

POLINIZAÇÃO E VISITANTES FLORAIS DA CULTURA DA CHIA (*Salvia hispanica* Linnaeus 1753) EM REDENÇÃO NO ESTADO DO CEARÁ

José Valdir Alves Azevedo¹

Marcelo Casimiro Cavalcante²

RESUMO

Este estudo tem como objetivo indicar os potenciais polinizadores da chia (*Salvia hispanica* L.), a partir do entendimento sobre sua biologia floral, requerimentos de polinização, testes de polinização controlada e observação dos comportamentos dos visitantes florais, cultivada no semiárido do município de Redenção–CE. Os resultados demonstraram que as flores da Chia iniciam o processo de antese por volta das 5:00h, murchando nos períodos noturnos e voltando a abrir nos dias seguintes. As flores estão dispostas em inflorescências retas verticais, iniciando a abertura da base para o ápice, com uma média de 32 flores/inflorescência e em média 4 flores abertas por dia/inflorescência. As flores da chia apresentam receptividade estigmática durante todo o primeiro dia de abertura floral, de forma que já no início da abertura (5:00h) a estrutura já estava receptiva e se mantendo em valores máximos até as 11:00h, declinando ao longo da tarde, atingindo os menores valores no final da tarde (17:00h). Logo no primeiro dia de abertura floral, as flores já dispõem de pólen, inicialmente em pequenas quantidades, aumentando até atingir o ápice da liberação de pólen por volta das 9:00. A partir de então diminui e se mantém até o final da tarde. Os resultados mostraram que o tratamento T1 (polinização livre) teve uma média de 1,02 sementes produzidas por flor, com um desvio padrão de aproximadamente 0,94, enquanto os demais tratamentos: T2: Polinização manual com pólen da própria planta (autopolinização); T3: Polinização manual cruzada com pólen de outras plantas da mesma cultivar; T4: Polinização restrita com saco de filó, não produziram nenhuma semente. No entanto, mais estudos precisam ser desenvolvidos no sentido de compreender melhor a eficiência de polinização de cada espécie dessa nas flores da chia. De toda

¹ Discente do Curso de Bacharelado em Agronomia pela Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira - UNILAB.

² Orientador, Doutor em Zootecnia pela Universidade Federal do Ceará - UFC. Professor Adjunto IV da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Brasil.

Data de submissão e aprovação: 12/07/2024

forma, a descoberta dessas espécies de abelhas como potenciais polinizadoras abre uma possibilidade para uso delas em programas de polinização da cultura, até mesmo se for cultivada em casas de vegetação. Os estudos da biologia e requerimentos de polinização em flores da chia para o primeiro dia de antese indicam a necessidade de agentes para a polinização cruzadas. As abelhas *Plebeia aff. flavocincta* (Jatí), *Scaptotrigona aff. depilis* (Canudo) e *Frieseomelitta varia* (Moça Branca) introduzidas na cultura da chia apresentaram um comportamento de potenciais polinizadores.

PALAVRAS-CHAVE: Cultura da chia. Polinização agrícola. Meliponicultura. Abelhas nativas sem ferrão.

1. INTRODUÇÃO

A chia (*Salvia hispanica L.*) é uma espécie herbácea pertencente à família das Lamiaceae, reconhecida como uma das famílias botânicas mais numerosas, e cujo consumo e procura tem registrado um crescimento significativo nos últimos anos. É originária da área que se estende do sudoeste do México até o norte da Guatemala, além das regiões como o Sul da África, América Central, América do Norte, América do Sul e Ásia Sul-Oriental. É um dos grãos mais importantes para as culturas pré-colombianas da América Central, não só pelo seu uso na alimentação, mas também com grande valor cerimonial, já que as sementes eram encontradas como oferendas em templos importantes dessas culturas (Busilacchi et al., 2013).

As sementes de chia, são bem pequenas, que ao entrarem em contato com a água, formam um composto mucilaginoso que envolve completamente a semente (Webber et al., 1991). Essa mucilagem atua, possivelmente, como uma espécie de filtro, que irá prevenir o efeito prejudicial que as condições de salinidade podem oferecer durante o processo de germinação (Yang et al., 2010).

As flores da chia são hermafroditas, apresentando coloração roxa ou branca. São relativamente pequenas, com cerca de 3 a 4 mm, com pequenas especificações e parte da flor fundida, o que aumenta a probabilidade de autofecundação. Elas são encontradas nas extremidades dos ramos (Cahill e Provance, 2002).

Após a fecundação, as flores se desenvolvem em frutos no formato de aquênios indeiscentes, ou seja, são frutos simples secos que não se abrem quando estão maduros (Jiménez, 2010). As sementes são altamente nutritivas, ricas em ácidos graxos, composta de gorduras, carboidratos, fibras alimentares, proteínas, vitaminas (A, B, K, E, D), minerais e antioxidantes (Knez, et al. 2019). Isso se torna significativo tanto para a nutrição quanto para a saúde humana (Rosas-mendoza et al., 2017). Devido aos benefícios que oferecem, tem-se produzido um aumento no seu consumo nos últimos anos, com as folhas e as sementes sendo utilizadas (Grancieri et al., 2019).

O cultivo da chia é mais protegido em regiões com precipitações regulares, mantendo uma média de 800 a 900 mm de chuva por ano, distribuída uniformemente. Como as temperaturas devem ser mantidas abaixo de 33 °C, uma vez que temperaturas mais elevadas podem prejudicar a polinização, secando o pólen. Além disso, regiões suscetíveis a ventos fortes devem manter velocidades de vento inferiores a 20 km/h para evitar a queda das plantas (Miranda, 2012).

O maior centro produtor do México está localizado no município de Acatic, em Jalisco, local onde se exportam quantidades crescentes de sementes para o Japão, Estados Unidos e Europa (Jiménez, 2010). No Brasil, as regiões do oeste paranaense e noroeste do Rio Grande do Sul começaram a investir no cultivo de chia nas últimas safras, apresentando bons resultados, apesar da falta de informação a respeito das exigências nutricionais da planta (Migliavacca et al., 2014).

