello* e *Heterocera* sp.) e uma no período diurno e crepuscular (*Enyo* sp.) (Tab. 4).

Plantas tutoradas receberam mais visitas (57%, N=494), mas a maioria das espécies visitou flores em ambos os sistemas de condução, exceto *Plebeia* sp. que visitou exclusivamente plantas rasteiras e *Chlorostilbon lucidus* que visitou somente plantas tutoradas (Tab. 4). Flores estaminadas receberam 96,4% (N=833) das visitas, e quando as visitas foram realizadas nos dois morfos florais, elas foram muito mais frequentes nas flores estaminadas (Tab. 4).

Tabela 4 – Total de visitas (média hora⁻¹ dia⁻¹) registradas por turno, nos dois sistemas de condução de plantas, nas flores estaminadas e pistiladas de *Lagenaria siceraria* durante o período de estudo, Frederico Westphalen, Rio Grande do Sul, Brasil.

Espécies	Período		Sistema de condução			Flor		Total
	Diurno	Crepúsculo	Noturno	Rasteiro	Tutorado	Pistilada	Estaminada	
<i>Apis mellifera</i>	24 (0.10)	0 (0.00)	0 (0.00)	9 (0.03)	15 (0.04)	0 (0.00)	24 (0.07)	24
<i>Bombus</i> sp.	282 (1.18)	0 (0.00)	0 (0.00)	136 (0.38)	146 (0.40)	21 (0.06)	261 (0.72)	282
<i>Plebeia</i> sp.	45 (0.19)	0 (0.00)	0 (0.00)	45 (0.13)	0 (0.00)	0 (0.00)	45 (0.13)	45
<i>Xylocopa</i> sp.	30 (0.13)	0 (0.00)	0 (0.00)	7 (0.02)	23 (0.05)	0 (0.00)	30 (0.06)	30
<i>Aellopos titan</i>	32 (0.13)	0 (0.00)	0 (0.00)	22 (0.06)	10 (0.02)	2 (0.01)	30 (0.08)	32
<i>Erinnyis ello</i>	0 (0.00)	65 (1.35)	174 (0.41)	79 (0.21)	160 (0.44)	1 (0.00)	238 (0.66)	239
<i>Heterocera</i> sp.	0 (0.00)	7 (0.15)	21 (0.05)	10 (0.03)	18 (0.05)	0 (0.00)	28 (0.08)	28
<i>Enyo</i> sp.	22 (0.10)	80 (1.67)	0 (0.00)	53 (0.14)	49 (0.13)	7 (0.02)	95 (0.26) ¹	102
<i>Chlorostilbon lucidus</i>	14 (0.06)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	14 (0.04)	0 (0.00)	14 (0.04)	14
<i>Stephanoxis loddigesii</i>	68 (0.28)	0 (0.00)	0 (0.00)	9 (0.02)	59 (0.16)	0 (0.00)	68 (0.18)	68

¹ 05h 30min – 09h 30min (diurno), 18h 30min – 19h 30min (crepúsculo), 20h 30min – 04h 30min (noturno). Valor total fora dos parênteses e média dentro de parênteses.

Durante o registro de frequência de visitas, somente quatro espécies visitaram flores pistiladas (*Bombus* sp., *Aellopos titan*, *Erinnyis ello*, *Enyo* sp.), mas com uma frequência muito baixa quando comparada à frequência em flores estaminadas (Tab. 4).

Bombus sp. e *Xylocopa* sp. foram registrados quando as flores estaminadas ainda estavam abrindo (entre 18h e 19h) e seguiam a visita até o pôr do sol, por volta das 19h 30min. Ao entardecer, quando as pétalas da corola ainda estavam abrindo, os indivíduos destas espécies adentravam nas flores estaminadas, manipulando as pétalas e anteras e indo até o fundo da corola para tomar néctar. As visitas neste período duraram cerca de 20 segundos. Estas abelhas também foram registradas nas flores ao amanhecer, por volta das 06h, fazendo visitas mais rápidas (cerca de dez segundos) neste período, quando comparadas àquelas realizadas ao entardecer. Em flores alinhadas, estas abelhas foram observadas muitas vezes ignorando as flores pistiladas para pousar na próxima flor estaminada. *Plebeia* sp. e *Apis mellifera* iniciaram suas visitas a partir das 6h 30min, estando presentes nas flores até seu fechamento por volta das 09h. Foram registrados até seis indivíduos de *Plebeia* sp. em uma única flor estaminada. Esta abelha visitou apenas flores estaminadas, permanecendo por bastante tempo (cerca de 40 segundos) coletando pólen.

Bombus sp., *Xylocopa* sp. e *Apis mellifera* foram observadas tocando o estigma das flores pistiladas e por isso também são consideradas polinizadores de *L. siceraria*. Entretanto, cabe destacar que as visitas às flores pistiladas duraram em torno de seis segundos. As duas primeiras espécies, após pousar sobre o estigma da flor, realizaram um movimento de inclinação do corpo em direção a base da corola, possivelmente em busca de néctar, levantando voo logo após esta inspeção. *Apis mellifera* não realizou o mesmo movimento, mas foi observada caminhando sobre o estigma e levantando voo alguns segundos após o pouso na flor pistilada.

As três espécies noturnas de Lepidoptera, *Erinnyis ello* e Heterocera sp. e *Enyo* sp. (visitante crepuscular) iniciaram suas visitas logo após o pôr do sol. *Erinnyis ello* e Heterocera sp. não foram visualizadas nas flores após à 00h. As visitas destes insetos, em ambos os tipos de flores foram muito rápidas (não superior a dois segundos), tendo sido visualizados com maior frequência em flores estaminadas (Tab. 4), onde inseriam a espirotromba na corola em busca de néctar, nunca avistadas em pouso, apenas pairando sobre as flores. *Aellopos titan*, uma espécie de hábitos diurno, realizou visitas

as flores ao amanhecer, por volta das 5h 30min, também realizou visitas rápidas tendo preferência pelas flores estaminadas (Tab. 4), buscando néctar. Devido à baixa luminosidade e o curto tempo de visita, não foi possível visualizar contato do corpo destes insetos com o estigma das flores pistiladas.

As espécies de beija-flores (*Chlorostilbon lucidus* e *Stephanoxis loddigesii*) foram avistadas à tardinha (após às 18h 30min) e ao amanhecer (a partir das 6h 30min), visitaram apenas flores estaminadas (Tab. 4) e preferencialmente as flores de plantas tutoradas. *Chlorostilbon lucidus* foi avistado realizando inspeção às flores pistiladas. Em apenas uma ocasião, *Stephanoxis loddigesii* foi registrado nas flores de plantas rasteiras, onde efetuou poucas visitas (Tab. 4). Nas flores estaminadas, ambas as espécies realizaram visitas rápidas (cerca de três segundos) para tomada de néctar, tendo sido observado visitas repetidas em uma mesma flor.

