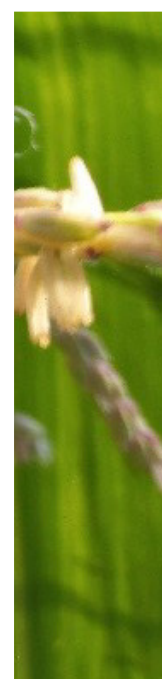
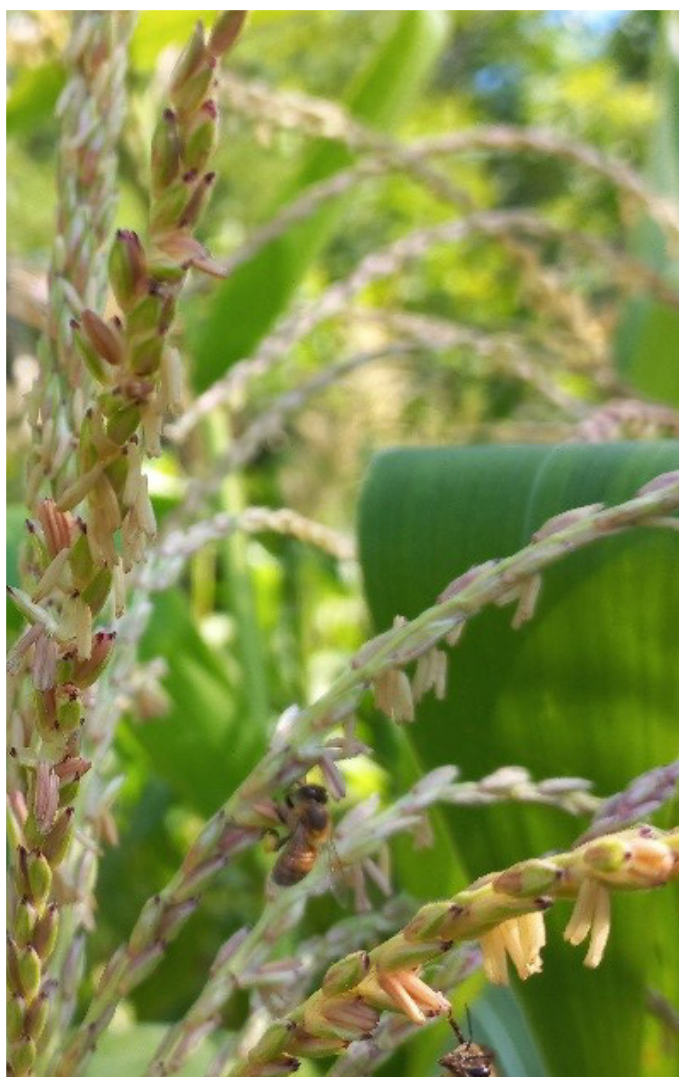




Entomofauna Associada à Floração de Milho: Comparação entre Sistema Agroflorestal e Sistema de Cultivo Tradicional



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Clima Temperado
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
363**

Entomofauna Associada à Floração de Milho: Comparação
entre Sistema Agroflorestal e Sistema de Cultivo Tradicional

*Valeria Pohlmann
Luis Fernando Wolff
Artur Ramos Molina
Eberson Diedrich Eicholz*

Embrapa Clima Temperado
*Pelotas, RS
2022*

Embrapa Clima Temperado
BR-392, km 78, Caixa Postal 403
CEP 96010-971, Pelotas, RS
Fone: (53) 3275-8100
www.embrapa.br/clima-temperado
www.embrapa.br/fale-conosco

Comitê Local de Publicações

Presidente
Luís Antônio Suíta de Castro

Vice-presidente
Walkyria Bueno Scivittaro

Secretária-executiva
Bárbara Chevallier Cosenza

Membros
*Ana Luiza B. Viegas, Fernando Jackson,
Marilaine Schaun Pelufê, Sonia Desimon*