Atualmente, a cultura da chia tem ganhado destaque no estado do Rio Grande do Sul, onde vários agricultores se dedicam à sua produção. Com a crescente demanda por produtos dietéticos e saudáveis, a chia apresenta um potencial significativo de expansão, não apenas no Rio Grande do Sul, mas em todo o Brasil (Knez, et al. 2019). A popularidade dessa cultura está aumentando, refletindo uma tendência nacional em busca de alimentos nutritivos e benéficos à saúde (Zanatta et al., 2016).

Por outro lado, a polinização é essencial para a estruturação e manutenção dos ecossistemas naturais, pois facilita a reprodução sexual das plantas com flores, ou seja, as angiospermas. Conforme a IPBES (2016), mais de 90% das 300.000 espécies de plantas com flores dependem dessa interação para sua reprodução e sobrevivência. Dessa forma, a polinização é o ato de transferir os grãos de pólen das anteras de uma flor, parte masculina, para o estigma da mesma flor, parte feminina, ou de outra flor da mesma espécie. Esse mecanismo desempenha um papel vital na reprodução das plantas, possibilitando a fertilização e, posteriormente, a formação de sementes. (Alves-dos-Santos et al., 2016).

A polinização pode ser dividida em três categorias principais: abiótica, que ocorre sem a participação de seres vivos e inclui a polinização pela água (hidrofilia), vento (anemofilia) e gravidade; biótica, que envolve seres vivos, como as abelhas (entomofilia), morcegos (quiropterofilia), pássaros (ornitofilia), borboletas (psicofilia), besouros (cantarofilia), mariposas (falenofilia) e outros animais; e a artificial, quando os seres humanos desempenham o papel de polinizadores. Essa classificação ajuda a compreender a complexidade das interações entre plantas e seus polinizadores (Faegri e; Van der pijl, 1979).

Entre os agentes bióticos, as abelhas destacam-se como extraordinários polinizadores de plantas, e, em retribuição, as plantas produzem substâncias açucaradas, o néctar, para atrair esses insetos. As abelhas também coletam o pólen,

e essa coleta nessas flores são aderidas em seus pelos, ou em suas corbículas, e esse pólen desempenha um papel crucial no desenvolvimento das colônias, pois é a principal fonte de proteína para as abelhas. Além da necessidade de coletar néctar para satisfazer suas próprias necessidades energéticas, e/ou as necessidades de sua colônia, no caso particular das abelhas sociais. Portanto, ao garantir o crescimento de suas colônias, as abelhas também são benéficas para a perpetuação das espécies vegetais. Essa relação simbiótica é essencial para a biodiversidade e a produção de alimentos (Souza; Rodrigues; Pinto, 2007).

Além disso, existem as abelhas nativas sem ferrão, que pertencem à tribo Meliponina (Hymenoptera, Apidae). Este grupo abrange um número impressionante de mais de 571 espécies, divididas em 52 gêneros (Discovery Life, 2024).

Nesse contexto, o objetivo principal deste estudo é avaliar o processo de polinização e visitantes florais na cultura da Chia (*Salvia hispanica* L.) utilizando as abelhas *Scaptotrigona* aff. *depilis* (Canudo), *Melipona subnitida* (Jandaira), *Plebeia* aff. *flavocincta* (Jatí) e *Frieseomelitta varia* (Moça Branca).

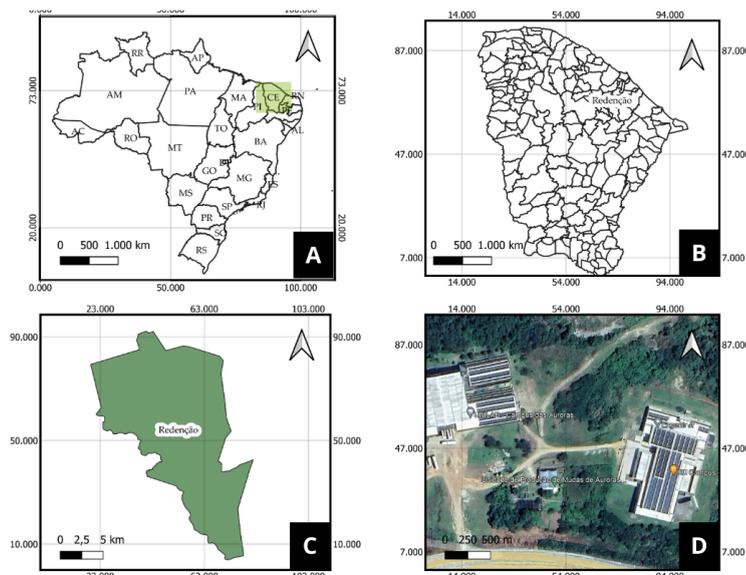
2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Área de Estudo

O presente experimento foi conduzido na Unidade de Produção de Mudas das Auroras (UPMA) no campus das Auroras, da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB) no município de Redenção, Ceará, entre as coordenadas 4°13'33"S e 38°43'50"W (Figura 1). A cidade faz parte da microrregião do Maciço de Baturité e possui uma área total de 247,989 km², acolhendo 27.214 habitantes (IBGE, 2022). Pode-se dizer que a vegetação predominante existente é a Caatinga Arbustiva Densa, com traços de Floresta Subcaducifólia Tropical Pluvial. Possui um clima Tropical Quente Úmido, temperatura média anual em torno de 26 °C a 28 °C. Durante o período chuvoso, que ocorre entre os meses de janeiro e abril, a região registra os mais altos índices pluviométricos do ano, com valores pluviométricos anuais girando em torno de 1.062 mm. Essas chuvas são vitais para a renovação da vegetação e o abastecimento hídrico local. Por outro lado, entre maio e outubro, a região enfrenta o período seco do ano, caracterizado pela diminuição das precipitações. Durante essa fase, os recursos hídricos se tornam escassos, afetando tanto a vegetação quanto as

atividades humanas, como a agricultura e a pecuária. Os solos encontrados nessa região são principais o Planossolo Solódico e o Podzólico Vermelho-Amarelo (IPECE,2017).

Figura 1: Mapa de localização da área de estudo: (A) Mapa do Brasil; (B) Mapa do Ceará com destaque para o município de Redenção; (C) mapa de Redenção; (D) Área Experimental no Campus das Auroras.