No teste de eficácia da polinização foram registradas visitas, seguidas de polinização em 25 flores: *Xylocopa* sp. (9), *Apis mellifera* (9) e *Bombus* sp. (7). Nenhuma das flores polinizadas em uma visita formou fruto. Quase a totalidade das visitas de *Xylocopa* sp. e *Bombus* sp. foram feitas no período entre 18h 30min e 19h 30min, ao passo que *A. mellifera* realizou visitas entre 06h 30min e 09h.

3.4 DISCUSSÃO

3.4.1 Morfologia e biologia floral

Em *L. siceraria* o néctar está disponível apenas nas flores estaminadas, ou seja, as flores pistiladas são desprovidas de qualquer recurso para os visitantes. A ausência de recursos nas flores pistiladas também foi registrada em *L. sphaerica* (OLLERTON; NUTTMAN, 2013) e parece ser uma característica presente no gênero (RENNER, 2006). Flores sem recursos florais utilizam sinais da presença de recursos para explorar polinizadores. As flores pistiladas de *L. siceraria* assemelham-se às flores estaminadas na forma e cor da corola e das estruturas reprodutivas (o estigma trifido e com lóbulos vistosos imitando o androceu da flor estaminada). A similaridade entre as duas flores indica que as flores pistiladas sem recursos mimetizam as flores estaminadas que além de pólen também oferecem néctar aos visitantes florais. Este mesmo efeito foi observado por Ollerton e Nuttman (2013) nas flores de *L. sphaerica*.

A ausência de néctar em flores pistiladas e a simulação da flor estaminada com recompensa aos polinizadores também foi registrada em outras espécies monoicas de Cucurbitaceae: *Momordica charantia* (LENZI et al., 2005), *Ecballium elaterium* (COSTICH; MEAGHER, 2001) e espécies do gênero *Gurania*, *Psiguria*, *Peponium* (GILBERT, 1975; VOGEL, 1981). A polinização, na ausência de oferta de recursos para polinizadores, resulta em enganar o polinizador em um sistema de polinização denominado de polinização por engodo (RENNER, 2006).

O surgimento precoce de flores estaminadas de *L. siceraria* e o maior número destas em relação as flores pistiladas (12,1:1,9) também foi registrado por Morimoto et al. (2004). Maior display de flores estaminadas e florescimento anterior as flores pistiladas, também foi registrado em *L. sphaerica* e *M. charantia* (LENZI et al., 2005; OLLERTON; NUTTMAN, 2013). Segundo Wyatt e Sazima (2011), em espécies de *Begonia* polinizadas por engodo, a presença massiva de flores estaminadas habitua os polinizadores a visitar estas flores, assim, quando as flores pistiladas e sem recursos tornam-se disponíveis, os visitantes não as distinguem e são facilmente enganados. Polinização por engodo em flores pistiladas sem recurso é conhecido em outras espécies (RENNER, 2006) e pode explicar por que o display floral é menor em flores pistiladas quando comparado as flores estaminadas, o que é esperado num modelo mimético (OLLERTON; NUTTMAN, 2013).

Entre espécies unissexuadas a ausência de recursos florais é superior em flores pistiladas (WILLSON; ÁGREN, 1989). Segundo estes autores, a limitação por recursos para reprodução e o risco de danos causados por predadores nas flores podem determinar que flor oferecerá recursos florais. Ao contrário, o número superior de flores estaminadas pode atrair mais visitas e maximizar a dispersão de pólen. Destaca-se aqui a presença nas flores de *L. siceraria* de insetos representantes de ordens que não incluem insetos antófilos polinizadores, mas que são considerados pragas de lavoura, como Hemiptera, Orthoptera, Odonata, Dictyoptera (Subhakar; Sreedevi, 2015; Padhiyar; Patel, 2021). Ainda, *Diabrotica speciosa* (Coleoptera), uma praga polífaga, cujos adultos podem se alimentar de flores, foi registrado em grande proporção nas flores de *L. siceraria*, principalmente nas flores estaminadas, em que comiam pólen. Deste modo, tornar a flor pistilada menos atrativa seria vantajoso para esta espécie.

Para as espécies que apresentam período de antese predominantemente noturno, flores menos resistentes e pétalas de coloração branca ou creme, como é o

caso das flores de *L. siceraria*, é sugerida a síndrome de polinização por esfingofilia (FAEGRI; VAN DER PIJL, 1979; RECH et al., 2014). Além disso, o alto volume (14,3 μ L no período diurno e 17,5 μ L no período noturno) e baixa concentração (15,9% no período diurno e 21,4% no período noturno) do néctar registrado nas flores de *L. siceraria*, também é característica de flores esfingófilas, que se tem produção de néctar em abundância e de consistência mais diluída (BAKER; BAKER, 1983). Valores de volume e concentração nesta faixa também foram registrados nas flores de *L. siceraria* no estudo de Lu et al. (2021), que descreve esfingídeos como principais polinizadores. Entretanto, visto que a longevidade floral de *L. siceraria* inclui tanto o período noturno como diurno, guildas de visitantes diurnos, como abelhas e beija-flores, também tomaram néctar nas suas flores. Plantas melitófilas costumam apresentar néctar mais viscoso, com concentrações entre 35 e 65% (KIM et al., 2011; ROUBIK et al., 1995). Destaca-se que plantas ornitófilas possuem concentração de açúcares baixa (entre 20 e 30%), todavia, é alta a produção de néctar (FAEGRI; VAN DER PIJL 1979).

Como exemplos de outras cucurbitáceas que possuem concentrações conhecidas e correspondentes as necessidades de seus polinizadores, podemos citar a espécie esfingófila *Linnaeosicyos amara*, que apresenta concentração média de 24,4% (MITCHELL et al., 2015) e, as espécies melitófilas *Lagenaria sphaerica*, com 42,4% (OLLERTON; NUTTMAN, 2013), *Cucurbita pepo* com valores entre 34,9% e 51,3% (VIDAL et al., 2006) e *Luffa aegyptiaca* com valores entre 34,03% e 36,58% (MENSAH; KUDOM, 2011). Na literatura existe ampla discussão sobre atribuir polinizadores com base em características florais das espécies, pois flores cujos traços florais correspondem a uma síndrome de polinização específica, por vezes, são polinizadas por guildas distintas de visitantes florais (ver OLLERTON et al., 2009; ROSAS-GUERRERO et al., 2014).

