



UNIVERSIDADE DO ESTADO BAHIA
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS HUMANAS - *Campus IX*
CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

ANA PAULA DOS SANTOS LIMA

**ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DOS VISITANTES FLORAIS NA CULTURA DO
FEIJOEIRO (*Phaseolus vulgaris L.*) SOB MANEJO CONVENCIONAL
PRÓXIMO E DISTANTE DA VEGETAÇÃO NATIVA NO MUNICÍPIO DE
RIACHÃO DAS NEVES-BA**

BARREIRAS-BA
2024

ANA PAULA DOS SANTOS LIMA

**ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DOS VISITANTES FLORAIS NA CULTURA DO
FEIJOEIRO (*Phaseolus vulgaris* L.) SOB MANEJO CONVENCIONAL
PRÓXIMO E DISTANTE DA VEGETAÇÃO NATIVA NO MUNICÍPIO DE
RIACHÃO DAS NEVES-BA**

Monografia apresentada à Universidade do Estado da Bahia-UNEB como um dos pré-requisitos para a obtenção do Grau de Licenciatura em Ciências Biológicas.

Orientadora: Profa. Ma. Greice Ayra Franco -Assis

BARREIRAS-BA
2024


ANA PAULA DOS SANTOS LIMA

**ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DOS VISITANTES FLORAIS NA CULTURA DO
FEIJOEIRO (*Phaseolus vulgaris* L.) SOB MANEJO CONVENCIONAL
PRÓXIMO E DISTANTE DA VEGETAÇÃO NATIVA NO MUNICÍPIO DE
RIACHÃO DAS NEVES-BA**


Monografia apresentada à Universidade do Estado da Bahia-UNEB como um dos pré-requisitos para a obtenção do grau de Licenciatura em Ciências Biológicas.

Aprovada em 18/12/2024


BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 GREICE AYRA FRANCO DE ASSIS
Data: 19/01/2025 21:34:08-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Ma. Greice Ayra Franco-Assis
Mestre em Agronomia pela Universidade Federal de Uberlândia-UFU
Docente da Universidade do Estado da Bahia – UNEB – *Campus IX*

Documento assinado digitalmente
 VIVIANY TEIXEIRA DO NASCIMENTO
Data: 18/01/2025 10:13:59-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Viviany Teixeira do Nascimento
Doutorado em Biotecnologia em Recursos Naturais-Rede Nordeste de Biotecnologia
Docente da Universidade do Estado da Bahia – UNEB – *Campus IX*

Documento assinado digitalmente
 FABIO DE OLIVEIRA
Data: 18/01/2025 10:03:38-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Me. Fábio de Oliveira
Mestre em Ciências Ambientais pela Universidade Federal da Bahia-UFBA
Docente da Universidade do Estado da Bahia – UNEB – *Campus IX*

Aos meus familiares, especialmente, meus pais João Santos de Lima e Maria de Lourdes dos Santos Lima. Aos meus irmãos Santana Lima, José Lima, Mauri Lima, Niélia Lima, Tiago Lima e Natália Santos, por terem sido a minha base e incentivo.

AGRADECIMENTOS

Ao meu bom Deus, venho em primeiro lugar agradecer-te pelas inúmeras vezes que o senhor me sustentou e segurou minhas mãos e não me deixou, um minuto sequer, em meio as minhas maiores tempestades.

Aqui estou concluindo mais uma etapa em minha vida, um sonho que não foi nada fácil, cheio de obstáculos e de grandes desafios, desafiei a mim mesma, encarei os meus medos, e me moldei conforme cada dificuldade.

À minha professora e orientadora, Greice Ayra Franco-Assis, pelo apoio, por todo aprendizado, pela paciência e empatia que teve comigo. Obrigada pela realização de um sonho pessoal, pelo incentivo. Grata a Deus pela sua vida, obrigada por tudo de coração.

Ao responsável por inscrever-me no vestibular de surpresa, acreditando em mim, às vezes, mais que eu mesma, confesso! A você, Carmesson Pereira, minha gratidão eterna pelo apoio incondicional.

Às minhas amigas Letícia Castelo, e em especial, a minha irmã do coração, Khatrinne Santos, que sempre estiveram comigo, minha gratidão por vocês é eterna. Obrigada por compartilharem suas lágrimas, sorrisos e as madrugadas de muitos estudos. Que Deus cuide de cada detalhe na vida de vocês.

Agradeço a todos que fizeram parte dessa caminhada, aos meus professores Viviany Teixeira pela ajuda na execução do trabalho, ao professor Adilson Alves pela ajuda nos dados estatísticos do trabalho, aos funcionários da UNEB pelo acolhimento, pelo auxílio e suporte.

Aos meus colegas de sala de aula e por fim, a minha amada UNEB por esses anos de muito aprendizado!

RESUMO

A polinização por visitantes florais possui um forte indicativo no aumento da produtividade agrícola, como é o caso da leguminosa, *Phaseolus vulgaris* L., cultivada em áreas de Cerrado no oeste da Bahia. Apesar disso, o uso de polinizadores na cultura do feijão é pouco explorado. Com isso, o objetivo da pesquisa foi estudar, comparativamente, a riqueza de visitantes florais (polinizadores e não polinizadores) e seus efeitos na reprodução e, conseqüentemente, na produtividade da cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), sob o manejo convencional próximo e distante da vegetação nativa de Cerrado. O experimento foi realizado de agosto de 2022 a julho de 2023 na Fazenda Experimental Olindina Batista, no município de Riachão das Neves-BA, com o cultivo de feijão-comum carioca em duas áreas, uma antropizada (distante da vegetação nativa de Cerrado) e outra próxima a vegetação nativa. Para tal, foi estudado a biologia floral, onde realizou-se a avaliação da antese, receptividade do estigma e viabilidade polínica. Para análise reprodutiva, aplicou-se os tratamentos de Autopolinização Espontânea (AE), Polinização Cruzada Manual (PCM) e Polinização Aberta (PA), além da observação e captura de visitantes florais. Os resultados obtidos para biologia floral de *P. vulgaris*, mostraram que o estigma das flores esteve receptivo durante todo o período de observação (7h às 17h) e o pólen apresentou viabilidade de 70% na área antropizada e 71% na área próxima à vegetação nativa. Quanto a produtividade, esta foi maior nos tratamentos de PCM nas duas áreas. Em relação aos visitantes florais, polinizadores legítimos em ambas as áreas foram em sua maioria de abelhas (Hymenoptera), que é a grande responsável pela polinização do feijoeiro comum.

Palavras chaves: polinização biótica; cultivo agrícola; recurso floral; agroecossistema.

ABSTRACT

Floral visitation pollination has a strong indication of increasing agricultural productivity, as seen in the legume *Phaseolus vulgaris* L., cultivated in Cerrado areas of western Bahia. Despite this, the use of pollinators in bean cultivation remains understudied. This research aimed to comparatively study the richness of floral visitors (pollinators and non-pollinators) and their effects on reproduction and, consequently, productivity of the common bean crop (*Phaseolus vulgaris* L.) under conventional management, both near and far from native Cerrado vegetation. The experiment took place from August 2022 to July 2023 at Fazenda Experimental Olindina Batista, Riachão das Neves-BA, cultivating common carioca beans in two areas: one anthropized (distant from native Cerrado vegetation) and another near native vegetation. To this end, floral biology was studied, evaluating anthesis, stigma receptivity and pollen viability. For reproductive analysis, treatments included Spontaneous Self-Pollination (SSP), Manual Cross-Pollination (MCP) and Open Pollination (OP), along with observation and capture of floral visitors. Results for *P. vulgaris* floral biology showed stigma receptivity throughout the observation period (7am-5pm) and pollen viability of 70% in anthropized areas and 71% near native vegetation. Productivity was higher in MCP treatments in both areas. Regarding floral visitors, legitimate pollinators in both areas were predominantly bees (Hymenoptera), primarily responsible for common bean pollination.