Revisão de texto
Bárbara Chevallier Cosenza

Normalização bibliográfica
Marilaine Schaun Pelufê

Editoração eletrônica
Nathália Santos Fick (46.431.873/0001-50)

Foto da capa
Luís Fernando Wolff

1ª edição
Publicação digital - PDF

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Clima Temperado

E61 Entomofauna associada à floração de milho: comparação
entre um sistema agroflorestal e um sistema de
cultivo tradicional / Valeria Pohlmann... [et al.]. –
Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2022.
19 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento /
Embrapa Clima Temperado, ISSN 1981-5980 ; 363)

1. Polinização. 2. Inseto polinizador. 3. Milho.
4. Floração. 5. Entomofauna. I. Pohlmann, Valeria.
II. Série.

CDD 638.1

Sumário

Resumo	5
Abstract	6
Introdução.....	7
Material e métodos	8
Resultados e discussão.....	10
Conclusões.....	17
Referências	18

Entomofauna Associada à Floração de Milho: Comparação entre Sistema Agroflorestal e Sistema de Cultivo Tradicional

Valeria Pohlmann¹

Luis Fernando Wolff²

Artur Ramos Molina³

Eberson Diedrich Eicholz⁴

Resumo - Foi identificada a entomofauna associada à floração de milho (*Zea mays* L.) cultivado em sistema agroflorestal (SAF) e em sistema de cultivo tradicional, no município de Pelotas, RS. A observação direta dos visitantes florais foi realizada em janeiro de 2022 nos pendões de milho, durante o tempo de 5 min para cada repetição, das 6h às 19h, em delineamento de blocos ao acaso com 3 repetições para cada sistema de cultivo, ambos conduzidos em base ecológica. Durante as observações também foram registradas a temperatura do ar, umidade relativa do ar e radiação solar. Foram observados no total 501 indivíduos, todos da classe Insecta, dos quais 97,2% (487) correspondem à ordem Hymenoptera e 2,8% (14) correspondem à ordem Diptera. Os himenópteros observados estão divididos em 93,0% (466) de abelhas melíferas africanizadas, 2,8% (14) de abelhas sem ferrão e 1,4% (7) de vespas. Do total de organismos observados, 64,9% (325) foram registrados no milho sob sistema agroflorestal e 35,1% (176) no milho sob sistema tradicional, fora do SAF, o que representa um número 84,7% (149) maior de visitantes florais no milho dentro do SAF. O horário de maior visitação para o número total de indivíduos ocorreu das 8h às 9h. Os dados meteorológicos indicam que o SAF apresenta menor oferta de radiação solar média ao longo do dia e menor amplitude de temperatura do ar e de umidade relativa do ar do que no sistema tradicional, gerando um maior conforto térmico às abelhas, resultando na sua maior abundância nesse sistema. Portanto, para culturas dependentes de polinização cruzada por abelhas, seu cultivo sob sistema agroflorestal pode ser recomendável.

Termos para indexação: abelha melífera africanizada, apicultura, abelha sem ferrão, desenvolvimento sustentável, mel

¹ Engenheira-agrônoma, doutoranda do Programa de Pós-graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS

² Engenheiro-agrônomo, doutor em Recursos Naturais e Gestão Sustentável, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS

³ Biólogo, mestrando do Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS

⁴ Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS

Entomofauna Associated to Corn Flowering: Comparison between Agroforestry System and Traditional Cropping System