3.4.2 Biologia reprodutiva

Lagenaria siceraria é uma planta monoica, autocompatível e não se reproduz por apomixia. Logo, o sucesso reprodutivo desta espécie é totalmente dependente de vetores de pólen. Em *L. siceraria*, a produção de frutos resultantes da polinização controle foi 110% (área experimental) e 185% (área da lavoura) inferior a polinização cruzada, o que indica evento de limitação polínica. Se, por um lado, este resultado

pode ser efeito de uma baixa frequência de visitas as flores femininas, por outro, também pode estar relacionado ao manejo da cultura, que, por vezes empregada práticas não amigáveis aos polinizadores, como aplicações de agrotóxicos. Na área da lavoura foram feitas três aplicações de inseticida e duas de fungicida, o que pode ter contribuído para o valor superior no déficit de polinização (52%) nesta área, comparativamente a área experimental (36,7%).

Embora tenha sido verificada limitação polínica em ambas as áreas, os resultados registrados para as variáveis dos frutos indicam que a atividade dos polinizadores foi eficaz para a produção de sementes, uma vez que a quantidade de óvulos que formaram sementes não diferiu entre os tratamentos de polinização. Além disso, não houve diferença significativa entre as variáveis morfométricas dos frutos nos diferentes testes de polinização, o que denota que tais características não variam com a fonte de pólen. Nesse sentido, cabe ainda mencionar a pouca diferença (9,5%) entre o sucesso reprodutivo resultante dos tratamentos de polinização cruzada manual e de polinização geitonogâmica na área experimental. Assim, o modo de polinização parece não afetar o sucesso reprodutivo da espécie.

3.4.3 Visitantes florais e polinizadores

Na literatura existe o registro de insetos de diferentes grupos funcionais nas flores de *L. siceraria*: Morimoto et al. (2004) verificaram 22 espécies no Quênia, representantes de quatro ordens (Diptera, Hymenoptera, Lepidoptera, Coleoptera), Subhakar e Sreedevi (2015) verificaram 10 espécies na Índia, distribuídos em cinco ordens (Coleoptera, Dictyoptera, Hymenoptera, Lepidoptera, Orthoptera); na China, Lu et al. (2021) registraram apenas lepidópteros, sendo predominantes as visitas de Sphingidae (94,21%) e Padhiyar e Patel (2021) registraram 9 espécies, representantes de cinco ordens (Coleoptera, Hemiptera, Lepidoptera, Orthoptera, Odonata). Neste estudo foram registradas três ordens, cinco espécies de lepidópteros, quatro espécies de abelhas, e duas espécies de beija-flores (Trochilidae), este último constitui o primeiro registro deste grupo de visitante floral nas flores de *L. siceraria*. A presença de visitantes florais de diferentes grupos funcionais parece ser comum nas espécies do gênero, Ollerton e Nuttman (2013), também registraram diversos visitantes florais em *L. sphaerica*, incluindo aves (Nectariniidae), abelhas, lepidópteros e outros insetos.

No estudo Subhakar e Sreedevi (2015), lepidópteros foram os visitantes florais mais abundantes, com 70% das visitas registradas. E dentre os lepidópteros registrados, 78,7% são representantes de três famílias, Crambidae (28,4%), Sphingidae (25,7%) e Pyralidae (24,6%). No estudo realizado por Morimoto et al. (2004), lepidópteros (Sphingidae, Noctuidae, Hesperidae) e *Apis mellifera* foram os visitantes florais mais frequentes de *L. siceraria*. A presença de espécies de diferentes guildas de visitantes nas flores de *L. siceraria* resulta, provavelmente, da sua alta longevidade floral, incluindo o período noturno e diurno e, da oferta contínua de néctar das flores masculinas. Embora a antese floral de *L. siceraria* inclua predominantemente o período noturno, neste estudo, 60% (N=517) das visitas foram realizadas no período diurno. Este mesmo padrão foi verificado no estudo de Morimoto et al. (2004), em que cerca de 70% das visitas foram feitas durante o dia.

Visto que *L. siceraria* é incapaz de se reproduzir na ausência de polinizadores, a disponibilidade de vetores de pólen e a sua eficiência são cruciais para o sucesso reprodutivo da planta. As visitas às flores pistiladas foram raras, resultando num baixo sucesso reprodutivo na polinização controle, em ambas as áreas (33,3% e 28%), quando comparado ao registrado na polinização cruzada manual (70% a 80%) e na polinização geitonogâmica manual (63,3%). Este resultado pode estar relacionado ao comportamento de forrageio, uma vez que os visitantes evitam visitar as flores femininas que não possuem recursos. No estudo de Ollerton e Nuttman (2013) com *L. sphaerica*, do total de 217 visitas, apenas uma (2,17%) foi registrada em flores pistiladas. Flores polinizadas por engodo recebem menos visitas e assim produzem menos frutos, devido a capacidade de aprendizado por parte dos polinizadores que passam evitar tais flores (DAFNI, 1984; RENNER, 2006). Em *Cucurbita pepo* e *C. maxima*, a frequência de visitas foi maior em flores pistiladas, comparadas as flores estaminadas (NEPI et al., 2001; NICODEMO et al., 2007) e, segundo os autores, isto é resultado de um maior volume e concentração de néctar nestas flores. Assim, polinizadores não apenas aprendem que algumas flores não possuem recursos, eles também aprendem quais flores devem visitar para conseguir recursos de melhor qualidade. Outro aspecto a ser considerado é o fato de que flores estaminadas são mais visíveis e 6,4 vezes mais abundantes nas plantas do que as flores pistiladas e, assim, possuem maiores chances de serem visitadas do que as flores pistiladas. Com isso, seria esperado que uma única visita fosse suficiente para polinizar as flores, já que possivelmente, pode haver grande carga polínica no corpo dos polinizadores.

Essa questão não foi verificada neste estudo, entretanto, os resultados indicam que são necessárias mais de uma visita para produção de frutos.

Ao avaliar a formação de frutos em *L. siceraria* após visitas, Morimoto et al. (2004) consideraram esfingídeos como os principais polinizadores. Contudo, o número de flores monitoradas (n= 6) foi baixo e não se obteve dados de outras guildas de visitantes florais. Num experimento de exclusão de visitantes noturnos, Lu et al. (2021) verificaram ausência na formação de frutos nas flores desta mesma espécie e, após registrar pólen nas espirotrombas de esfingídeos, consideraram estes insetos como principais polinizadores. Neste estudo, a eficácia dos polinizadores pode ser registrada apenas para algumas espécies de abelhas, resultando em nenhum fruto formado após uma única visita. Destaca-se que o estigma de *L. siceraria* permanece receptivo durante todo o período da antese da flor e, conforme Kurata (1989), a viabilidade polínica de *L. siceraria* é superior a 24 horas, isto é, após a abertura da flor. Assim, a ausência de formação de frutos pode indicar que uma única visita pode não ser suficiente para polinizar adequadamente as flores de *L. siceraria*. Destaca-se que no estudo de Morimoto et al. (2004), as flores (N= 3) que produziram frutos receberam duas, quatro e cinco visitas de esfingídeos.