Keywords: biotic pollination; agricultural cultivation; floral resource; agroecosystem.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Cultivo de *Phaseolus vulgaris* (cv. Carioquinha) próximo a vegetação nativa de Cerrado (Área A) e distante da vegetação nativa de Cerrado (pastagem) (Área B) durante período de agosto de 2022 a julho de 2023 na Fazenda Experimental Olindina Batista, Riachão das Neves-BA.....16
- Figura 2** - Tratamentos feitos em *Phaseolus vulgaris* (cv. Carioquinha), Polinização Cruzada manual (A), Polinização Aberta (B) e Autopolinização Espontânea (C), durante período de dezembro de 2022 na Fazenda Experimental Olindina Batista, Riachão das Neves-BA.....17
- Figura 3** - Estigma receptivo de *Phaseolus vulgaris* no período de agosto de 2022 a julho de 2023 na Fazenda Experimental Olindina Batista, Riachão das Neves-BA.....19.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultados comparativos das variáveis entre a área A (próxima a vegetação nativa de Cerrado) e B (pastagem - distante da vegetação nativa de Cerrado) durante período de agosto de 2022 a julho de 2023 na Fazenda Experimental Olindina Batista, Riachão das Neves-BA.....20

Tabela 2 - Resultados da comparação entre as variáveis e os tratamentos de polinização nas áreas A (próxima a vegetação nativa de Cerrado) e B (pastagem - distante da vegetação nativa de Cerrado) durante período de agosto de 2022 a julho de 2023 na Fazenda Experimental Olindina Batista, Riachão das Neves-BA.20

Tabela 3 - Resultado das interações das variáveis na área A (próxima a vegetação nativa de Cerrado) e B (pastagem - distante da vegetação nativa de Cerrado) entre os tipos tratamentos de polinização durante período de agosto de 2022 a julho de 2023 na Fazenda Experimental Olindina Batista, Riachão das Neves-BA.21

Tabela 4 - Visitantes florais de *Phaseolus vulgaris* na área A (próxima à vegetação nativa de Cerrado) e na área B (pastagem - distante da vegetação nativa de Cerrado) no período de agosto de 2022 a julho de 2023 na Fazenda Experimental Olindina Batista, Riachão das Neves-BA..... 22

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1 CARACTERIZAÇÃO DO FEIJOEIRO COMUM (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	12
2.2 VALOR NUTRICIONAL	12
2.3 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA	13
2.4 VISITANTES FLORAIS E POLINIZADORES	14
3.1 ÁREA DE ESTUDO	15
3.2 CARACTERIZAÇÃO FLORAL	16
3.3 PRODUÇÃO DE VAGENS E SEMENTES	17
3.3.1 Análise dos dados	17
3.4 OBSERVAÇÃO DOS VISITANTES FLORAIS	18
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
4.1 CARACTERIZAÇÃO FLORAL	18
4.2 COMPARATIVO DA PRODUTIVIDADE ENTRE AS ÁREAS A E B	19
4.3 VISITANTES FLORAIS	21
5 CONCLUSÃO	24
REFERÊNCIAS	25

1 INTRODUÇÃO

O Cerrado é o bioma presente na região oeste da Bahia e que oferece condições favoráveis à produtividade agrícola, visto a disponibilidade hídrica, a radiação, aos solos planos e facilmente mecanizáveis, temperaturas favoráveis entre outros fatores (Passo *et al.*, 2010). Contudo, ainda enfrenta desafios no que diz respeito ao equilíbrio entre o agroecossistema e a exploração de recursos naturais. Dessa forma, serviços ecossistêmicos como a polinização em meio agrícola ainda são pouco valorizados, apesar da ação dos polinizadores ser considerada um elemento chave na agricultura e na conservação ambiental (Freitas; Silva, 2015).

A polinização é um serviço ecossistêmico valioso de interação ecológica que beneficia tanto as plantas, animais e os seres humanos, principalmente, quanto ao fornecimento de alimentos (Freitas; Silva, 2015; Wolowisk *et al.*, 2019).

Os polinizadores nativos são grandes contribuintes na polinização, pois possuem uma grande diversidade genética local, além da adaptabilidade a região. Com isso, apesar de muitas culturas serem autógamias, o ganho na produtividade de frutos e sementes através dos polinizadores é uma realidade (Freitas; Silva, 2015). Dentre as culturas autogâmicas, que são capazes de se beneficiar do serviço de polinizadores pode se mencionar *Phaseolus vulgaris* L., uma leguminosa amplamente distribuída no mundo todo e que representa uma das principais proteínas na alimentação do brasileiro (Ferreira, 2008).

Por conseguinte, a produção dessa leguminosa no Brasil é gigantesca sendo que somente na primeira safra de 23/2024 houve uma produção de 3,2 milhões de toneladas (Conab, 2024). Além disso, a expectativa para a safra 2024/2025 é de ainda maior produção sendo cerca de 3,3 milhões de toneladas. A grande produção e a expectativa de aumento de produção de feijão no Brasil é resultado do ciclo fenológico curto o que faz com que o país tenha três ciclos de plantio ofertando o produto o ano todo (Conab, 2024). Contudo, apesar da grande produção e todos esses aspectos positivos, o uso de polinizadores na cultura do feijão é pouco explorado.

Deste modo, o objetivo da pesquisa foi estudar, comparativamente, a riqueza de visitantes florais (polinizadores e não polinizadores) e seus efeitos na reprodução e, conseqüentemente, na produtividade da cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), sob o manejo convencional próximo e distante de áreas nativas no município de Riachão das Neves-BA.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CARACTERIZAÇÃO DO FEIJOEIRO COMUM (*Phaseolus vulgaris* L.)

Pertencente à família Fabaceae, o gênero *Phaseolus* tem mais de 55 espécies, e somente cinco são cultivadas, sendo elas *Phaseolus vulgaris* L., *Phaseolus lunatus* L., *Phaseolus coccineus* L., *Phaseolus acutifolius* e *Phaseolus polyanthus*, (Gepts; Debouck, 1991). O feijão-comum, é uma espécie autógama, anual herbácea, trepadeira, com aproximadamente 20 cm de comprimento, com caule glabrescente ou pubescente; possui 3 folíolos, podendo ser de 4-5 acuminados e mais ou menos arredondados, além de pubescentes com raque, pecíolos e estípulas, além de lanceoladas, nervuradas e opostas (Royal Botanic Garden, 2024).

As inflorescências de *P. vulgaris* L., têm de 1 a 3 flores ou flores solitárias, mais curtas que as folhas (Roya Botanic Garden, 2024), são hermafroditas, comumente nas cores branca, creme ou purpúrea (Carbonell; Chiorato; Bezerra, 2021). As flores possuem uma bráctea e duas bractéolas, corola papilionada com uma quilha originada da fusão de duas pétalas inferiores dispostas em inflorescências em racimos axilares (Moreira, 2014). O androceu apresenta anteras com deiscência longitudinal ou rimosa. O gineceu possui ovário súpero, unicarpelar, unilocular, pluriovulados, um estilete terminal e um estigma. Seu ciclo de vida varia entre 65 a 90 dias de acordo com as condições da época de cultivo (Alves, 2016).