Abstract - The entomofauna associated to the flowering of corn (*Zea mays* L.) cultivated in an agroforestry system (AS) and in a traditional cropping system, in the municipality of Pelotas, RS, Southern Brazil, was identified. The direct observation of floral visitors was carried out on January 2022 on corn tassels, for 5 minutes for each repetition, from 6 am to 7 pm, in a randomized block design with 3 replications in the agroforestry system and in the traditional cropping system. Both systems were conducted on an ecological basis. During the observations, the air temperature, the relative humidity and the solar radiation were also recorded. A total of 501 individuals were observed, all belonging to Insecta, among which 97.2% (487) correspond to Hymenoptera and 2.8% (14) correspond to Diptera. The observed hymenoptera are divided into 93.0% (466) of Africanized honeybees, 2.8% (14) of stingless bees, and 1.4% (7) of wasps. In total, 64.9% (325) of insects were into the agroforestry system and 35.1% (176) were in the traditional system, which represents a difference of 84.7% (149) of floral visitors in the corn at agroforestry system. The time of greatest visitation for the total visitation occurred from 8 am to 9 am. Meteorological data indicate that the AS offers a lower average of solar radiation throughout the day, and a lower amplitude of air temperature and relative humidity than the traditional system, generating greater thermal comfort for bees, resulting in its greater abundance in this system. Therefore, for crops dependent on cross-pollination by bees, their cultivation under an agroforestry system can be recommendable.

Index terms: Africanized honeybee, beekeeping, stingless bee, sustainable development, honey.

Introdução

Os polinizadores desempenham função crucial para a manutenção dos agroecossistemas, reprodução das plantas e produção agrícola. Apesar dessa importância e do aumento na demanda por polinizadores, com grande interesse pelas abelhas e sua proteção nas últimas décadas, nossa sociedade está indo ao encontro de uma ‘crise de polinização’ (Goulson et al., 2015). Mesmo com o crescimento da consciência sobre a importância das abelhas, praticamos uma agricultura que leva à redução na diversidade das espécies cultivadas, à perda de habitats para os polinizadores e ao aumento no uso de agrotóxicos, o que contribui para diminuições na presença e na vitalidade das abelhas nos agroecossistemas. Nesse contexto, a adoção de técnicas de manejo orgânico dos cultivos e os sistemas agroflorestais podem ter especial relevância para as abelhas e outros polinizadores.

Abelhas se nutrem do néctar, sua principal fonte de energia, convertido em mel para ser armazenado, e do pólen, sua principal fonte de proteínas, lipídios, vitaminas e sais minerais (Brodschneider; Crailsheim, 2010), essenciais para o desenvolvimento das crias e a nutrição dos adultos, além do bom funcionamento das glândulas hipofaríngeas nas operárias e dos ovários nas rainhas. O pólen é crucial para a sobrevivência das colmeias e sua composição varia conforme a espécie vegetal, sua saúde fitossanitária e as condições edafoclimáticas (Malerbo-Souza et al., 2018).

Entre as espécies produtoras de pólen se destaca o milho (*Zea mays* L.), uma planta grande produtora de pólen considerado de bom valor nutritivo, e um dos cereais mais cultivados no Brasil e no mundo. No Brasil a safra 2021/2022 abarcou uma área cultivada de 21.238.900 hectares, crescente em relação aos anos anteriores, com uma produtividade de 5.443 kg/ha e uma produção de 115.602.100 toneladas (Conab, 2022). O pólen do milho, conforme apontam Bujang et al. (2021), apresenta em torno de 44,3% de carboidratos, 17,2% de proteínas, 4,9% de minerais, onde predominam o potássio, seguido por sódio, cálcio e magnésio, com baixo teor de lipídeos, de 0,62%.

Essa condição de grande produção de pólen pelo milho, associada à boa qualidade do mesmo, talvez se explique por ser uma espécie monoica, mas com inflorescências masculinas e femininas separadas no indivíduo, e por sua fecundação ser predominantemente anemófila, ou seja, por meio do vento. Assim, apesar de não produzir néctar e de não depender de polinização por insetos, seus pendões florais masculinos (Figura 1) são muito visitados por abelhas de diferentes espécies, sobressaindo-se as abelhas melíferas africanizadas (Malerbo-Souza; Silva, 2011; Wolff; Eicholz, 2021).



Foto: Valeria Pohlmann

Figura 1. Abelhas melíferas coletando pólen em milho, Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2022.