Além do contato com estigma, o tempo de duração da visita também é essencial para que ocorra a polinização, quanto mais tempo o visitante permanecer na flor, maior a chance de polinizá-la (FREE, 1993). As visitas de todos os visitantes florais registrados nas flores pistiladas de *L. siceraria* foram muito rápidas. Este padrão de visitação também foi observado no estudo de Morimoto et al. (2004) que registrou visitas de até cinco segundos entre os esfingídeos polinizadores. Salienta-se que embora o contato do estigma tenha sido registrado nas visitas de abelhas, no teste de eficácia de polinização não houve formação de frutos.

O fato de *L. siceraria* não possuir nenhum recurso nas flores pistiladas para atrair polinizadores, resultou em visitas rápidas e em uma baixa frequência de visitas a estas flores. Este aspecto associado a baixa disponibilidade de polinizadores pode resultar em consequências negativas para o sucesso reprodutivo desta espécie em condições naturais. Salienta-se que poucos indivíduos de esfingídeos foram registrados neste estudo. Contudo, a ausência de diferença significativa no número de sementes nos frutos formados nos diferentes tratamentos indica uma eficiência na polinização dos visitantes florais de *L. siceraria*. A presença de receptividade estigmática até o período que antecede de fechamento da flor e a longa viabilidade

polínica (KURATA, 1989) possibilita que as flores desta espécie sejam polinizadas, tanto por visitantes florais diurnos, como noturnos. Entretanto, uma série de estudos recentes demonstraram que plantas com sistemas de polinização aparentemente mistos, incluindo abelhas e pássaros, por exemplo, são de fato funcionalmente especializados para apenas uma guilda de polinizador (ver JANEČEK et al., 2007, WATTS et al., 2012, PADYŠÁKOVÁ et al., 2013).

3.5 CONCLUSÃO

Com base nos resultados desse estudo concluímos que *Lagenaria siceraria* é dependente de polinizadores para sua reprodução, a planta é autocompatível produzindo frutos cujas características morfométricas não variaram entre os tratamentos de polinização.

Flores abertas em períodos diurnos e noturnos, longa receptividade estigmática e viabilidade polínica, e produção de néctar até quase o fechamento da flor, como observado em *L. siceraria*, aumenta a possibilidade de participação de diferentes guildas de polinizadores, o que ocorre em espécies com sistema de polinização generalistas. Entretanto, mais estudos são necessários para avaliar a generalidade desses achados. Assim, trabalhos futuros com esta espécie, devem incluir experimentos para definir os polinizadores com base em observações focais nas flores, bem como observações indiretas como presença de pólen no corpo, além de estudos que testem a eficiência de visitantes florais noturnos e diurnos.

O presente estudo, demonstra que além de fatores usualmente valorizados como o melhoramento genético e o manejo da cultura, aumentar a disponibilidade e a abundância de polinizadores devem ser consideradas como fator importante para o incremento da produção. Práticas amigáveis aos polinizadores são indicadas para a conservação e o aumento da densidade de vetores de pólen, tais como: o não uso, ou uso racional de inseticidas, especialmente durante a floração e durante o período de atividade dos polinizadores; a conservação de áreas com vegetação nativa no entorno das lavouras para oferta de recursos florais necessários à manutenção das populações e para oferta de locais de nidificação para polinizadores; enriquecimento da área com plantas fornecedoras de recursos florais ao longo de todo ano.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIZEN, M. A.; GARIBALDI, L. A.; CUNNINGHAM, S. A.; KLEIN, A. M. How much does agriculture depend on pollinators? Lessons from long term trends in crop production. **Annals of Botany**, 103(9):1579-1588, 2009.

ALVES-DOS-SANTOS, I.; AIZEN, M.; SILVA, C. I. Conservação dos polinizadores. *In*: RECH, A. R. et al. **Biologia da polinização**. Rio de Janeiro: Projeto Cultural, p. 493-524, 2014.

ARMSTRONG, J. E. Pollination by deceit in nutmeg (*Myristica insipida*, Myristicaceae): Floral displays and beetle activity at male and female trees. **American Journal of Botany** 84(9):1266-1274, 1997.

BAKER, H. G.; BAKER, I. Floral nectar sugar constituents in relation pollinator type. *In*: JONES, C. E.; LITTLE, K. J. **Handbook of Experimental Pollination Biology**. p. 117-141. Van Nostrand Reinhold, New York, 1983.

BARTELLI, B. F.; NOGUEIRA-FERREIRA, F. H. Pollination services provided by *Melipona quadrifasciata* Lepeletier (Hymenoptera: Meliponini) in greenhouses with *Solanum lycopersicum* L. (Solanaceae). **Sociobiology** 61(4):510-6, 2014.

BAWA, K. S. Mimicry of male by female flowers and intrasexual competition for pollinators in *Jacaratia dolichaula* (D. Smith) Woodson (Caricaceae). **Evolution** 34(3):467-474, 1980.

BISOGNIN, D. A. Origin and evolution of cultivated cucurbits. **Revista Ciência Rural**, 32(5):715-723, 2002.

BISOGNIN, D. A.; MARCHEZAN, E. Avaliação de algumas populações de porongo *Lagenaria siceraria* (Mol.) Standl, cultivadas na região de Santa Maria, RS. **Revista do Centro de Ciências Rurais**, Santa Maria, 18(3-4): 201-7, 1988.

BISOGNIN, D. A.; MENEZES, N. L.; BELLÉ, R. A.; ALBINI, A. M. Efeito do tamanho de fruto e do método de extração na qualidade fisiológica de sementes de porongo. **Ciência Rural**, 27(1):13-19, 1997.

BLOCHTEIN, B.; WITTER, S.; HALINSKI, R. **Plano de manejo para polinização da cultura da canola: conservação e manejo de polinizadores para agricultura sustentável, através de uma abordagem ecossistêmica**. Rio de Janeiro: Funbio, 40 p., 2015.

BOMFIM, I. G. A.; FREITAS, B. M.; ARAGÃO, F. A. S.; WALTERS, S. A. Pollination in cucurbit crops. *In*: PESSARAKLI, M. **Handbook of Cucurbits: growth, cultural practices, and physiology**. Boca Raton: CRC Press. cap. 11, p. 181-200, 2016.

BPBES/REBIPP. **Relatório temático sobre Polinização, Polinizadores e Produção de Alimentos no Brasil**. WOLOWSKI, M.; AGOSTINI, K.; RECH, R. A.; VARASSIN, I. G.; MAUÉS, M.; FREITAS, L.; CARNEIRO, L. T.; BUENO, R. O.; CONSOLARO, H.; CARVALHEIRO, L.; SARAIVA, A. M.; SILVA, C. I.; PADGURSCHI, M. C. G. 1ª edição, São Carlos, SP: Editora Cubo. 184 p., 2019.