Devido a morfologia floral, o feijoeiro, tem como alternativa de reprodução, a autogamia, favorecida pelos mecanismos de cleistogâmia, onde as flores permanecem fechadas mesmo após o amadurecimento dos órgãos reprodutores. Em decorrência disso, a deiscência de pólen e a autopolinização ocorrem quando o botão floral está prestes a se abrir (Borém, 2009).

Apesar da estrutura floral de *P. vulgaris* favorecer a autofecundação, há também a possibilidade de fecundação cruzada natural, sendo variável com o ambiente e com o genótipo (Steinhauser, 2016). A espécie pode ser polinizada por insetos distribuídos por todos os biomas no Brasil, principalmente, as abelhas (Silva, 2006).

2.2 VALOR NUTRICIONAL

Phaseolus vulgaris L., é uma leguminosa que contribui para a segurança alimentar em vários países, com importantes proteínas, vitaminas, carboidratos complexos e fibras de menor custo no repertório alimentar (Domene, 2012).

O que lhe confere ainda um efeito relativamente positivo na prevenção de diversas doenças, devido a esses diferentes constituintes em sua composição que é melhorada através da genética dos grãos, e as suas características nutricionais (Chaves *et al.*, 2024).

Em comparação a outros alimentos o feijão contém maiores proporções de proteínas, essas leguminosas são muito ricas em nutrientes, e são importantes para uma dieta saudável e relevantes para problemas de doenças crônicas de importância global, incluindo obesidade, diabetes, doenças cardíacas e câncer (Curran, 2012).

2.3 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA

O feijoeiro é uma das principais leguminosas cultivadas e consumidas mundialmente e é uma importante fonte de proteína vegetal para a nutrição humana em diversos países (Embrapa, 2021). O feijão-comum teve sua origem nas américas (Marquezi, 2013; Moreira, 2014). Para Amurim (2024) as suas variedades são distribuídas e agrupadas em dois grandes grupos gênicos, Andino e Mesoamericano. A principal característica que distingue os dois grupos, se refere ao tamanho dos grãos e ao tipo de proteína, faseolina presente em cada genótipo.

Segundo Freitas (2006), acredita-se que o feijão-comum tenha sido introduzido no Brasil pelos povos indígenas. Sendo a leguminosa mais consumida pelos povos africanos durante o período da colonização (Moreira, 2014), e que mais tarde foi introduzida em receitas típicas, como por exemplo a feijoada, muito consumida no Brasil (Braga, 2020). Todavia, Gepts e Debouck (1991), partem do pressuposto que o feijão existente no Brasil não se originaria apenas de introduções remotas entre os nativos brasileiros, mas existiria também a possibilidade diferente de que alguns dos feijões populares, de grãos maiores que nos séculos 19 e 20 eram provenientes das plantações dos imigrantes europeus.

Dada a origem de *Phaseolus vulgaris*, atualmente, é uma leguminosa bastante difundida por todo o mundo. As variedades atuais de feijoeiro são resultadas de eventos múltiplos de domesticação induzida principalmente pela ação antrópica por meio da seleção de genótipos com características mais vantajosas (Amurim, 2024).

Levando em consideração o feijão seco, segundo a Food and Agriculture Organization (FAO), (2023), os principais produtores mundiais que incluem o Top 10 de produção de feijão são a Índia, Brasil, Myanmar, Tanzânia, China, Estados Unidos, Uganda, Quênia, Burundi e Argentina. Em relação as importações, apesar de ser a maior produtora a Índia também é a maior importadora do grão importando cerca de 772,747 mil toneladas seguida da China (621,528 mil/t), México (286,411mil/t), Estados Unidos (207,523mil/t), Vietnã (177, 356 mil/t), Paquistão (124,123 mil/t), Itália (139,041 mil/t), Indonésia (119,621mil/t), Japão (107,629 mil/t). Já as exportações, o Mianmar lidera com cerca de 1,334,649 milhões de toneladas, seguido dos Estados Unidos (524,252m/t), Argentina (445,645 m/t), Canadá

(391,626 m/t), Uzbequistão (271,654 m/t), Egito (224,388 m/t) China (181,242m/t), Etiópia (165,077 m/t), Índia (165,077m/t) e Tanzânia (100,927 m/t).

No Brasil, o cultivo do feijoeiro vem contribuindo significativamente para o crescimento da economia, gerando emprego, desenvolvimento e renda. Somente na primeira safra de 23/2024 houve uma produção relevante de 3,2 milhões de toneladas (Conab, 2024). O feijão tem um papel econômico significativo, principalmente, nas regiões Centro-Oeste e Norte do Brasil. Como destacam Silva e Souza (2020), o feijão é um dos principais itens da cesta básica. Além de ser basilar na alimentação, especialmente, nas famílias de classes de menor poder aquisitivo.

O feijoeiro-comum é produzido nas cinco regiões brasileiras em praticamente em todos os seus estados, considerando os três grandes grupos; feijão-comum cores, feijão-comum preto e feijão-caupi, o que favorece uma oferta constante do produto ao longo do ano. (Conab, 2024).

Na Bahia, segundo dados do IBGE (2024), foram produzidas no ano de 2023 cerca de 1,74. 572 toneladas de feijão. Além disso, o oeste do estado também possui grandes lavouras de feijão as quais estão relacionadas às boas condições climáticas, especialmente no quesito pluviométrico, algo que favoreceu o avanço na implantação das lavouras e condicionou um bom desenvolvimento inicial delas (Ana, 2024; Conab, 2024).

Contudo, a agricultura também impacta a biodiversidade e a saúde dos polinizadores, devido a utilização de maquinários pesados, uso exagerado de insumos agrícolas causando efeitos nocivos sobre os polinizadores (Potts *et al.*, 2010).

2.4 VISITANTES FLORAIS E POLINIZADORES

A relação dos visitantes florais com as plantas é bastante harmoniosa, visto que o Brasil abriga uma grande riqueza de animais que proporciona o serviço ecossistêmico de polinização (Wolowisk *et al.*, 2019). Com isso, os visitantes florais podem ser polinizadores ou pilhadores. Os insetos são os principais polinizadores em todo o planeta, especialmente as abelhas, borboletas, mariposas, besouros, moscas, vespas e formigas (Freitas; Silva, 2015). A ação dos polinizadores é considerada um elemento chave da produção agrícola e da conservação ambiental. A sua ação é fundamental na manutenção da biodiversidade e da composição florística, pois atua na base da cadeia alimentar dos biomas. Sem atuação dos polinizadores muitas plantas não se reproduzem nem produzem sementes, e as populações que delas dependem também declinam (Imperatriz-Fonseca *et al.*, 2012).

No entanto, é importante ressaltar que nem todo visitante floral é um polinizador, pois durante suas buscas por recursos florais muitos deles alcançam seu alimento sem polinizar as

flores. Isso pode ocorrer por uma série de motivos, desde o tamanho inapropriado do visitante em relação flor, até o seu comportamento ou o horário da visita (Freitas; Silva, 2015).

Além do mais, a interação entre a flor e visitante é estabelecida por meio de atrativos, que satisfazem as necessidades como alimentação, reprodução e construção de ninho (Rech *et al.*, 2014). Desse modo, pólen, néctar, óleo, água, entre outros recursos, servem como a base principal na alimentação desses agentes (Freitas; Silva, 2015).