Fonte: QGIS, 2024

O plantio foi feito no dia 17 outubro de 2023, e a primeira floração surgiu no dia 19 dezembro de 2023, o cultivo foi feito em uma área total de aproximadamente 22,5 m². Para garantir um solo fértil e adequado para o cultivo, foi realizada uma adubação de fundação utilizando esterco de caprino, aplicado um mês antes do plantio na proporção de 3 kg por linha de plantio. O plantio da *S. hispanica*, utilizando as sementes da Germina - Produtos Naturais, foi efetuado em 10 linhas contínuas, um mês após o plantio, procedeu-se o desbaste das plantas para garantir um espaçamento adequado e permitir o desenvolvimento saudável das mudas.

Para a irrigação, foi utilizado um sistema de micro aspersão, eficaz para pequenas áreas e com uma distribuição uniforme de água. Este sistema de irrigação foi essencial para manter a umidade do solo constante, especialmente em períodos de maior necessidade hídrica das plantas.

2.2 Biologia floral da chia

2.2.1 Antese das flores

Botões florais foram marcados e ensacados com saco de filó no final do dia anterior à abertura floral para acompanhamento do processo de abertura floral, garantindo que as flores não seriam visitadas. As observações iniciaram às 4:00h para monitorar a antese, a partir da abertura das pétalas, e finalizou com a senescência floral.

2.2.2 Receptividade do estigma

Foram selecionadas, aleatoriamente, 10 flores recém abertas e anteriormente ensacadas, que foram cuidadosamente colhidas e transportadas para o laboratório para análise subsequente.

No laboratório, as flores foram preparadas para análise, com os estigmas delicadamente removidos e imersos em uma solução de peróxido de hidrogênio (H_2O_2), e levadas à lupa binocular, observando a formação ou não de bolhas (Figura 2).

A produção de bolhas nos estigmas das flores é um indicador de sua receptividade, de forma que quanto maior produção de bolhas maior a receptividade. Definiu-se uma escala de 0 a 3 (0, 1, 2, e 3), sendo 0 a não formação de bolhas, 1 seria uma pequena formação de bolhas, 2 uma quantidade mediana de formação de bolhas e 3 a formação máxima de bolhas.

Figura 2: Formação de bolhas de oxigênio na superfície estigmática de uma flor de chia (*S. hispânica L.*), indicando a receptividade da estrutura na escala 2.



Fonte: Autoria própria, 2024

Este estudo só foi realizado no primeiro dia de antese, iniciando às 5:00h e se estendendo até as 17:00h. Durante esse período, as coletas de flores foram realizadas em intervalos de duas horas, permitindo uma análise abrangente ao longo do dia para compreender os padrões de receptividade à polinização durante diferentes momentos.

2.2.3 Quantidade de aglomerado de pólen disponível

Esse trabalho foi conduzido simultaneamente aos dias de avaliação da receptividade do estigma, mantendo consistência na metodologia, selecionando as flores e horários de coleta ao longo do experimento. Ou seja, somente foi realizado no primeiro dia de antese floral.

No laboratório as flores foram cuidadosamente preparadas para análise, com os estames delicadamente removidos e dispostos em cima de uma superfície de EVA preto, escolhida por sua capacidade de facilitar a visualização dos aglomerados de grãos de pólen (Figura 3).

Figura 3: Estames da flor da chia (*S. hispânica L.*), antes do teste da quantidade de pólen nas anteras.



Fonte: Autoria própria, 2024

Após a preparação das amostras, as anteras foram observadas sob uma lupa para avaliar a quantidade de aglomerados de pólen presente. Definiu-se uma escala de 0 a 3 (0, 1, 2 e 3), onde 0 seria a ausência de pólen nas anteras, 1 seria uma quantidade pequena de pólen, 2 uma quantidade mediana de pólen e 3 seria uma quantidade grande de pólen. Ao conduzir o estudo de forma simultânea à

receptividade do estigma, foi possível correlacionar os dados obtidos sobre a quantidade do pólen com a receptividade das flores ao processo de polinização. Isso proporcionou uma compreensão mais abrangente dos mecanismos envolvidos na polinização da cultura da chia, contribuindo para um melhor planejamento para as etapas de polinizações controladas.

2.2.4 Requerimentos de polinização

Essa etapa teve o propósito de compreender os requisitos de polinização na cultura da chia e examinar o papel desempenhado pelo vento, insetos e abelhas nesse processo, especialmente para avaliar a dependência de agentes polinizadores na fecundação das flores de chia.

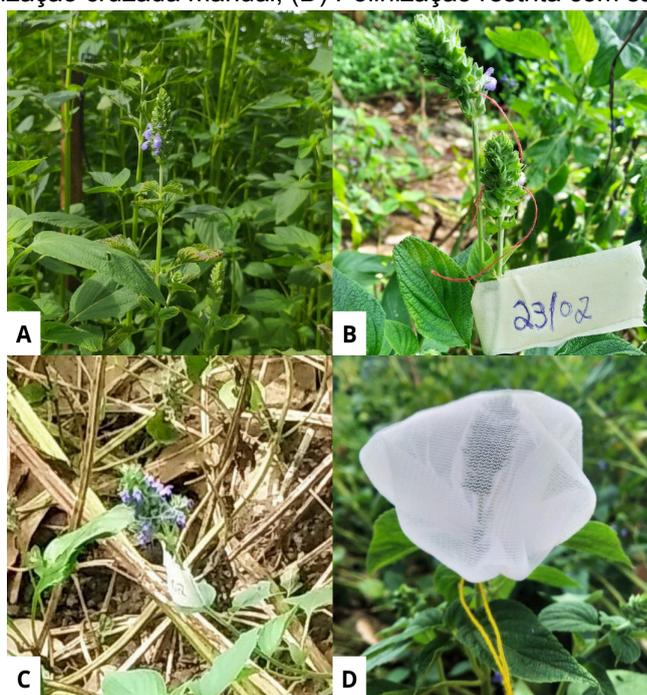
Os tratamentos adotados foram: T1: Polinização livre (Controle); T2: Polinização manual com pólen da própria planta (autopolinização); T3: Polinização manual cruzada com pólen de outras plantas da mesma cultivar; T4: Polinização restrita com saco de filó. A metodologia utilizada para os diferentes tratamentos dos tipos polinização são detalhadas a seguir:

- T1: Polinização livre (Controle) – Este grupo consistiu em 20 inflorescências, escolhidas aleatoriamente. Essas flores foram deixadas abertas à visita livre das abelhas, de outros polinizadores, assim como, a influência natural do vento, água e gravidade na polinização dessas plantas (Figura 4A).
- T2: Autopolinização manual - Um dia antes do teste de polinização, eram retirados todas as flores que já estavam abertas, e eram deixados somente os botões florais programados para abrir no dia seguinte, que foram cuidadosamente ensacados com sacos de filó, protegendo-os contra a visita de possíveis polinizadores bióticos. No dia seguinte, ao desvelar estas flores, cada saco de proteção foi removido, e, em seguida, fez-se o toque das anteras de algumas flores na mesma planta no estigma da flor alvo. A flor recém-polinizada foi devidamente marcada com a fita vermelha (Figura 4B) e ensacada novamente, acompanhando até o final.
- T3: Polinização cruzada manual – Esse método foi aplicado em 20 flores, seguindo a mesma abordagem anterior, com a única diferença na fonte do pólen doador, que, neste caso, foram flores de outras plantas. Além disso, antes da polinização, as flores foram emasculadas para evitar qualquer contaminação com o pólen da própria planta. O procedimento de

emasculação foi feito no momento exato da polinização, utilizando uma pinça. A flor recém-polinizada foi devidamente marcada com a fita roxa (Figura 4C).

- T4: Polinização restrita com saco de filó – 10 Botões florais foram isolados, ensacados com saco de filó e devidamente marcada com uma fita de cor amarela, no dia anterior à sua antese. Esse tratamento recebe a influência natural do vento, água e gravidade. Os sacos permaneciam até o vingamento do fruto ou queda natural da flor, e foram retirados (Figura 4D).
- Todos os tratamentos, exceto a polinização livre, contaram com a proteção das inflorescências, bem como das flores e frutos subsequentes, utilizando sacos de filó de náilon com malha de 1 x 1 mm. As fitas de identificação, coloridas conforme o tipo de tratamento e data, foram observadas ao longo de todo o desenvolvimento dos frutos (Figura 4).

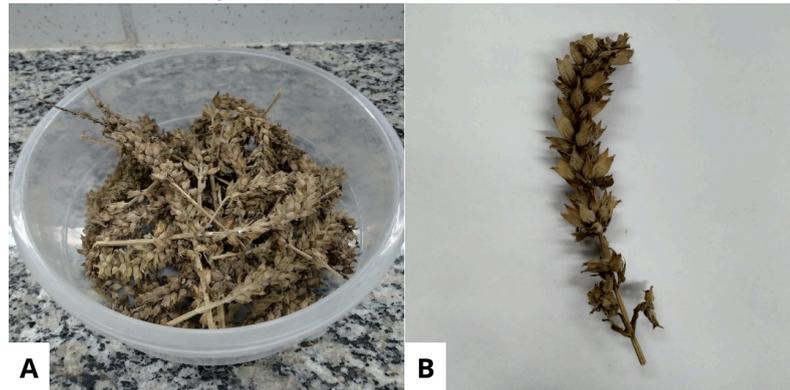
Figura 4: Flores da Chia e diversos tratamentos: (A) Polinização livre; (B) Autopolinização manual; (C) Polinização cruzada manual; (D) Polinização restrita com saco de filó.



Fonte: Autoria própria, 2024

Quando os frutos apresentaram-se no ponto de colheita, ou seja, quando as folhas começaram a amarelar ou ficar na cor marrom, e começaram a cair e as espigas apresentaram mudança na coloração de verde para marrom, foram colhidos cuidadosamente e procedidos às avaliações por tratamento (Figura 5).

Figura 5. Ponto de maturação para coleta das sementes de chia (*Salvia hispanica* L.).



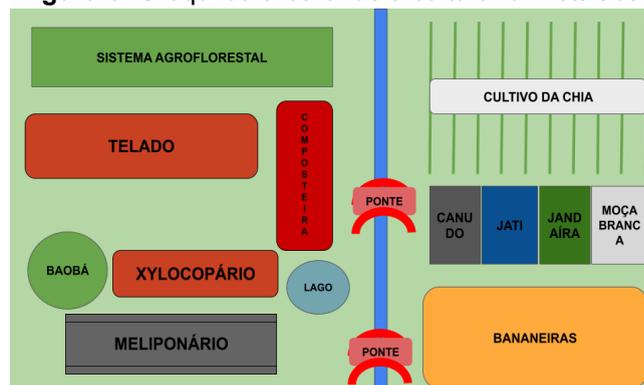
Fonte: Autoria própria, 2024

2.2.5. Atividade dos visitantes florais

A atividade de visitação foi monitorada ao longo do florescimento da cultura. As observações foram realizadas durante 10 minutos em cada intervalo de hora, iniciando às 5:00h e finalizando às 14:00h, pois a partir desse horário já não se observava mais visitas.

Adicionalmente, como forma de avaliar o papel de algumas espécies de abelhas nativas sem ferrão como polinizadoras da chia, introduziu-se uma colônia de cada espécie na borda do cultivo: *Scaptotrigona* aff. *depilis* (Canudo), *Melipona subnitida* (Jandaira), *Plebeia* aff. *flavocincta* (Jati) e *Frieseomelitta varia* (Moça Branca). A cultura foi implementada nas proximidades ao meliponário baobá, que contém além dessas quatro espécies citadas anteriormente, mais 3 espécies sociais que são *Partamona cupira* (cupira), *Frieseomelitta languida* (marmelada negra), *Frieseomelitta doederleini* (Marmelada), assim como 2 abelhas solitárias uma *Euglossini* (abelha das orquídeas) e outra *Centris* (abelha do óleo), além de um xylocopário com ninhos de abelhas *Xylocopa frontalis* e *Xylocopa grisescens* (Figura 6 e 7).