BULLOCK, S. H. Breeding systems in the flora of a tropical deciduous forest. **Biotropica**, 17(4):287-301; 1985.

BURTENSHAW, M. The first horticultural plant propagated from seeds New Zealand. **New Zealand Garden Journal** 6(1):10-16, 2003.

BUZAGLO, G. B.; DUTRA, S. S.; GENTIL, D. F. O. Maturação fisiológica de sementes e caracterização de acesso de *Lagenaria siceraria* (Mol.) Standl. – Cucurbitaceae. **Agrotrópica** 31(3):175-184; Centro de Pesquisas do Cacau, Ilhéus, Bahia, Brasil, 2019.

CAMARGO, O. A.; SILVA, F. J. L.; CUSTODIO, R. S.; GRAVINO, N. **Atlas Eólico do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria de Energia, Minas e Comunicações (SEMC). 70 p., 2002.

CANCELIER, J. W. **A produção de porongos/cuias como estratégia para a reprodução social da agricultura familiar no Distrito de Arroio do Só, município de Santa Maria – RS.** Tese. (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Maria – RS. Programa de Pós-Graduação em Geografia e Geociências, 2018.

CANCELIER, J. W.; DAVID, C. A reprodução social da agricultura Familiar a partir da cultura do Porongo em Santa Maria-RS. **Revista OKARA: Geografia em debate**, 13(1):156-172, ISSN: 1982-3878, 2019.

CARVALHO, D. M.; PRESLEY, S. J.; SANTOS, G. M. M. Niche overlap and network specialization of flower-visiting bees in an agricultural system. **Neotropical Entomology** 43(6):489-499, 2014

COSTANZA, R.; D'ARGE, R.; GROOT, R.; FARBER, S.; GRASSO, M.; HANNON, B.; LIMBURG, K.; NAEEM, S.; O'NEILL, R. V.; PARUELO, J.; RASKIN, R. G.; SUTTON, P.; VAN DEN BELT, M. The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**, 387:253-260, 1997.

COSTICH, D. E.; MEAGHER, T. R. Impacts of floral gender and whole-plant gender on floral evolution in *Ecballium elaterium* (Cucurbitaceae). **Biological Journal of the Linnean Society**, 74(4):475-487, 2001.

CUNHA, G. L.; SANTOS, A. L. P.; MEDEIROS, R. L. S.; SILVA, A. S.; WANDERLEY, M. J. A. Polinização de pepino *Cucumis sativus* L. em duas áreas de produção de hortaliças. **Horticultura Brasileira** 30:1569-1575; 2012.

DAFNI, A. Mimicry and deception in pollination. **Annual Review of Ecology and Systematics**. 15:259-78, 1984.

DAFNI, A. **Pollination ecology – a practical approach**. Oxford: Oxford University Press, 1992.

DESAI, K. D.; SARAVAIYA, S. N.; PATEL, B. N.; PATEL, N. B. Response of growth retardants on sex expression and fruit yield of bottle gourd [*Lagenaria siceraria* (Mol.)

Standl.] cv. Pusa naveen under South Gujarat conditions. **Asian Journal of Horticulture**. 6(1):22-25, 2011.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 306 p. 2006.

FAEGRI, K.; VAN DER PJIL, L. **The Principles of Pollination Ecology**. Pergamon Press. 1971.

FERREIRA, G. S. L.; CAVALCANTE, D. P.; GENTIL, D. F. O. Caracterização de acesso de porongo-chuchu (*Lagenaria siceraria*). **Revista Agrária Acadêmica**. 2(1):94-104, 2019.

FREE, J. B. **Insect pollination of crops**. 2. ed. London: Academic Press, 684 p., 1993.

FREITAS, B. M.; BOMFIM, I. G. A. A necessidade de uma convivência harmônica da agricultura com os polinizadores. *In: Importância dos polinizadores na produção de alimentos e na segurança alimentar global* - Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, p. 17-38, 2017.

FREITAS, B. M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. A importância econômica da polinização. **Revista Mensagem Doce**. 80:44-6, 2005.

FREITAS, B. M.; NUNES-SILVA, P. Polinização agrícola e sua importância no Brasil. *In: IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; et al. Polinizadores no Brasil contribuição e perspectiva para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais*. São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo, p.103-118, 2012.

FREITAS, B. M.; SILVA, C. I. O papel dos polinizadores na produção agrícola no Brasil. *In: Agricultura e polinizadores*. Associação Brasileira de Estudos das Abelhas (A.B.E.L.H.A.). p. 9-18, 2015.

GALLAI, N.; SALLES, J.; SETTELE, J.; VAISSIÈRE, B. E. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. **Ecological Economics**, 68(3):810-821, 2009.

GIANNINI, T. C.; ACOSTA, A. L.; SARAIVA, A. M.; ALVES-DOS-SANTOS, I.; DE MARCO JUNIOR, P. Construção de Cenários Futuros para o Uso e Conservação de Polinizadores *In*: IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; et al. **Polinizadores no Brasil: contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, p. 301-314, 2012.

GIANNINI, T. C; BOFF, S; CORDEIRO, G. D; CARTOLANO, E. A; VEIGA, A. K; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L; SARAIVA, A. M. Crop pollinators in Brazil: A review of reported interactions. **Apidologie**, 46:209-223, 2015a.

GIANNINI, T. C; CORDEIRO, G. D; FREITAS, B. M; SARAIVA, A. M; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. The Dependence of Crops for Pollinators and the Economic Value of Pollination in Brazil. **Journal of Economic Entomology**, 108(3):849-857, 2015b.

GILBERT, L. E. Ecological consequences of a coevolved mutualism between butterflies and plants. *In*: GILBERT, L. E.; RAVEN, P. H. **Coevolution of animals and plants**, University of Texas Press, Austin, TX., 1975. Pp. 210-240

GOMES-KLEIN, V. L.; LIMA, L. F. P.; GOMES-COSTA, G. A.; MEDEIROS, E. V. S. S.; CONCEIÇÃO, T. C.; LUTZ, B. E. 2020. Cucurbitaceae. *In*: **Flora do Brasil 2020**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB17036>>. Acesso em: 18 jul. 2021.

GRUBBEN, G. J. H.; DENTON, O. A. **Plant resources of tropical Africa 2. Vegetables**. PROTA foundation, Wageningen, Netherlands/Backhuys Publishers, Leiden, Netherlands/CTA, Wageningen, Netherlands, 2004.

HEIDEN, G.; BARBIERI, R. L.; NEITZKE, R. S. **Chave para a identificação das espécies de abóboras (*Cucurbita*, *Cucurbitaceae*) cultivadas no Brasil**. 1^a ed. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, Documentos, 197), 31 p. ISSN:1516-8840, 2007.

HEISER, C. B. **The Gourd Book: a thorough and a fascinating account of gourds from throughout the world**. Norman: University of Oklahoma Press, 235 p.,1979.