A polinização é um serviço ecossistêmico essencial para a reprodução e manutenção da diversidade de espécies de plantas, além de fornecer alimentos para o animal humano e não humano (Freitas; Silva, 2015). Desta forma, é considerada um serviço regulatório de provisão, sendo uma interação ecológica que traz consigo muitos benefícios, que incluem desde a manutenção e a variabilidade de plantas nativas que sustentam a biodiversidade e as funções ecossistêmicas, que garantem o fornecimento diversificado de frutos, sementes, mel, entre outros (IPBES, 2019).

Para mais, existem culturas que são altamente dependentes dos polinizadores para produção, como a maçã, melão, melancia, canola, maracujá, caju, acerola, tomate, dentre outras. Por outro lado, as que não apresentam essa dependência, as plantas autopolinizadoras, têm se beneficiado da visita dos insetos, aumentando a produção de grãos (soja e feijões) e fibras como o algodão, sisal, agave e linho (Freitas, 2015; Peixoto; Santos, 2017).

Ao menos 75% das plantas, sejam elas cultivadas ou silvestres, são utilizadas na produção alimentícia e dependem da polinização de visitantes florais (IPBES, 2019).

Dentre os principais polinizadores, as abelhas compõem o maior grupo, com cerca de 48% do total de espécies identificadas como visitantes florais de cultivos vinculados à produção de alimentos. Estas espécies se encontram associadas a 132 cultivos, com alto valor econômico, sendo soja (*Glycine max*), café (*Coffea arabica*) e feijão (*Phaseolus spp.*) (Wolowisk *et al.*, 2019).

Wolowisk *et al.* (2019) em seus estudos, afirmam que espécies vegetais, incluindo a maior parte das plantas cultivadas, não apresenta autopolinização e tampouco é passível de frutificação na ausência de polinizadores, e que o compartilhamento de pólen entre diferentes indivíduos de plantas, pode melhorar a qualidade dos frutos e sementes produzidos.

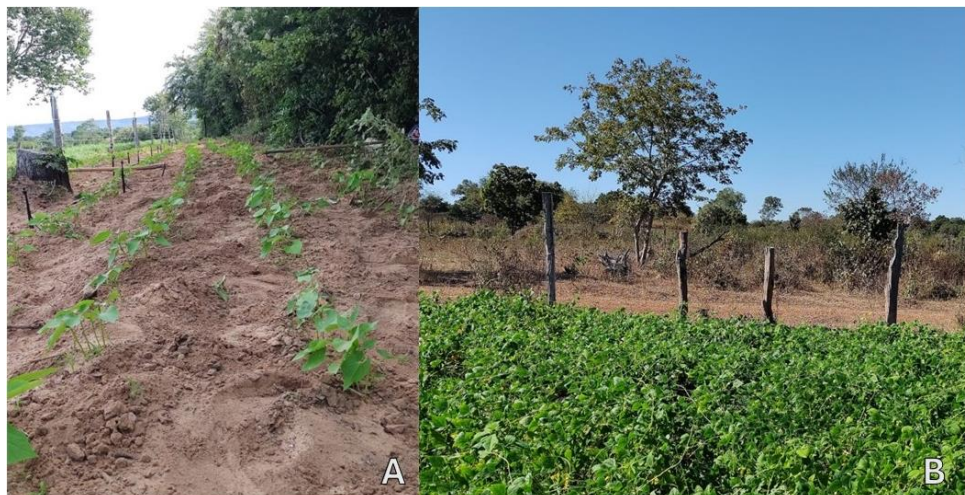
3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDO

O experimento foi realizado em uma área, originalmente, inserida no bioma de Cerrado no município de Riachão das Neves, situado no oeste da Bahia. O município é caracterizado por um inverno seco e verão chuvoso. As temperaturas médias, máximas e mínimas, variam entre 14°C e 34°C. O período chuvoso ocorre entre os meses de novembro a abril e a luminosidade é abundante durante quase todo o ano (Lima *et al.*, 2010). Riachão das Neves compõe a Bacia do Rio São Francisco e está distante da capital Salvador cerca de 912 km (Arruda, 2018).

O projeto foi desenvolvido na Fazenda Experimental Olindina Batista (FEOB) (11°58'45,63" S e 44°57'47,14" O), que teve uma área demarcada de 72 m² dividida em dois quadrantes medindo 6 m x 6 m cada. Nestes quadrantes foram cultivados o feijoeiro-comum (*Phaseolus vulgaris* L. cv. carioquinha) onde, um quadrante estava próximo a vegetação nativa de Cerrado (Área A) (Figura 1A) e o outro distante (Área B) (Figura 1B). O estudo foi conduzido durante o período de agosto de 2022 a julho de 2023.

Figura 1 - Cultivo de *Phaseolus vulgaris* (cv. Carioquinha) próximo a vegetação nativa de Cerrado (Área A) e distante da vegetação nativa de Cerrado (pastagem) (Área B) durante período de agosto de 2022 a julho de 2023 na Fazenda Experimental Olindina Batista, Riachão das Neves-BA.



Fonte: Autor, 2022/2023.

3.2 CARACTERIZAÇÃO FLORAL

Para a caracterização floral de *P. vulgaris*, foram analisados: a receptividade estigmática e a viabilidade polínica. Após a antese, a cada intervalo de hora, num período das 07 às 17h, foram coletadas dez flores; dessas, cinco foram utilizadas para avaliar a viabilidade polínica e cinco para a receptividade.

Para a receptividade do estigma, utilizou-se a metodologia de aplicação de gotas de peróxido de hidrogênio (H₂O₂) a 10% sobre a superfície estigmática das flores, onde há receptividade quando houver formação de bolhas (Zeisler, 1938).

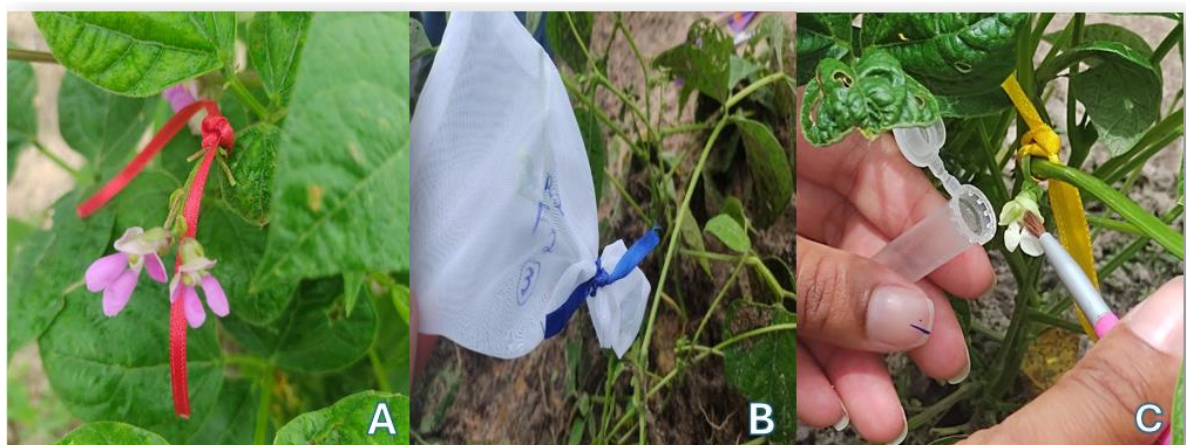
Já para o percentual de viabilidade polínica foram ensacados, aleatoriamente, 10 botões florais em pré-antese em cada área, totalizando 20 botões florais. Utilizando-se o método de Radford *et al.* (1974), as anteras foram retiradas, esmagadas em lâminas de vidro e coradas com carmim acético a 1,2%. Em seguida, foi realizado a contagem de grãos, onde estes foram classificados em viáveis, quando corados, e inviáveis, quando não corados.