Figura 6: Croqui da área onde a cultura foi instalada.



Fonte: Autoria própria, 2024

Figura 7: Colmeias de abelhas nativas sem ferrão dispostas na borda da cultura, com as entradas viradas para plantas de chia (*Salvia hispanica* L.).



Fonte: Autoria própria, 2024

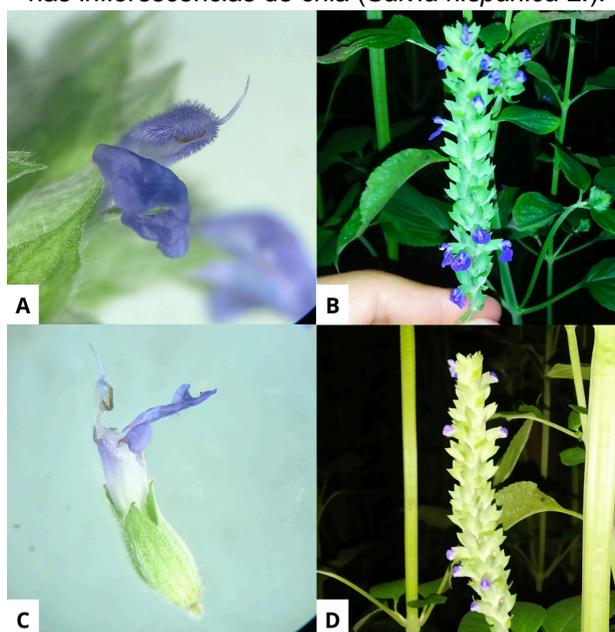
3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1. Biologia Floral

As flores estão dispostas em inflorescências retas verticais, iniciando a abertura da base para o ápice, com uma média de 32 flores/inflorescência e em média 4 flores abertas por dia/inflorescência.

As flores da chia iniciaram o processo de antese às 5:00h, e a partir das 19:00h de cada dia elas murchavam, reabrindo às 5:00h da manhã seguinte (Figura 8).

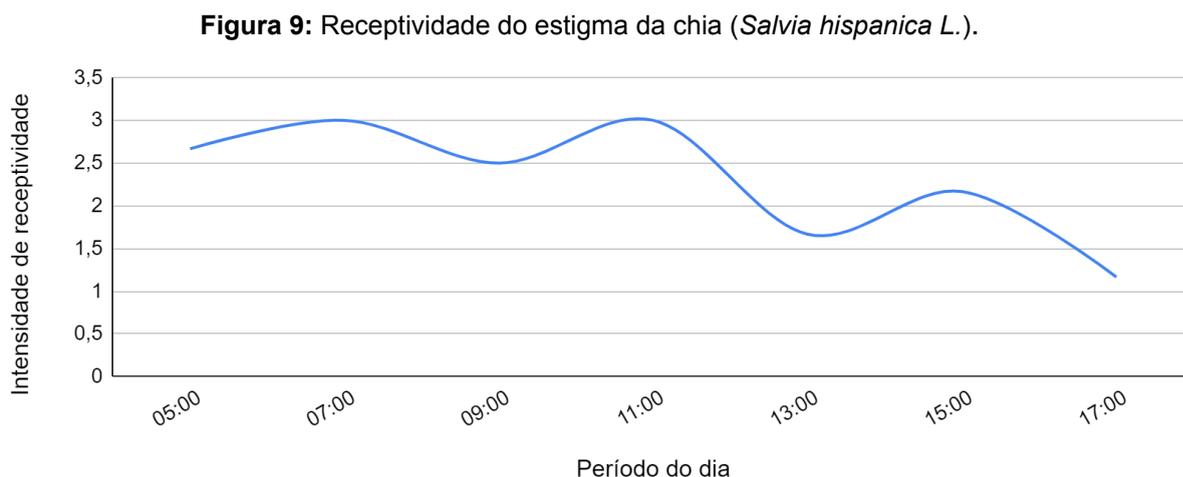
Figura 8: (A e B) Imagem das flores da chia no processo de antese e (C e D) flores murchas nas inflorescências de chia (*Salvia hispanica* L.).



Fonte: Autoria própria, 2024

3.2 Receptividade do estigma

As flores da chia apresentam receptividade estigmática durante todo o primeiro dia de abertura floral, de forma que já no início da abertura (5:00h) a estrutura já estava receptiva e se mantendo em valores máximos até as 11:00h, declinando ao longo da tarde, atingindo os menores valores no final da tarde (17:00h) (Figura 9).

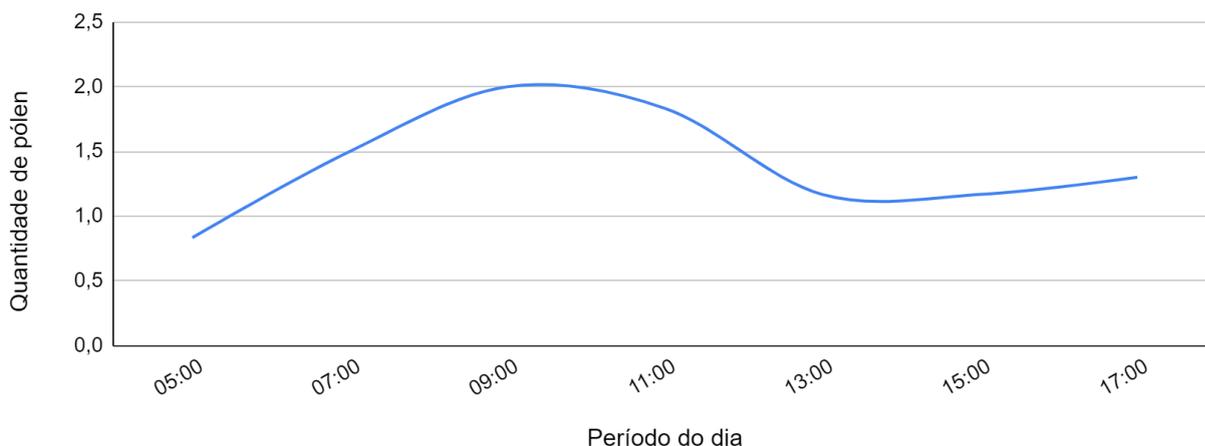


Fonte: Autoria própria, 2024

Não foi realizado teste de receptividade ao longo de toda a vida da flor, podendo o estigma estar receptivo por mais tempo, alterando assim os resultados desse estudo.