Vale destacar que as espécies botânicas consideradas de elevado valor apícola costumam ofertar não apenas pólen mas também néctar às abelhas (Wolff et al., 2008; Wolff, 2018a; 2018b). O milho, por outro lado, assim como as demais plantas da família Poaceae, não produz néctar. Seu pólen, apesar do teor relativamente alto de proteínas, não se destaca quando comparado a certas plantas, como as da família Fabaceae, reconhecidas por apresentar alto teor proteico no pólen, como, por exemplo, a flor de cornichão (*Lotus corniculatus*), com 36,9% de protídeos (Santos et al., 2009).

As condições edafoclimáticas, por sua vez, também podem influenciar o desenvolvimento do milho e a visitação pelas abelhas. Nesse sentido, a produção de milho em sistemas agroflorestais (SAF), que apresentam em sua estrutura elementos arbóreos associados a culturas de ciclos curto ou médio, além da eventual integração de animais (Steenbock et al., 2013), pode ser um ambiente atrativo para os polinizadores. Os SAFs, além de proporcionarem a produção de alimentos de forma sustentável, também propiciam a proteção ao meio ambiente e a manutenção da biodiversidade (The World Agroforestry Centre, 2021). Também possibilitam a recuperação de áreas degradadas, melhoram a qualidade do solo (Tsufac et al., 2021) e propiciam habitats complementares para muitas espécies, incluindo aves da floresta (Cabral et al., 2021). Contribuem na mitigação dos efeitos das mudanças climáticas, bem como das suas causas, pela diminuição da emissão de gases de efeito estufa, pela alta captura e estocagem de CO₂ (Torres et al., 2014). Assim, o interior de um SAF pode ser habitat interessante para a criação de abelhas (Carvalho-Zilse et al., 2007; Wolff et al., 2007; Wolff; Mayer, 2011; Wolff, 2018a), propiciando diferentes recursos de forrageamento, nidificação e proteção contra a exposição a pesticidas (Bentrup et al., 2019).

Inserido nesse sistema, o consórcio de criações de abelhas, além de propiciar uma fonte de renda aos agricultores, pode aumentar a produção de frutos e sementes e auxiliar na manutenção da biodiversidade dos ambientes naturais. Não obstante, informações sobre a visitação floral em lavouras de milho manejadas em ambiente agroflorestal são quase inexistentes. Assim, essa pesquisa objetivou avaliar o comportamento de forrageamento de polinizadores no florescimento do milho em sistema agroflorestal, comparando-o com o cultivo sob sistema tradicional, fora da agrofloresta, ambos em manejo orgânico de produção.

Material e métodos

O experimento foi conduzido na Estação Experimental Cascata (31°41'S e 52°21'W) da Embrapa Clima Temperado, em Pelotas, Rio Grande Sul, Brasil. A localidade está inserida no Bioma Pampa, com relevo variando de ondulado a fortemente ondulado. O clima, pela classificação de Köppen, é subtropical úmido a temperado (Cfa) (Köppen; Geiger, 1928).

As avaliações foram realizadas em uma área de SAF implantado em 2013, composto por espécies florestais nativas e frutíferas (timbaúva, canafístula, cedro, açoita-cavalo, guajuvira, ingazeiro, butiazeiro, araçazeiro, goiabeira, laranjeira, bergamoteira, caqui, entre outras), atualmente com nove anos de idade e em pleno desenvolvimento e produção, e em uma área sob sistema tradicional, próxima, porém fora da agrofloresta. As observações foram conduzidas em delineamento de blocos ao acaso em esquema bifatorial, sendo o primeiro fator referente ao sistema de produção, no sistema agroflorestal e no sistema tradicional, e o segundo fator referente às horas do dia. Em ambos os locais foi utilizada a cultivar de milho BRS 015FB, com espaçamento de 0,8 m entre linhas e 0,20 m entre plantas na linha. A lavoura experimental em ambos os tratamentos foi conduzida e manejada em sistema de produção de base ecológica, com adubação orgânica (esterco de peru granulado na dose de 6 t/ha) e sem o uso de agrotóxicos. O tamanho de cada bloco correspondeu a 105 m² (35 m x 3 m).