3.3 PRODUÇÃO DE VAGENS E SEMENTES

A fim de examinar o efeito dos visitantes florais na produção de vagens e sementes, tratamentos como Autopolinização Espontânea (AE), Polinização Cruzada Manual (PCM) e Polinização Aberta (PA) foram aplicados.

Para cada um desses tratamentos (AE, PA, PCM) foram marcadas, aleatoriamente, entre 20 e 30 flores em cada uma das áreas estudadas. Em todos os tratamentos as flores foram ensacadas, ainda no estágio pré-antese, utilizando sacos em organza de 15 cm x 20 cm. Os experimentos tiveram início após a abertura das flores com pólen disponível e estigma receptivo. Após a montagem dos experimentos as flores foram, novamente, ensacadas.

Figura 2 - Tratamentos feitos em *Phaseolus vulgaris* (cv. Cariquinha), Polinização Cruzada manual (A), Polinização Aberta (B) e Autopolinização Espontânea (C) durante período de dezembro de 2022 na Fazenda Experimental Olindina Batista, Riachão das Neves-BA.



Fonte: Autor, 2022

3.3.1 Análise dos dados

A produtividade de cada tratamento realizado em *P. vulgaris*, foi comparada por meio de análises estatísticas. Desse modo, os dados obtidos foram inseridos no programa Sisvar[®]

versão 5.8 (Build 92) e analisados por meio do Teste de Tukey a 5% de probabilidade, sendo consideradas as variáveis de tamanho das vagens, número de frutos e peso das sementes.

3.4 OBSERVAÇÃO DOS VISITANTES FLORAIS

Para identificar os visitantes florais, em cada área de plantio, foi necessária a observação focal dos indivíduos. Esta inspeção ocorreu em 10 plantas por área e cinco botões por planta, totalizando 20 plantas e 100 botões. As observações aconteceram em um intervalo de 5 minutos em cada planta, perfazendo 50 minutos de observação com um intervalo de 10 minutos para descanso. As observações ocorreram no período da manhã (7h às 12h) e tarde (13h às 17h) alternadamente. A cultura do feijão foi inspecionada durante seis dias, totalizando 30 horas.

Para calcular a frequência dos visitantes, foi feita a razão entre o número de vezes que o visitante frequentou a flor frente ao número total de visitas registradas. Posteriormente, os visitantes foram classificados em 1- polinizadores ou legítimos (quando durante a visita entraram em contato com o estigma e os estames) ou 2- Pilhadores ou ilegítimos (quando acessam o recurso sem entrar em contato com os órgãos reprodutivos) (Alves-dos-Santos *et al.*, 2016). Sempre que possível, os visitantes foram fotografados, coletados com o auxílio de rede entomológica e sacrificados em câmara mortífera contendo acetona comercial (C₃H₆O). Em seguida, foram colocados em frascos plásticos contendo álcool 70% e posteriormente encaminhados para identificação (ao menor nível taxonômico possível) no Laboratório de Zoologia e Entomologia (LaZooEn) da Universidade do Estado da Bahia (UNEB) *Campus IX*. O material testemunho foi depositado no mesmo Laboratório de forma a preservar as informações e tornando-o acessível para futuros estudos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 CARACTERIZAÇÃO FLORAL

As flores de *Phaseolus vulgaris* apresentaram estigma receptivo (Figura 3) durante todo o período observado (7h às 17h) tanto na área cultivada próxima (Área A) quanto distante (Área B) da vegetação nativa de Cerrado. Essa característica floral é positiva, visto que no processo de polinização, a relação entre o pólen e o estigma é determinada pela viabilidade polínica e receptividade do estigma, sendo a primeira o fator crucial para a fertilização (Dafni, 1992; Araújo, 2017).

Figura 3 - Estigma receptivo de *Phaseolus vulgaris* no período de agosto de 2022 a julho de 2023 na Fazenda Experimental Olindina Batista, Riachão das Neves-BA.



Fonte: Autor, 2022/2023

Já a viabilidade polínica, apresentou pólen com viabilidade de 71% na Área A e 70% na Área B. Segundo Ribeiro (2020), uma alta viabilidade de pólen indica maior potencial de fertilização dos gametas masculinos e posterior produção de sementes. Contudo, apesar de o estigma estar receptivo, a viabilidade dos grãos de pólen, ao longo do dia, demonstrou-se baixa quando comparadas aos resultados obtidos por Ribeiro (2020) e Franceschinelli *et al.* (2021), onde *P. vulgaris* e suas variedades apresentaram viabilidade de 90 a 98% em ambos os estudos.

Todavia, a baixa viabilidade polínica, na presente pesquisa, pode ser explicada devido a um estresse provocado por alguns fatores físicos como umidade e temperatura que alteram a viabilidade do pólen (Kelly *et al.*, 2002). Estudos de Prasad; Djanaguiraman (2014), demonstraram que altas temperaturas, nos estágios de desenvolvimento reprodutivo (meiose dos gametas), podem contribuir para diminuição da viabilidade polínica e a fertilidade das flores dias antes da antese, o que prejudica a fecundação e consequente produção de frutos.

4.2 COMPARATIVO DA PRODUTIVIDADE ENTRE AS ÁREAS A E B

Na análise comparativa de produtividade, as variáveis tamanho de vargem, número de frutos e peso das sementes, nas duas áreas estudadas (Tabela 1), a que apresentou maior diferença significativa de 0,98 no número de frutos sendo em maior quantidade na área A (Tabela 1). Quanto as. Este fato, foi observado em estudos de Ribeiro (2020) e de Franceschinelli *et al.* (2021), onde algumas variedades de *P. vulgaris* tiveram maior produção quantitativa e qualitativa quando submetidos aos polinizadores.

Tabela 1 - Resultados comparativos das variáveis entre a área A (próxima a vegetação nativa de Cerrado) e B (pastagem - distante da vegetação nativa de Cerrado) durante período de agosto de 2022 a julho de 2023 na Fazenda Experimental Olindina Batista, Riachão das Neves-BA.

Área	Tamanho das vagens	Nº de frutos	Peso das sementes
Cerrado	16,33 a	6,05 a	6,16 a
Pastagem	14,77 a	4,44 b	5,88 a
DMS	2,52	0,98	1,10

Medidas seguidas de letras iguais minúsculas na coluna e maiúscula na linha, não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de diferença mínima significativa (DMS).

Quanto a diferença média das variáveis (tamanho das vagens, número de frutos e peso das sementes) para cada tipo de tratamento em ambas as áreas (Tabela 2), a variável do número de frutos foi a mais significativa no tratamento de polinização cruzada. Além disso, nos outros tratamentos de Autopolinização e Polinização Aberta o tamanho das vagens e o peso das sementes não tiveram diferenças significativas entre si. Entretanto, essa variação ainda demonstra que a polinização cruzada, seguida da polinização aberta na produção de frutos, no tamanho das vagens e no peso das sementes são maiores que no tratamento de autopolinização.

O feijoeiro é uma planta autógama que possui o mecanismo de cleistogamia associado a quilha. Esse mecanismo facilita a autofecundação, pois a quilha envolve os estigmas e os estames facilitando a fecundação (Bespalkok *et al.*, 2016). Mesmo assim, a autopolinização teve a menor produção de frutos, provavelmente pela ausência de interação dos visitantes florais que possibilitaram a fecundação cruzada, principalmente, na área próxima à vegetação nativa.