3.3 Quantidade de pólen disponível

Logo após a abertura as flores já dispõem de pólen, porém em pequenas quantidades, e vai aumentando até atingir o ápice da liberação do pólen por volta das 09:00. A partir de então diminui e se mantém até o final da tarde. Essa informação é importante para a compreensão das interações entre as flores de chia e seus polinizadores, ajudando na melhoria nas práticas agrícolas direcionada a polinização, podendo assim, aumentar a produtividade da área (Figura 10).

Figura 10: Quantidade de pólen disponível nas anteras das flores de chia (*Salvia hispanica* L.).

Fonte: A autoria própria, 2024

3.4 Requerimento de polinização

O tratamento T1 (polinização livre) apresentou uma média de 1,02 sementes produzidas por flor, com um desvio padrão de aproximadamente 0,94 (Figura 11). Em contraste, os demais tratamentos não conseguiram produzir nenhuma semente.

Quadro 1: Quantidade média de sementes por flor de Chia em cada tratamento

TRATAMENTOS	QUANTIDADE MÉDIA DE SEMENTES POR FLOR (\pm D.P.)
T1: Polinização livre	1,02 \pm 0,94
T2: Polinização manual com pólen da própria planta (autopolinização manual)	0
T3: Polinização manual cruzada com pólen de outra planta da mesma cultivar	0
T4: Polinização restrita com saco de filó (Controle)	0

Fonte: A autoria própria, 2024

Figura 11: Sementes produzidas em flores da chia (*Salvia hispanica* L.) expostas livremente aos visitantes florais.



Fonte: Autoria própria, 2024

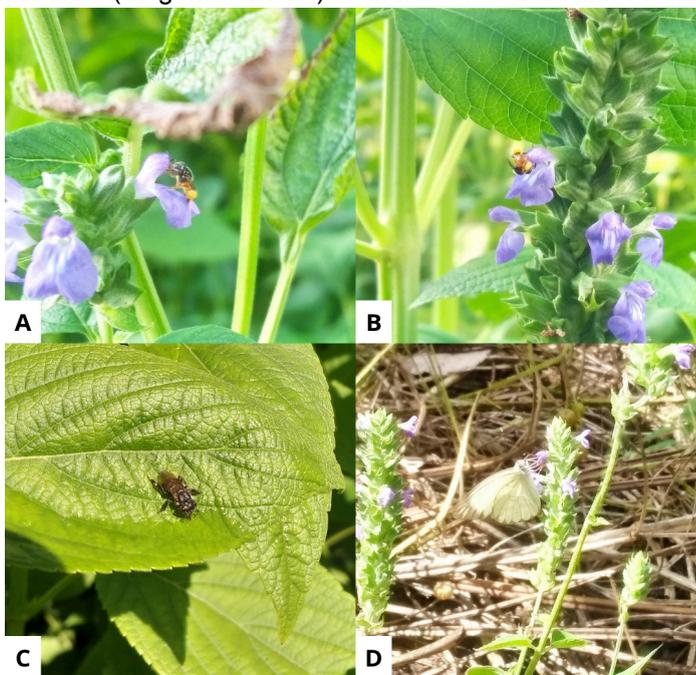
A ausência de produção de sementes nos três tratamentos pode ser atribuída à execução das polinizações dirigidas terem se concentrado apenas no primeiro dia de antese e que a espécie tenha uma maior eficiência na polinização nos outros dias de abertura floral. Isso acontece em outras culturas agrícolas que têm duração floral de mais de dois dias, como é o caso da macieira e o morangueiro (Monteiro *et al.*, 2015; Braga, 2002) técnica de polinização manual, realizada apenas uma vez por flor. É possível que a flor da chia necessite de uma quantidade maior de pólen do que a adicionada no presente tratamento durante a polinização. Essa observação levanta várias questões e aponta para a necessidade de novas pesquisas para responder a essas perguntas e entender melhor os requisitos de polinização da chia.

3.5 Atividade dos visitantes florais

A atividade de forrageio dos visitantes florais e potenciais polinizadores iniciou às 6:00h e se estendeu até as 14:00h (Figura 13 e 14). Foram observadas abelhas e borboletas visitando efetivamente as flores, parecido com o encontrado com Youxin *et al.*, 2023; além das abelhas canudos que também visitavam as folhas em busca de água (Figura 12). Entretanto, as abelhas que visitaram exclusivamente para coleta de pólen, concentrando no período da manhã, de forma que a partir das 13:00h já não se observavam mais abelhas nas flores. Enquanto as borboletas, do gênero *Pieris*, estavam presentes coletando néctar. As espécies presentes em maior abundância e frequência foram: *Plebeia aff. flavocincta* (Jatí) e *Scaptotrigona aff.*

depilis (Canudo). *Frieseomelitta varia* (Moça Branca) somente esteve presente no final da manhã e em baixa abundância.

Figura 12. Visitantes florais da chia (*Salvia hispanica* L) : (A e B) Abelha Jati (*Plebeia* aff. *flavocincta*) coletando pólen; (C) Abelha Canudo (*Scaptotrigona* aff. *depilis*) coletando água na folha; (D) Borboleta (do gênero *Pieris*) coletando néctar na flor da chia.