Durante a plena floração do cultivo, no dia 12 de janeiro de 2022, a fauna polinizadora foi avaliada (Figura 2) por meio da contagem dos organismos no período de antese, seguindo a metodologia descrita por Wolff et al. (2007). Os números e classificações biológicas dos organismos foram registrados, em observações realizadas de hora em hora e durante o decorrer de todo o dia, das 6h às 19h, com duração de 5 min para cada repetição, e um total de três repetições para cada horário, em dia ensolarado e sem vento, no sistema agroflorestal e no sistema tradicional. O nascer do sol ocorreu às 5h 35 min e o pôr do sol ocorreu às 19h 40 min (Date And Time Info, 2022).



Fotos: Luis Fernando Wolff

Figura 2. Contagem de visitantes florais nas inflorescências de milho em sistema agroflorestal (A) e em sistema tradicional, fora da agrofloresta (B), Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2022.

Cada ponto de observação foi composto por uma inflorescência completa, ou seja, pelo conjunto de ramos laterais de um pendão floral, com flores em plena antese (Figura 3). No SAF os pendões apresentaram média de 15 ramos laterais, enquanto que no sistema tradicional apresentaram média de 22 ramos laterais. No momento da contagem foram medidas a temperatura do ar e a umidade relativa do ar, por meio de um termo-higrômetro portátil (Aksto / AK28 New), e a radiação solar, por meio de um piranômetro portátil (Li-Cor, Inc/ LI-185B).



Foto: Valeria Pohlmann

Figura 3. Abelhas melíferas coletando pólen em milho (*Zea mays* L.), Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2022.

O número de visitantes para cada grupo de insetos foi considerado em seu total e em sua média para cada horário, calculando-se as frequências de forrageio entre os grupos de polinizadores observados e a constância (C), obtido pela fórmula: $C = (P \times 100) / N$, em que P é o número de observações contendo a espécie e N é o número total de indivíduos registrados em cada observação realizada (Silveira-Neto et al., 1976). É importante calcular a frequência dos grupos, pois permite inferir sobre qual ou quais grupos predominam na

quele ambiente. Por outro lado, a constância está interligada aos picos de visitação de determinada espécie, onde o valor próximo a 1 se refere a uma menor amplitude da presença desses indivíduos naquele horário em relação a todas observações, podendo estar relacionado ao conforto térmico e disponibilidade de alimento para aquela espécie no ambiente.

Procedeu-se à análise de variância sobre os dados do número de indivíduos observados por grupo de organismos e por horário de observação ao longo do dia. Quando significativos, suas médias foram distinguidas por Tukey a 5% de erro para o sistema de cultivo e por regressão para as horas do dia, bem como sua interação por meio do software R (R Core Team, 2020).

Resultados e discussão

As plantas de milho avaliadas receberam no total a visitação de 501 organismos, todos da classe Insecta, dos quais 97,2% (487) correspondem à ordem Hymenoptera e 2,8% (14) correspondem à ordem Diptera. Os himenópteros observados estão divididos em 93,0% (466) de abelhas melíferas africanizadas (Apidae: Apini: Apina), 2,8%(14) de abelhas sem ferrão (Apidae: Apini: Meliponina) e 1,4% (7) de vespas (Vespidae). Além desses, foi observada a visita de uma mamangava (Apidae: Apini: Bombina), não contabilizada por estar visitando outros pendões não avaliados, às 7h da manhã e apenas no sistema tradicional, fora da agrofloresta. Foi observada também, ao longo do dia e fora do âmbito das flores, portanto não registrados como visitantes florais no estudo, a presença de tesourinhas (Dermaptera) e vaquinhas (Coleoptera: Chrysomelidae). Os dípteros observados nas flores são da família Syrphidae, conhecidos por moscas das flores.