Tabela 2 - Resultados da comparação entre as variáveis e os tratamentos de polinização nas áreas A (próxima a vegetação nativa de Cerrado) e B (pastagem - distante da vegetação nativa de Cerrado) durante período de agosto de 2022 a julho de 2023 na Fazenda Experimental Olindina Batista, Riachão das Neves-BA.

Tratamento	Tamanho das vagens	Nº de frutos	Peso
Autopolinização	14,16 b	4,00 b	4,71 b
Aberta	14,41 ab	5,50 a	6,07 ab
Cruzada	18,03 a	6,95 a	7,23 a
DMS	3,72	1,45	

Medidas seguidas de letras iguais minúsculas na coluna e maiúscula na linha, não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de diferença mínima significativa (DMS).

Os resultados das variáveis da área A e B para cada tratamento foram descritos na tabela 3. O tamanho das vagens em ambas as áreas A e B não apresentou diferença significativa entre os três tratamentos de Autopolinização, Polinização Cruzada e Polinização Aberta. O número de frutos na Polinização Aberta na área A teve maior média em relação aos outros tratamentos de Autopolinização e Polinização cruzada. O fato, pode ser corroborado através do estudo de Elisante *et al.*, (2020), que demonstraram efeitos significativos da polinização por animais em

relação a Autopolinização. Em função da movimentação de animais como as abelhas nas flores durante o forrageamento, possibilita o pólen nos estigmas promovendo a fertilização. A variável peso das sementes teve maior média nos tratamentos de Polinização Cruzada. Porém, houve uma diferença significativa no peso das sementes entre as áreas A e B, no tratamento de Polinização Aberta (Tabela 3).

Tabela 3 - Resultado das interações das variáveis na área A (próxima a vegetação nativa de Cerrado) e B (pastagem distante da vegetação nativa de Cerrado) entre os tipos tratamentos de polinização durante período de agosto de 2022 a julho de 2023 na Fazenda Experimental Olindina Batista, Riachão das Neves-BA.

Tamanho das vagens			
	Autopolinização	Cruzada	Aberta
Cerrado	14,16 aA	19,00 aA	13,00 aA
Pastagem	14,16 aA	17,16 aA	15,83 aA
DMS	4,36	4,36	4,36
Número de Frutos			
	Autopolinização	Cruzada	Aberta
Cerrado	4,00 aB	6,83 aA	7,33 aA
Pastagem	4,00 aA	5,66 aA	3,66 bA
DMS	1,70	1,70	1,70
Peso			
	Autopolinização	Cruzada	Aberta
Cerrado	5,19 aA	6,84 aA	6,46 aA
Pastagem	4,23 aB	7,73 aA	5,68 aAB
DMS	1,90	1,90	1,90

Medidas seguidas de letras iguais minúsculas na coluna e maiúscula na linha, não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de diferença mínima significativa (DMS).

A área próxima a vegetação nativa (área A) apresentou um melhor desempenho, principalmente, em produção, visto que segundo Imperatriz-Fonseca (2012) o número de polinizadores em áreas naturais é conseqüentemente maior devido ser o ambiente nativo e este proporcionar recursos, o que atinge diretamente as áreas agrícolas de forma positiva em relação ao fluxo de pólen cruzado.

4.3 VISITANTES FLORAIS

Em relação aos visitantes florais, as visitas começaram no período da manhã e o forrageamento teve início por volta das 8h, estendendo-se ao longo do dia. Na Área A, as visitas

foram mais intensas, com 311 de várias ordens (Tabela 4), desde abelhas, borboletas, besouros e percevejos, semelhantes aos estudos de Elisante *et al.* (2020) e Ribeiro (2020) que também encontraram, em estudos com *P. vulgaris*, a presença marcante de *Apis mellifera* (Linnaeus, 1758), juntamente com exemplares do gênero *Trigona*. Já na Área B, ocorreram 226 visitas das mesmas ordens de insetos (Tabela 4), mas com visitas adicionais de indivíduos da ordem Diptera.

As visitas de polinizadores legítimos (Tabela 4), em ambas as áreas, foram em sua maioria de abelhas (Hymenoptera), que é a grande responsável pela polinização em *P. vulgaris*, (Santana, 2000; Elisante *et al.*, 2020), sendo elas *Apis mellifera* com 37,30% de visitas na Área A e 35,85% na Área B, juntamente com *Centris caxienses* (Ducke, 1907) perfazendo 30,86% das visitas na Área A e 23% de frequência na Área B.

Tabela 4- Visitantes florais de *Phaseolus vulgaris* na área A (próxima à vegetação nativa Cerrado) e na área B (pastagem- distante da vegetação nativa de Cerrado) no período de agosto de 2022 a julho de 2023 na Fazenda Experimental Olindina Batista, Riachão das Neves-BA.

(continua)

Ordem	Espécie	Comportamento	Área A		Área B	
			Total de visitas	%	Total de visitas	%
Hymenoptera	<i>Apis mellifera</i> (Linnaeus, 1758)	Comportamento polinizador, pousava e tentava adentrar a flor insistentemente	116	37,30	81	35,85
Hymenoptera	<i>Centris caxienses</i> (Ducke, 1907)	Comportamento polinizador, pousava e tentava adentrar a flor insistentemente	96	30,86	52	23
Coleoptera	Não identificados	Comportamento pilhador, comia as flores e perfura os botões florais	27	8,69	35	15,48
Hemiptera	Não identificados	Comportamento pilhador comia os botões ainda em pré-antese	2	6,64	5	2,21

Tabela 4- Visitantes florais de *Phaseolus vulgaris* na área A (próxima à vegetação nativa Cerrado) e na área B (pastagem- distante da vegetação nativa de Cerrado) no período de agosto de 2022 a julho de 2023 na Fazenda Experimental Olindina Batista, Riachão das Neves-BA.

(conclusão)

Ordem	Espécie	Comportamento	Área A		Área B	
			Total de visitas	%	Total de visitas	%
Hymenoptera	<i>Tetragona clavipes</i> (Fabricius, 1804)	Comportamento pilhador, comia os botões e danificava as flores	14	4,50	14	1,20
Hymenoptera	<i>Trigona spinipes</i> (Fabricius, 1793)	Comportamento pilhador, comia os botões florais e danificava a flor	46	14,80	21	9,29
Lepidoptera	Não identificados	Comportava-se como ladrões de néctar	10	3,21	17	7,07
Diptera	Não identificados	Comportamento de pilhador, sugador de néctar	----	-----	2	0,90

Fonte: Autor, 2023/2024

Abelhas *Apis mellifera* e *Centris caxienses* podem ter sido as maiores responsáveis pelo aumento de produtividade do feijoeiro. O resultado, se deve ao fato de que abelhas do gênero *Centris* são consideradas polinizadoras de diversas culturas, com destaque para acerola e maracujá (Vilhena; Augusto, 2007; Gaglianone *et al.*, 2010), visto que estas têm o comportamento de vibração das flores para coleta de pólen e néctar (Oliveira, 2019;). Diante do exposto, é visível que o manejo de áreas agrícolas próximo a vegetação nativa, como o Cerrado, é de grande importância produtiva, pois a manutenção desses habitats propicia a conservação e aumento da densidade de visitantes. A biodiversidade determina a qualidade, magnitude e resiliência da polinização das culturas (Vasiliev; Greenwood, 2020). Por outro lado, manejos com a produção apícola próxima a agroecossistemas pode contribuir para a polinização tanto de culturas, como da vegetação natural, dinamizando o processo de polinização e aumento de sementes e frutos (Ribeiro; Oliveira, 2018).