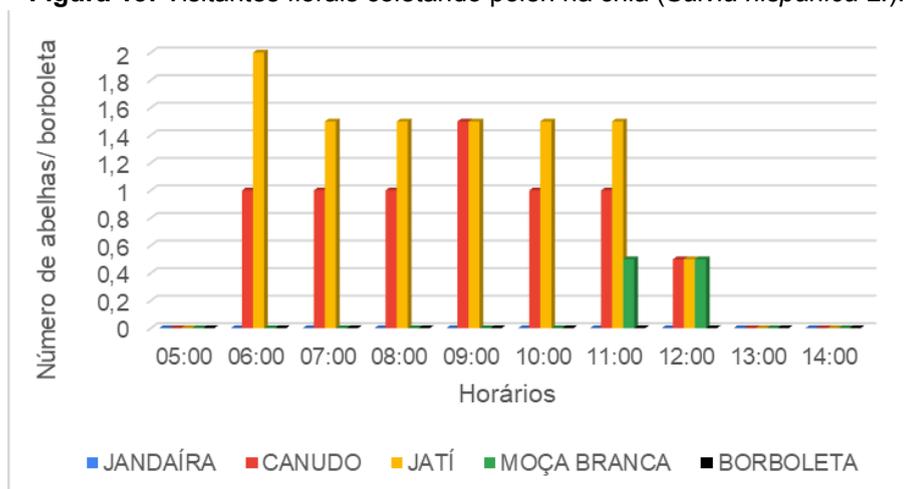


Fonte: Autoria própria, 2024

A sincronização do horário de visitas e o comportamento de coleta, somados à receptividade do estigma e com a liberação de pólen, faz com que essas abelhas sejam consideradas potenciais polinizadoras da chia.

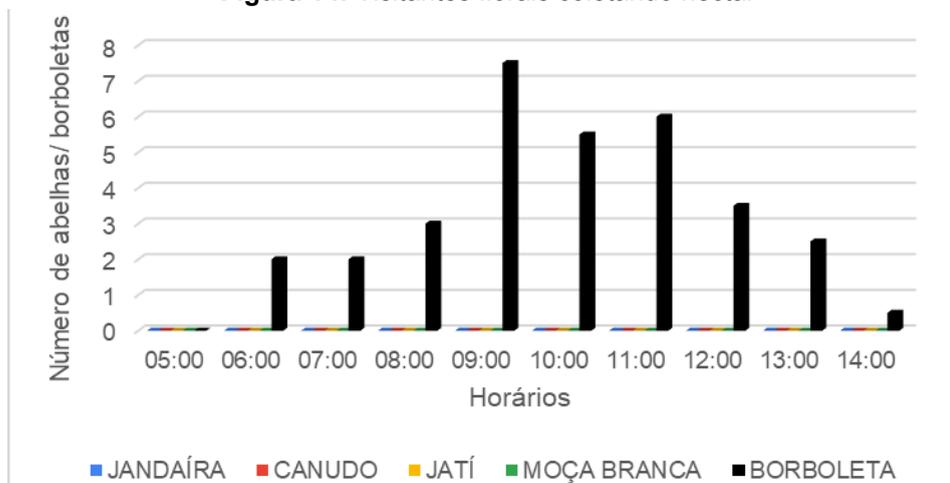
Mesmo tendo sido introduzida na borda da cultura, abelhas de *Melipona subnitida* (Jandaíra) não visitaram as flores da chia. Essas abelhas são mais seletivas quanto a dieta alimentar, podendo terem sido desviadas para outras plantas em florescimento no seu entorno, o mesmo comportamento foi visto por Neto et al. 2017.

Mais estudos precisam ser desenvolvidos no sentido de compreender melhor a eficiência de polinização de cada espécie dessa nas flores da chia. De toda forma, a descoberta dessas espécies de abelhas como potenciais polinizadoras abre uma possibilidade para uso delas em programas de polinização da cultura, até mesmo se for cultivada em casas de vegetação.

Figura 13: Visitantes florais coletando pólen na chia (*Salvia hispanica* L.).

Fonte: Autoria própria, 2024

Em relação aos visitantes florais coletando néctar, apenas as borboletas, do gênero *Pieris*, tiveram êxito. Isso se deve à sua longa probóscide succionadora, que lhes permitiu alcançar o néctar das flores de chia (Figura 14).

Figura 14: Visitantes florais coletando néctar

Fonte: Autoria própria, 2024

4. CONCLUSÕES

Os estudos da biologia e requerimentos de polinização em flores da chia para o primeiro dia de antese indicam a necessidade de agentes para a polinização cruzadas.

As abelhas *Plebeia aff. flavocincta* (Jatí) e *Scaptotrigona aff. depilis* (Canudo). *Frieseomelitta varia* (Moça Branca) introduzidas na cultura da chia apresentaram um comportamento de potenciais polinizadores.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alves-dos-Santos, Isabel et al. Quando um visitante floral é um polinizador?. *Rodriguésia*, v. 67, n. 2, p. 295-307, 2016 Tradução. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2175-7860201667202>. Acesso em: 03 jan. 2024.

Braga, Kátia Sampaio Malagodi. Estudo de agentes polinizadores em cultura de morango (*Fragaria x ananassa* Duch. - Rosaceae). 2002. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/41/41134/tde-27092004-164949/>. Acesso em: 14 jul. 2024.

Busilacchi, Héctor, Bueno, Mirian, Severin, Cecilia, Di Sapio, Osvaldo, Quiroga, Mirta, & Flores, Voykos. (2013). Avaliação de *Salvia hispanica* L. cultivada no sul de Santa Fé (República Argentina). *Culturas Tropicais*, 34 (4), 55-59. Disponível em: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S025859362013000400009&lng=es&tlng=es. Acesso em: 04 out. 2023.

Discovery Life. 2024. Disponível em: https://www.discoverlife.org/mp/20q?guide=Apoidea_species. Acesso em: 14 jul. 2023.

Faegri, K; Van der pijl, L. The principles of pollination ecology. 3. ed. oxford: Pergamon Press, 1979. 244 p. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/7649651/mod_resource/content/1/K.%20Faegri%20and%20L.%20Van%20Der%20Pijl%20%28Auth.%29%20-%20Principles%20of%20Pollination%20Ecology-Elsevier%20%281979%29.pdf. Acesso em: 04 nov. 2023.

Grancieri, M., Martino, H. S. D., & Gonzalez de Mejia, E. (2019). Chia Seed (*Salvia hispanica* L.) as a Source of Proteins and Bioactive Peptides with Health Benefits: A Review. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, 18(2), 480–499. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12423>. Acesso em: 04 nov. 2023.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2022). Panorama Geral da Cidade de Redenção - Ceará. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/redencao/panorama>. Acesso em: 11 abr. 2024.