Esses dados corroboram com os encontrados por Malerbo-Souza et al. (2018), que apontaram 88,9% de predominância de abelhas melíferas nas inflorescências de milho, em Ribeirão Preto. Em estudo anterior, Malerbo-Souza e Silva (2011) também haviam observado predominância dessas abelhas na coleta de pólenem flores de milho, registrando, em 2009, 97,1% e, em 2010, 94,7% de abelhas melíferas africanizadas em relação aototal de visitantes florais. No presente trabalho, a predominância de abelha melífera africanizada (Figura 4) foi de 93,0% (466) em relação a todos os insetos observados. Na mesma área, na Estação Experimental Cascata da Embrapa Clima Temperado, em Pelotas, Wolff e Eicholz (2021) observaram uma predominância global de 68,96% para abelhas melíferas africanizadas sobre o total registrado de visitantes florais em milho.



Foto: Valéria Pohlmann

Figura 4. Abelhas melíferas coletando pólen em inflorescências do milho, Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2022.

Quanto à análise estatística, os fatores 'sistema de produção' e 'horas ao longo do dia' não apresentaram interação significativa, sendo os procedimentos estatísticos realizados de forma separada para cada fator. Na Figura 5 é apresentado o número médio de indivíduos de cada grupo de insetos, bem como o total para o sistema agroflorestal e para o sistema tradicional.

Houve maior número de visitantes florais no milho sob sistema agroflorestal do que sob sistema tradicional, ou seja, fora da agrofloresta. Do total de 501 indivíduos observados, 64,9% (325) foram registrados no milho no SAF, o que representa um acréscimo de 84,7% (149) de visitantes florais em relação aos fora do SAF (176). Esse resultado indica que o tamanho das áreas experimentais (105 m²: 35 m x 3 m) foi suficientemente grande para atrair os insetos e garantir uma diferenciação entre os sistemas de produção. Em estudos de ecologia o tamanho da área é importante, principalmente para insetos que tenham grande movimentação, como as abelhas.

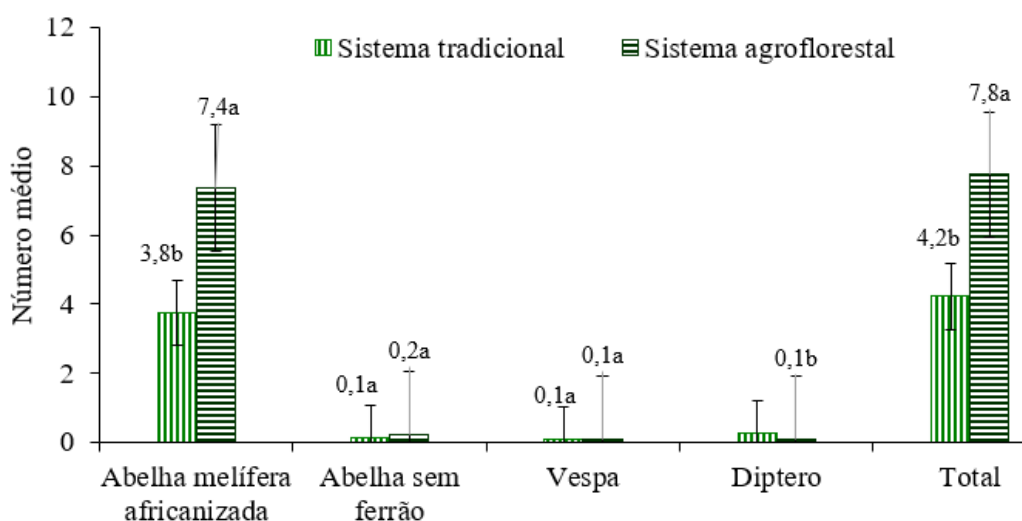


Figura 5. Número médio de visitantes florais registrados no milho sob sistema agroflorestal e tradicional. Letras diferentes, na coluna, diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2022.

Do total de 466 abelhas melíferas africanizadas observadas, 66,3% (309) foram registradas no milho sob sistema agroflorestal, o que representa um acréscimo de 96,8% (152) em relação ao cultivo fora do SAF (157).