HEISER, C. B. Are bottle gourds moth pollinated? Cucurbit Network News, **Spring**: 1, 1997.

HIPÓLITO, J.; BOSCOLO, D.; VIANA, B. F. Landscape and crop management strategies to conserve pollination services and increase yields in tropical coffee farms. **Agriculture, Ecosystems & Environment**. 256:218-225, 2018.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico da vegetação brasileira**. 2^aed. Rio de Janeiro: 2012.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; NUNES-SILVA, P. N. As abelhas, os serviços ecossistêmicos e o Código Florestal Brasileiro. **Biota Neotropica**, 10(4):59-62, 2010.

JANEČEK, Š.; HRÁZSKÝ, Z.; BARTOŠ, M.; BROM, J.; REIF, J.; HOŘÁK, D.; BYSTRICKÁ, D.; RIEGERT, J.; SEDLÁČEK, O.; PEŠATA, M. Importance of big pollinators for the reproduction of two *Hypericum* species in Cameroon, West Africa. **African Journal of Ecology** 45:607-613, 2007.

KATO, E. C.; NOGUEIRA-COUTO, R. H. Polinização em melão (*Cucumis melo* L.) dos tipos amarelos e rendilhado. **Naturalia** 27:201-210. 2002.

KIM, W.; GILET, T.; BUSH, J. W. M. Optimal concentrations in nectar feeding. **Proceedings of the National Academy of Sciences**. 108(40):16618-16621, 2011.

KINUPP, V. F.; LORENZI, H. **Plantas alimentícias não convencionais (PANC) no Brasil: Guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas**. Instituto Plantarum de estudos da Flora, São Paulo, 2014.

KLEIN, A. M.; VAISSIÈRE, B.; CANE, J. H.; STEFFAN-DEWENTER, I.; CUNNINGHAM, S. A.; KREMEN, C.; TSCHARNTKE, T. Importance of crop pollinators in changing landscapes for world crops. **Proceedings of the Royal Society**. 274:303-313, doi:10.1098/rspb.2006.3721, 2007.

KOCYAN, A.; ZHANG, L.; SCHAEFER, H.; RENNER, S. S. A multi-locus chloroplast phylogeny for the Cucurbitaceae and its implications for character evolution and classification. **Molecular Phylogenetics and Evolution**. 44(2):553-577, 2007.

KURATA, H. *Cucumis melo* and *Citrullus lanatus*. **Horticultural Encyclopedia**. Rural Culture Association, Minato-ku, Tokyo, Japan (in Japanese), n. 4, p. 247–333, 1989.

LATTARO, L. H.; MALERBO-SOUZA, D. T. Polinização entomófila em abóbora caipira, *Cucurbita mixta* (Cucurbitaceae). **Acta Scientiarum Agronomy**, 28(4):563-568, 2006.

LENZI, M.; ORTH, A. I.; GUERRA, T. M. Ecologia da polinização de *Momordica charantia* L. (Cucurbitaceae), em Florianópolis, SC, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**. 28(3):505-513, 2005.

LIMA, L. F. P. **Estudos taxonômicos e morfopolínicos em Cucurbitaceas Brasileiras**. Tese de doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre; 2010.

LLOYD, D.; G.; SCHOEN, D.; J. Self - and cross - fertilization in plants. Functional dimensions. **International Journal of Plant Sciences**. v. I 153:358-369, 1992.

LU, Q-B.; LIU C-Q.; HUANG, S-X. Moths pollinate four crops of Cucurbitaceae in Asia **Journal of Applied Entomology**. 145:499–507, 2021.

MALERBO-SOUZA, D. T.; NOGUEIRA-COUTO, R. H.; COUTO, L. A. Polinização em cultura de laranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck, var. Pera-rio). **Animal Science** 40:237-242, 2003.

MALERBO-SOUZA, D. T.; TADEU, A. M.; BETTINI, P. C.; TOLEDO, V. A. A. Importância dos insetos na produção de melancia (*Citrullus lanatus* Thunb.) – Cucurbitaceae. **Acta Scientiarum** 21:579-583; 1999.

MASSAWE, F. J.; MWALE, S. S.; AZAM-ALI, S. N.; ROBERTS, J. A. Towards genetic improvement of bambara groundnut [*Vigna subterranea* (L.) Verdc.], *In*: OCHATT, S.; JAIN, S. M. **Breeding of neglected and under-utilized crops: spices and herbs**. Science Publishers. p. 468, 2007.

MCGREGOR, S. E. **Insect pollination of cultivated crop-plants**. U.S.D.A. Agriculture Handbook, n. 496, 1976. Disponível em: <<http://gears.tucson.ars.ag.gov/book/>>. Acesso em 15/02/2020.

MATTHEWS, M. L.; ENDRESS, P. K. Comparative floral structure and systematics in Cucurbitales (Corynocarpaceae, Coriariaceae, Datisceae, Tetramelaceae, Begoniaceae, Cucurbitaceae, Anisophylleaceae). **Botanical Journal of the Linnean Society** 145:129-185; 2004.

MAUÉS, M. M. Economia e polinização: custos, ameaças e alternativas. *In*: RECH, A. R. et al. **Biologia da polinização**. Rio de Janeiro: Projeto Cultural, p. 461-481, 2014.

MELO, A. M. T.; TRANI, P. E. Cabaça, *Lagenaria siceraria* (Molina) Standley. *In*: AGUIAR, A. T. E.; GONÇALVES, C.; PATERNIANI, M. E. A. G. Z.; TUCCI, M. L. S.; CASTRO, C. E. F. **Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas**. 7.ed. Campinas: Instituto Agrônômico, p.80-84. (Boletim IAC, 200), 2014.

MENSAH B. A.; KUDOM A. A. Relating bee activity to pollination of *Luffa aegyptiaca* Mill. in Ghana. **Journal of Apicultural Research and Bee World** 42:192-196; 2010.

MILFONT, M. O.; ROCHA, E. E. M.; LIMA, A. O. N.; FREITAS, B. M. Higher soybean production using honeybee and wild pollinators, a sustainable alternative to pesticides and autopollination. **Environmental Chemistry Letters** 11:335-341; 2013.

MITCHELL, T. C.; DÖTTERLB, S.; SCHAEFER, H. Hawk-moth pollination and elaborate petals in Cucurbitaceae: The case of the Caribbean endemic *Linnaeosicyos amara*. **Flora** 216:50-56, 2015.

MLADENOVIC, E.; BERENJI, J.; OGJANOV, V.; LJUBOJEVIC, M.; CUCANOVIC, J. Genetic variability of bottle gourd *Lagenaria Siceraria* (Mol.) Standley and its morphological characterization by multivariate analysis. **Arcives of Biological Sciences. Belgrade.** 64(2):573-583, 2012.