IPBES (2016). The assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on pollinators, pollination and food production. S.G. Potts, V. L. Imperatriz-Fonseca, and H. T. Ngo (eds). Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, Bonn, Germany. 552 pages. Disponível em: <https://doi.org/10.5281/zenodo.3402856>. Acesso em: 04 nov. 2023.

IPECE. Perfil Municipal 2017 Redenção. Redenção, 2017. 18 p. Disponível em: <https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2018/09/Redencao2017.pdf>. Acesso em: 11 abr. 2024.

Jiménez, F. E. G. Caracterización de compuestos fenólicos presente en la semilla y aceite de chía (*Salvia hispanica* L.), mediante electroforesis capilar. 2010. 101p. Tesis (Mestrado em Ciências em Alimentos), Cidade do México, 2010. Disponível em: https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/9536/Gonz%C3%A1lez%20Jim%C3%A9nez%2C%20Francisco%20Erik_ENCB_Tesis.pdf?sequence=4&isAllowed=y. Acesso em: 18 jan. 2024.

J. P. Cahill, M. C. Provance, Genetics of Qualitative Traits in Domesticated Chia (*Salvia hispanica* L.), *Journal of Heredity*, Volume 93, Issue 1, January 2002, Pages 52–55. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/jhered/93.1.52>. Acesso em: 20 nov. 2023.

Knez Hrnčič M, Ivanovski M, Cör D, Knez Ž. Chia Seeds (*Salvia hispanica* L.): An Overview-Phytochemical Profile, Isolation Methods, and Application. *Molecules*. 2019 Dec 18;25(1):11. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6994964/>. Acesso em: 14 jul. 2024.

Migliavacca, Rafaela & Roque, Tiago & Silva, Tiago & Vasconcelos, Ana Luisa & Corte Baptistella, João. (2014). O CULTIVO DA CHIA NO BRASIL: FUTURO E

PERPECTIVASPERSPECTIVAS. Journal of Agronomic Sciences. n. especial. 161-179. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/281628676_O_CULTIVO_DA_CHIA_NO_BRASIL_FUTURO_E_PERPECTIVAS. Acesso em: 04 dez. 2023.

Miranda, F. Guia Técnica para el Manejo del Cultivo de Chia (Salvia hispánica) en Nicaragua. Sébaco: Central de Cooperativas de Servicios Múltiples Exportación e Importación Del Norte (Cecoopsemein R L .), 2012. 14p. Disponível em : http://cecoopsemein.com/Manual_de_poduccion_de_CHIA_SALVIA_HISPANICA.pdf. Acesso em: 21 set. 2023.

M. Monteiro, Victor & Silva, Cláudia & Pacheco, Alipio & Freitas, Breno. (2015). Floral biology and Implications for Apple Pollination in Semiarid Northeastern Brazil. Journal of Agriculture and Environmental Sciences. 4. 42-50. 10.15640/jaes.v4n1a6. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Breno-Freitas/publication/281294716_Floral_biology_and_Implications_for_Apple_Pollination_in_Semiarid_Northeastern_Brazil/links/55e99f8d08ae65b6389b04cb/Floral-biology-and-Implications-for-Apple-Pollination-in-Semiarid-Northeastern-Brazil.pdf. Acesso em: 14 jul. 2024.

Neto, Manoel Modesto dos Santos; OLIVEIRA, Clecio Dantas de; PEREIRA, Frederico Campos. Atuação da espécie melipona jandaira na polinização das plantas da caatinga. Brasília-Df: Cadernos de Agroecologia. Anais do VI Claa, X Cba e V Semdf, 2017. Disponível em: <https://cadernos.aba-agroecologia.org.br/cadernos/article/download/1867/108/2090>. Acesso em: 22 abr. 2024.

Rosas-mendoza, Marta Elvia et al . Characteristics of Chia (Salvia hispanica L.) Seed Oil Extracted by Ultrasound Assistance. J. Mex. Chem. Soc, Ciudad de México, v. 61, n. 4,p. 326-335, dic. 2017. Disponível em: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-249X2017000400326&lng=es&nrm=iso. Acesso em: 03 jan. 2024.

Souza, Darklê Luiza; Rodrigues, Adriana Evangelista; Pinto, Maria do Socorro de Caldas. As Abelhas Como Agentes Polinizadores (The Bees Agents Pollinizer's).

Málaga, Espanha: Revista Electronica de Veterinaria, 2007. 7 p. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/636/63613302010.pdf>. Acesso em: 03 nov. 2023.

Weber, C. W.; GENTRY, H. S.; KOHLHEPP, E. A.; MCCROHAN, P. R. The nutritional and chemical evaluation of Chia seeds. *Ecology of Food and Nutrition*, New York, v. 26, n. 2, p. 119–125, 1991. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/03670244.1991.9991195>. Acesso em: 08 dez. 2023.

Yang, X.; Dong, M.; Huang, Z. Role of mucilage in the germination of *Artemisia sphaerocephala* (Asteraceae) achenes exposed to osmotic stress and salinity. *Plant physiology and biochemistry : PPB / Société française de physiologie végétale*, Paris, v. 48, n. 2-3, p. 131–135, 2010. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0981942809002472>. Acesso em: 22 jan. 2024.

Youxin Zhang, Yang Gao, Jialin Yu, Xueyang Min, Do-Soon Kim, Changji Jiang, Xuebing Yan, Chuan-Jie Zhang, Agronomic characteristics, insect pollinators, and seedbank persistence of a novel oilseed crop, chia (*Salvia hispanica* L.) in eastern China, *Industrial Crops and Products*, Volume 204, Part B, 2023, 117349, ISSN 0926-6690. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2023.117349>. Acesso em: 13 jul. 2024

Zanatta, Thais Pollon; Della libera, Dauana; Silva, Vanderlei Rodrigues da; Werner, Carla Janaina; Zanatta, Marcela Maria. Análise do crescimento da cultura da chia (*Salvia hispanica*). 3. ed. Rio Grande do Sul (Santa Maria): Revista Cultivando O Saber, 2016. 13 f. 13 v. Disponível em: <https://cultivandosaber.fag.edu.br/index.php/cultivando/article/view/729/651>. Acesso em: 23 out. 2023.