Por conseguinte, as abelhas *Apis mellifera* são generalistas na coleta de pólen além de terem grandes populações com boa comunicação entre si, sendo estas pouco exigentes ao nidificarem (Santana, 2000; Doreto, 2019). Este comportamento contribui para que estas também sejam as mais utilizadas na polinização de cultivos comerciais, já que têm voo rápido e agitado, fazendo uma dispersão de pólen entre as flores mais eficaz (Couto; Couto, 2007) colaborando para uma maior produtividade de frutos.

Já os visitantes pilhadores (Tabela 4), em ambas as áreas, foram *Tetragona clavipes* (Fabricius, 1804), e *Trigona spinipes* (Fabricius, 1793) como também os Lepidopteras, Coleopteras, Hemipteras e Dipteras. *Trigona spinipes* e *Tetragona clavipes* apresentavam o comportamento de comer os botões florais e danificar a corola das flores. A pesquisa de Ribeiro (2020), também em *Phaseolus vulgaris*, descreve o mesmo comportamento pilhador do gênero, contudo para a espécie *Trigona pallens* que acaba por perfurar os cálices das flores., *T. spinipes* é um inseto considerado praga em variadas culturas, visto que atinge diversas partes da planta seja folhas, flores e frutos devido a sua alimentação diversa (Azeredo *et al.*, 2006). Diante disso, é notável que o comportamento desse gênero e especificamente de *T. spinipes* prejudica o processo de polinização em *P. vulgaris*.

Contudo, acredita-se que a quantidade de visitantes florais poderia ter sido maior se o período de visitação destes não tivessem ocorrido em um intenso período chuvoso (novembro/2022 a abril/2023), pois a abundância e distribuição da comunidade de visitantes, neste caso dos insetos pode ser alterada por diversos fatores abióticos como temperatura e umidade (Savopoulou-Soultani *et al.*, 2012). Ainda, abelhas, por exemplo, tem melhor visitação em períodos de altas temperaturas e luminosidade, tendo a capacidade de voo alterada em fatores como baixas temperaturas, vento, umidade relativa do ar e exposição solar (Antonini *et al.*, 2005). Além disso, a chuva pode interferir de forma física tanto nos polinizadores quanto nas flores, prejudicando os recursos florais, havendo diluição do néctar e degradação do pólen, com prejuízos aos polinizadores afetando a autonomia de voo, demandando um gasto energético excessivo dos polinizadores (Lawson; Rands, 2019).

5 CONCLUSÃO

Phaseolus vulgaris é uma planta autógama, que pode se beneficiar com o serviço de polinização. O cultivo de feijão próximo à área nativa de Cerrado apresentou um aumento da produção em número de frutos.

Em relação aos visitantes florais, os gêneros *Centris* e *Apis* são grandes potencializadores dessa produção, principalmente, quando oriundos de áreas nativas. Entretanto, as espécies *Tetragona clavipes* e *Trigona spinipes* são pilhadoras.

Portanto, a pesquisa contribuiu para reforçar o valor dos serviços ecossistêmicos promovidos pelos polinizadores, mostrando a importância de protegê-los e de considerar o manejo de culturas associadas às áreas nativas como o Cerrado.

REFERÊNCIAS

AGOSTINI, K. *et al.* Recursos florais. In: RECH. A.R. *et al.* (org.). **Biologia da Polinização**. 1. ed. Rio de Janeiro: Projeto Cultural, 2014. cap. 6, p. 129-150.

ALVES-dos-SANTOS, I. *et al.* Quando um visitante floral é um polinizador? **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 67, n. 2, p. 295-307, abri. 2016.

ANA, Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (Brasil). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil**. 2024: informe anual / Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico.- Brasília, p.8, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/centrais-de-conteudos/publicacoes/conjuntura-dos-recursos-hidricos>. Acesso em: 15 out.2024.

AMURIM, A. P. V. **Cienciometria dos estudos genéticos em feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.)**. 2024. 66 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha, 2024.

ANDERSON, J. W. *et al.* Health benefits of dietary fiber. **Nutrition Reviews**, Oxford, v. 67, n. 4, p. 188-205, abr. 2009.

ARAÚJO, D.C.B. **Viabilidade e conservação de grãos de pólen e polinização artificial de espécies frutíferas nas condições de Roraima**. 2017, 62f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Roraima, Roraima, 2017.

ANTONINI, Y. *et al.* Diversidade e Comportamento dos Insetos Visitantes Florais de *Stachytarpheta glabra* Cham. (Verbenaceae), em uma Área de Campo Ferruginoso, Ouro Preto, MG. **Neotropical Entomology**, Viçosa, v.34, n.4, p555-564, ago. 2005.

AZEREDO, E. H. de; LIMA, E.; CASSINO, P. C. R. Ocorrência de *Trigona spinipes* (Fabr., 1793) (Hymenoptera: Apidae, Meliponinae) em resposta à fatores meteorológicos e doses de nitrogênio e potássio em duas cultivares de batateira. **Revista Universidade Rural: Série Ciências da Vida, Seropédica**, São José dos Pinhais, v.26, n.1, p.11-23, 2006.

BAIARDI, A. (org.). Potencial de agricultura sustentável na Bahia: possibilidades e sugestões de linhas de pesquisa por ecossistemas. Salvador: **EDUFBA**, 2015. p. 29-40.

BESPALHOK, F.J.C; GUERRA, E.P; OLIVEIRA, R.A. Capítulo 4: **Sistemas Reprodutivos de Plantas Cultivadas**. 2016. p.8 Disponível em: <http://www.bespa.agrarias.ufpr.br/paginas/livro/capitulo%204.pdf> . Acesso em: 19 nov. 2024.

BHAGWAT, S. A. et al. Agroforestry: a refuge for tropical biodiversity? **Trends in Ecology and Evolution**, Reino Unido, v. 23, n. 5, p. 261–267, maio. 2008.

BRAGA, C. S. **Caracterização morfoagronômica, fenológica e viabilidade polínica de genótipos de feijão**. 2020. 91f. Dissertação (Mestrado em genética e melhoramento de planta) – Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias, Universidade do Estado do Mato Grosso do Sul, Mato Grosso do Sul, 2020.

CARBONELL, S. A. M.; CHIORATO, A. F.; BEZERRA, L. M. C. A planta e o grão de feijão e as formas de apresentação aos consumidores. *In*: FERREIRA, C. M.; BARRIGOSI, J. A. F. (ed.). **Arroz e feijão: tradição e segurança alimentar**. Brasília, DF: Embrapa; Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2021. p. 101-116.

CHAVES, R. de Q. *et al.* Arroz com feijão e a promoção da segurança alimentar e nutricional no Brasil. **Contribuciones a Las Ciencias Sociales**, São José dos Pinhais, v. 17, n. 12, , p. 01-18, 2024.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**, Brasília, DF, v. 11, safra 2023/24, n.12, 2024. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 08 out.2024.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos, Brasília, DF, v. 12, safra 2024/25, n.2, 2024. Disponível: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 08 out.2024.

CURRAN, J. The nutritional value and health benefits of pulses in relation to obesity, diabetes, heart disease and cancer. **British Journal of Nutrition**, v. 108, n. S1, p. S1-S2, aug. 2012.