MODI, M.; MODI, A. T.; HENDRIKS, S. Potential role of wild vegetables in household food security: a preliminary case study in KwaZulu-Natal, South Africa. **African Journal of Food Agriculture Nutrition and Development.** 6(1):1-13, 2006.

MORIMOTO, Y.; GIKUNGU, M.; MAUNDU, P. Pollinators of the bottle gourd (*Lagenaria siceraria*) observed in Kenya. **International Journal of Tropical Insect Science.** 24(1):79-86, 2004.

NEE, M. The domestication of *Cucurbita* (Cucurbitaceae). **Economic Botany** 44(3):56-68; 1990.

NEPI, M.; GUARNIERI, M.; PACINI, E. Nectar secretion, reabsorption, and sugar composition in male and female flowers of *Cucurbita pepo*. **International Journal of Plant Sciences.** 162(2):353-358, 2001.

NICODEMO, D.; MALHEIROS, E. B.; JONG, D. D.; COUTO, R. H. N. Enhanced production of parthenocarpic cucumbers pollinated with stingless bees and Africanized honey bees in greenhouses. *Semina: Ciências Agrárias* 34:3625–3634, 2013.

NICODEMO, D.; NOGUEIRA-COUTO, R. H. **Biologia floral, insetos visitantes e o efeito das visitas das abelhas *Apis mellifera* nas flores de moranga (*Cucurbita maxima* Duch.) quanto a produção de frutos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 14. Campo Grande. Anais. Campo Grande, MS: 2002.**

NICODEMO, D.; NOGUEIRA-COUTO, R. H.; MALHEIROS, E. B.; DE JONG, D. Biologia floral em moranga (*Cucurbita maxima* Duch. var. "Exposição"). **Acta Scientiarum Agronomy**. 29:611-616, Maringá, Brasil, 2007.

NOGUEIRA-COUTO, R. H.; PERARO, D.T. **Polinização entomófila em abóbora menina brasileira precoce (*Cucurbita mixta* Pang.)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 13. Florianópolis. Anais. Florianópolis, 2000.

OLLERTON, J.; ALARCÓN, R.; WASER, N. M.; PRICE, M. V.; WATTS, S.; CRANMER, L.; HINGSTON, A.; PETER, C. I.; ROTENBERRY, J. A global test of the pollination syndrome hypothesis. **Annals of Botany** 103:1471-1480, 2009.

OLLERTON, J.; NUTTMAN, C. Aggressive displacement of carpenter bees *Xylocopa nigrita* from flowers of *Lagenaria sphaerica* (cucurbitaceae) by territorial male eastern olive sunbirds (*Cyanomitra olivacea*) in Tanzania. **Journal of Pollination Ecology**, 11(3):21-26, 2013.

PADHIYAR, D. H.; PATEL S. R. Floral biology and diversity of pollinator fauna in bottle gourd in South Gujarat. **Journal of Entomology and Zoology Studies**. 9(2):435-438, 2021.

PADYŠÁKOVÁ, E.; BARTOŠ, M.; TROPEK, R.; JANEČEK, Š. Generalization versus specialization in pollination systems: Visitors, thieves, and pollinators of *Hypoestes aristata* (Acanthaceae). **PLOS ONE**. 8(4):e59299. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0059299>, 2013.

PADULOSI, S.; HODGKIN, T.; WILLIAMS, J. T.; HAQ, N. Underutilized crops: trends, challenges and opportunities in the 21st century. In: ENGELS, J. M. M. et al. **Managing plant genetic diversity**, CABI/IPGRI, Rome. p. 323-338, 2002.

PINHEIRO, J. N.; FREITAS, B. M. Efeitos letais dos pesticidas agrícolas sobre polinizadores e perspectivas de manejo para os agroecossistemas brasileiros. **Oecologia Australis**, 14:266-281; 2010.

PIRES, V. C.; SILVEIRA, F. A.; SUJII, E. R.; TOREZANI, K. R.; RODRIGUES, W. A.; ALBUQUERQUE, F. A.; PIRES, C. S. Importance of bee pollination for cotton production in conventional and organic farms in Brazil. **Journal of Pollination Ecology**. 13:151-160; 2014.

PORTO, M. L. Os Campos Sulinos: sustentabilidade e manejo. **Ciência & Ambiente**, 24:119-138; 2002.

RENNER, S. S. Rewardless flowers in the angiosperms and the role of insect cognition in their evolution. *In*: WASER, N. M.; OLERTON, J. **Plant–pollinator interactions: from specialization to generalization**. University of Chicago Press, Chicago, p. 123–144, 2006.

ROSAS-GUERRERO, V.; AGUILAR, R.; MARTÉN-RODRIGUEZ, S.; ASHWORTH, L.; LOPEZARAIZA-MIKEL, M.; BASTIDA, J. M.; QUESADA, M. A quantitative review of pollination syndromes: do floral traits predict effective pollinators? **Ecology Letters**, 17:388-400, 2014.

POTTS, S. G.; BIESMEIJER, J. C.; KREMEN, C.; NEUMANN, P.; SCHWEIGER, O.; GET, W. E. Global pollinator declines: Trends, impacts and drivers. **Trends in Ecology & Evolution**. 25(6):345-353, 2010.

PRASAD, R.; PRASAD, A. A note on the heritability and genetic advance in bottle gourd (*Lagenaria siceraria* (Mol.) Standl.). **Indian Journal of Horticulture**. 36(4):446-448, 1979.

R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria, 2019.

RADFORD, A. E.; DICKINSON, W., C.; MASSEY, J., R.; BELL, C., R. **Vascular plant systematics**. New York, Harper & Row Publishers, 891p. 1974.

RECH, A. R.; AVILA JÚNOR, R. S.; SCHLINDWEIN, C. Síndromes de polinização: especialização e generalização. *In*: RECH, A. R. et al. **Biologia da polinização**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Projeto Cultural, p. 171-182, 2014.

ROMANO, C. M.; STUMPF, E. R. T.; BARBIERI, R. L.; BEVILAQUA, G. A. P.; RODRIGUES, W. F. **Polinização manual em abóboras**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, Documentos, p. 225, 2008.

ROUBIK, D.; YANEGA, D.; ALUJA, M.; BUCHMANN, S.; INOUE, D. On optimal nectar foraging by some tropical bees (Hymenoptera: Apidae). **Apidologie**, 26:197-211, 1995.

SANTOS, S. A. B.; ROSELINO, A. C.; BEGO, L. R. Polinização de pepino, *Cucumis sativus* L. (Cucurbitales: Cucurbitaceae), pelas abelhas sem ferrão *Scaptotrigona* aff. *Depilis* moure e *Nannotrigona testaceicornis* lepeletier (Hymenoptera: Meliponini) em casas de vegetação. **Neotropical entomology**. 37(5):506-512. ISSN 1678-8052; 2008.

SANTOS, S. A. B.; ROSELINO, A. C.; HRNCIR, M.; BEGO, L. R. Pollination of tomatoes by the stingless bee *Melipona quadrifasciata* and the honey bee *Apis mellifera* (Hymenoptera, Apidae). **Genetics and Molecular Research**. 8(2):751-757, 2009

SCHAEFER, H.; RENNER, S. S. Phylogenetic relationships in the order Cucurbitales and a new classification of the gourd family (Cucurbitaceae). **Taxon** 60:122-138; 2011.

SERRA, B. D. V.; CAMPOS, L. A. O. Polinização Entomófila de Abobrinha, *Cucurbita moschata* (Cucurbitaceae). **Neotropical Entomology** 39(2):153-159, 2010.

SHULER, R. E.; ROULSTON T'AI, H.; FARRIS, G. E. Farming practices influence wild pollinator populations on squash and pumpkin. **Journal of Economic Entomology** 98:790-795, 2005.

SILVA, A. L. L.; ZACHIA, R. A.; BISOGNIN, D. A.; BUDKE, J. C. Coleta e caracterização morfológica de populações de porongo – *Lagenaria siceraria* (Mol.) Standl. – Cucurbitaceae. **Revista Ciência & Natura**: Santa Maria, 24(24):91-100, 2002.

SIVARAJ, N.; PANDRAVADA, S. R. Morphological Diversity for Fruit Characters in Bottle Gourd Germplasm from Tribal Pockets of Telangana Region of Andhra Pradesh, India. **Asian Agri-History**. 9(4):305-310, 2005.

SOUSA, R. M.; AGUIAR, O. S.; FREITAS, B. M.; SILVEIRA NETO, A. A.; PEREIRA, T. F. C. Requerimentos de polinização do meloeiro (*Cucumis melo* L.) no município de Acaraú– CE, Brasil. **Revista Caatinga (Mossoró)**, 22:238-242. 2009.

SOUZA, F. F.; MALERBO-SOUZA, D. T. Entomofauna visitante e produção de frutos em melancia (*Citrullus lanatus* Thunb.)–Cucurbitaceae. **Acta Scientiarum Agronomy**. 27(3):449-454, 2005.

STEPHENS, J. M. Gourd Bottle - *Lagenaria siceraria* (Mol.) Standl. **IFAS Extension**, HS602. 2 p., 2012

SUBHAKAR, G.; SREEDEVI, K. Nocturnal insect pollinator diversity in bottle gourd and ridge gourd in southern Andhra Pradesh. **Current Biotica** 9:137-144; 2015.

TAVARES, P. R. A.; DUTRA, J. C. S.; POLATTO, L. P.; JUNIOR, V. V. A.; SILVA, E. S.; SOUZA, E. P.; PONÇO, J. V. Estratégia Reprodutiva de *Cucurbita moschata* Poir (Cucurbitaceae) e Atividades de Forrageio dos seus Visitantes Florais. **Entomo Brasilis** 8(1):24-29, 2015.

TRADIÇÃO LOCAL SUSTENTA PRODUÇÃO DE PORONGOS. **Jornal do comércio**. Porto Alegre/RS. 11 de dezembro de 2017. Disponível em: <https://www.jornaldocomercio.com/_conteudo/2017/12/economia/599517-tradicao-local-sustenta-producao-de-porongos.html>. Acesso em: 19 de junho de 2021.

TREVISOL, W. **Morfologia e fenologia do porongo: produtividade e qualidade da cuia**. 64 folhas. Tese (Doutorado em ciências) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2013.

TREVISOL, W. **A cultura do porongo**. Frederico Westphalen: [s.n], 73 p.: il. ISBN:978-85-98253-21-3; 2015.

TRINDADE, M. S. A.; SOUSA, A. H.; VASCONCELOS, W. E.; FREITAS, R. S.; SILVA, A. M. A.; PEREIRA, D. S.; MARACAJÁ, P. B. Avaliação da polinização e estudo comportamental de *Apis mellifera* L. na cultura do meloeiro em Mossoró, RN. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, 4(1), 2004.

VAISSIÈRE, B. E.; FREITAS, B. M.; GEMMILL-HERREN, B. **Protocol to detect and assess pollination deficits in crops: a handbook for its use**, Rome: FAO, 81 p. 2011.

VIANA, B. F.; COUTINHO, J. G. E.; GARIBALDI, L. A.; GASTAGNINO, G. L. B.; GRAMACHO, K. P.; SILVA, F. O. Stingless bees further improve apple pollination and production. **Journal of Pollination Ecology** 14:261-269, 2014.

VIDAL, M. G.; DE JONG, D.; WIEN, H. C.; MORSE, R. A. Nectar and pollen production in pumpkin (*Cucurbita pepo* L.). **Revista Brasileira de Botânica**. 29(2):267-273, 2006.

VIEIRA, P. F. S. P.; CRUZ, D. O.; GOMES, M. F. M.; CAMPOS, L. A. O.; LIMA, J. E. Valor econômico da polinização por abelhas mamangavas no cultivo do maracujá-amarelo. **Revibec: Revista Iberoamericana de Economía Ecológica**, 15:43-53, 2010.

VOGEL, S. Trichomatische blütennektarien bei Cucurbitaceen. **Beiträge zur Biologie der Pflanzen**. 55:325-353, 1981.

WATTS, S.; HUAMÁN OVALLE, D.; MORENO HERRERA, M.; OLLERTON, J. Pollinator effectiveness of native and non-native flower visitors to an apparently

generalist Andean shrub, *Duranta mandonii* (Verbenaceae). **Plant Species Biology** 27:147-158, 2012.

WILLSON, M. F.; AGREN, J. Differential floral rewards and pollination by deceit in unisexual flowers. **Oikos** 55:23-29, 1989.

WITTER, S.; BLOCHTEIN, B.; NUNES-SILVA, P.; TIRELLI, F.; LISBOA, B.; BREMM, C.; LANZER, R. The bee community and its relationship to canola seed production in homogenous agricultural areas. **Journal of Pollination Ecology**, 12(3):15-21, 2014a.

WITTER, S.; NUNES-SILVA, P.; BLOCHTEIN, B.; LISBOA, B. B.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. **As abelhas e a agricultura**. Porto Alegre: EDIPUCRS; 144 p., 2014b.

WITTER, S.; NUNES-SILVA, P.; LISBOA, B.; TIRELLI, F.; SATLLER, A.; HILGERT-MOREIRA, S. B.; BLOCHTEIN, B. Stingless bees as alternative pollinators of canola. **Journal of Economic Entomology**. 108:1-7, 2015.

WYATT, G. E.; SAZIMA, M. Pollination and reproductive biology of thirteen species of *Begonia* in the Serra do Mar state park, São Paulo, Brazil. **Journal of Pollination Ecology**, 6(14):95-107, 2011.