COUTO, R.H.N.; COUTO, L.A. Utilização de polinizadores na conservação e sustentabilidade da agricultura. **Mensagem Doce**, São Paulo, v,90, p. 2-10, 2007.

DOMENE, S. M. A. Leguminosas *In*: JAPUR, C. C.; VIEIRA, M. N. C. M. (coord.). **Dietética aplicada na produção de refeições**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2012. p. 159-164.

DORETO, H. S. **FORAGEAMENTO ESTACIONAL DA *Apis mellifera* L., 1758 (Hymenoptera: Apidae) E IDENTIFICAÇÃO DA FLORADA APÍCOLA DE IMPORTÂNCIA NECTÍFERA E POLINÍFERA EM JABOTICABAL, SÃO PAULO, BRASIL**. 2019, 53f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2019.

ELISANTE, F. *et al.* Insect pollination is important in a smallholder bean farming system. **PeerJ**, v.8, p. 1-22, 2020.

- FERREIRA, A. G. **Caracterização morfológica, citogenética e palinológica de genótipos de feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.) - Fabaceae**. 2008., 60 f. Dissertação (Mestrado em Melhoramento Genético Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2008.
- FETRIDGE, E. D. *et al.* The Bee Fauna of Residential Gardens in a Suburb of New York City (Hymenoptera: Apoidea). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 101, n. 6, p. 1067–1077, 2008.
- Food and Agriculture Organization. FAOSTAT, Rankings 2023. Disponível em: https://www.fao.org/faostat/en/#rankings/commodities_by_country. Acesso: 19 jan.2025.
- FRANCESCHINELLI, E. V. *et al.* Importance of biotic pollination varies across common bean cultivars, **Journal of Applied Entomology**, Hoboken, v. 146, p. 32-43, feb. 2021.
- FREITAS, B. M.; SILVA, C. I. O papel dos polinizadores na produção agrícola no Brasil. Ebook: **Agricultura e Polinizadores**. Organizador: Associação Brasileira de Estudos das Abelhas - A.B.E.L.H.A, p 9-18, São Paulo, 2015.71 p.
- FREITAS, O. F. Evidências genético-arqueológicas sobre a origem do feijão-comum no Brasil. **Pesquisa agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 41, n. 7, p. 1199-1203, jul. 2006.
- GAGLIANONE, M.A *et al.* Importância de Centridini (Apidae) na polinização de plantas de interesse agrícola: o maracujá-doce (*Passiflora alata* Curtis) como estudo de caso na região sudeste do Brasil. **Oecologia Australis**, Rio de Janeiro, v.14, n.1, p.152-164, mar. 2010.
- GEPTS, P. Origin and evolution of common bean: past and present. *In*: SINGH, S. P. (eds.). Common bean improvement in the twenty-first century. **HortScience**, v. 33, n.7, p. 1124-1130, December, 1998. Doi : 10.21273/HORTSCI.33.7.1124.
- GIANNINI, T. C. *et al.* Crop pollinators in Brazil: a review of reported interactions. **Apidologie**, França, v. 46, n. 2, p. 209-223, mar. 2015.
- IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. *et al.* **Polinizadores, Polinização e Produção de alimentos no Brasil**. APACAME - Mensagem Doce, n. 151, maio 2019. Disponível em: <https://apacame.org.br/site/revista/mensagem-doce-n-151-maio-de-2019/artigo-9/>. Acesso em: 11 abr. 2022.
- IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. *et al.* **Polinizadores do Brasil: Contribuições e perspectivas para a Biodiversidade, Uso Sustentável, Conservação e Serviços Ambientais**. Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012, 488 p.
- KELLY, J. K.; RASCH, A.; KALISZ, S. A method to estimate pollen viability from pollen size variation. **American Journal of Botany**, Columbia, v. 89, n. 6, p. 1021-1023, jun. 2002.
- KLEIN, A. M. *et al.* Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, Londres, v. 274, n. 1608, p. 303–313, 2007. <http://doi.org/10.1098/rspb.2006.3721>

- LARSON, B. M. H.; BARRETT, S. C. H. A comparative analysis of pollen limitation in flowering plants. **Biological Journal of the Linnean Society**, Oxford, v.69, n. 4, p. 503-520, 2000.
- LAWSON, D. A.; RANDS, S. A. The effects of rainfall on plant–pollinator interactions. **Arthropod-Plant Interactions**, v. 13, p. 561–569, 2019.
- MARQUEZI, M. **Características físico-químicas e avaliação das Propriedades tecnológicas do feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.)**. 2013. 115p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.
- MOREIRA, S. S. **Aspectos do desenvolvimento em feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) inoculados com *Trichoderma* spp.** 2014. 82f. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Vegetal) – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2014.
- OLIVEIRA, L C. **Oferta de recursos e polimorfismos florais em uma flor de pólen.** 2019. 68 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Instituto de Biologia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019.
- OLLERTON, J.; *et al.* How many flowering plants are pollinated by animals? **Oikos**, Viçosa, v. 120, n. 3, p. 321–326, 2011.
- POTTS, S. G. *et al.* Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 25, n. 6, p. 345-353, 2010.
- PRASAD, P.V.V; DJANAGUIRAMAN, M. Response of floret fertility and individual grain weight of wheat to high temperature stress: sensitive stages and thresholds for temperature and duration. **Functional Plant Biology**, v. 41, p. 1261–1269, 2014,
- RADFORD, A. E. *et al.* **Vascular plant systematics**. New York: Harper & Row, 1974. 891 p.
- RIBEIRO, P. L. M. **A influência dos polinizadores na reprodução de *Phaseolus vulgaris***. 2020, 45 f. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Vegetal) - Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2020.
- ROYAL BOTANIC GARDEN. Plans of the World Online. ***Phaseolus vulgaris* L.** Disponível em: <https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:514191-1/general-information> Acesso em: 14 dez. 2024.
- SANTOS, A. B. *et al.* Sistemas de produção de feijão: uma análise comparativa. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 37, n. 3, p. 661-671, 2013.
- SAVOPOULOU-SOULTANI, M. *et al.* Abiotic Factors and Insect Abundance. **Psyche: A Journal of Entomology**, Cambridge, v. 2012, p.1-2, dec. 2012.
- VASILIEV, D.; GREENWOOD, S. Pollinator biodiversity and crop pollination in temperate ecosystems, implications for national pollinator conservation strategies: Mini review. **Science of the Total Environment**, Amsterdam, v. 744, p. 1-7, nov. 2020.

VINHENA, A.M.G.F; AUGUSTO, S.C. Polinizadores da Aceroleira *Malpighia emarginata* DC (Malpighiaceae) em área de cerrado no triângulo mineiro **Bioscience Journal.**, Uberlândia, v. 23, n.1, p. 14-23, nov. 2007.

WOLOWSKI, *et al.* **Relatório Temático sobre Polinização, Polinizadores e Produção de Alimentos no Brasil.** [Livro Eletrônico]. São Carlos: Editora Cubo, 2019.

WOLOWSKI, M. *et al.* **1º Relatório temático sobre polinização, polinizadores e produção de alimentos no Brasil.** BPBES, 2019. Disponível em: https://www.bpbes.net.br/wp-content/uploads/2019/03/BPBES_CompletoPolinizacao-2.pdf . Acesso em: 23 set/. 2023.

ZEISLER, M. Über die Abgrenzung der eigentlichen Narbenfläche mit Hilfe von Reaktionen. Beiheft. **Botanischer Zentralblatt**, v. 58, p. 308-318,1938.