Dípteros, por outro lado, foram mais presentes na área de milho sob sistema tradicional, fora da agrofloresta. Do total de 14 sirfídeos observados (Figura 6), apenas 21,4% (3) foram registrados nas inflorescências do milho no SAF, enquanto que 78,6% (11) estavam nas inflorescências do milho fora do SAF. Esse grupo de insetos é considerado importante polinizador em certas culturas de valor econômico, pois podem preencher as lacunas deixadas pelas espécies de himenópteros (Rader et al., 2013; Wolff; Eicholz, 2021), como, por exemplo, em cebola (Wolff, 2018b) e em cacau (Marshall, 2012). No estudo desenvolvido em milho por Wolff e Eicholz (2021), os dípteros mostraram-se presentes nos pendões florais em dois momentos do dia, justamente quando havia menor presença de abelhas. No atual estudo, a maior presença de dípteros observada no sistema tradicional também foi concomitante à menor presença de *A. mellifera*, o que corrobora e dá suporte a essa hipótese de que as moscas são polinizadores complementares às abelhas.



Foto: Luis Fernando Wolff

Figura 6. Mosca das flores observada entre os de visitantes florais nas inflorescências de milho, Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2022.

O número total de visitantes florais no sistema tradicional (176 visitantes das 6 às 19h) se aproxima muito do encontrado por Wolff e Eicholz (2021), no mesmo local de estudo, em Pelotas, mas no ano anterior, de 145 visitantes em flores de milho das 8h às 17h, em sistema tradicional, fora do SAF.

Considerando-se que o número total de visitantes no milho sob sistema agroflorestal (325) foi de quase dois terços (64,9%) do total observado no experimento, na sua larga maioria abelhas melíferas africanizadas, é possível concluir que o cultivo de milho sob sistema agroflorestal representa ganho para a qualidade ambiental, ao menos no que se refere à preferência por abelhas. Pode-se inferir, portanto, que para culturas dependentes de polinização cruzada por abelhas seria recomendável seu plantio e condução sob sistema agroflorestal. Como destacam Varah et al. (2020), os SAFs suportam maior riqueza e abundância de polinizadores, resultando em maior potencial de estabilidade do serviço de polinização.

Ainda no que se refere à análise estatística, os dados da visitação por *A. mellifera* africanizada e o número total de indivíduos por hora foram significativos para regressão cúbica (Figura 7), com um pico de visitação ocorrendo entre 8h e 9h da manhã, alcançando uma média de 14 indivíduos por planta e decaindo até as 15h, quando ocorreu um novo pico de visitação, agora com média de 5 indivíduos por inflorescência, e novamente decrescendo até o final do dia.

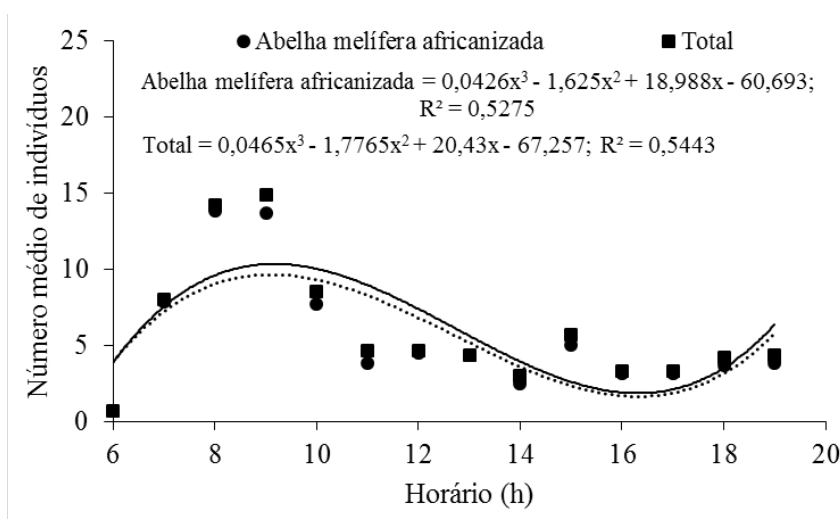


Figura 7. Número médio de indivíduos de abelha melífera africanizada e do total de indivíduos para os sistemas de produção de base ecológica. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2022.

Para o número total de indivíduos, o pico ocorreu às 9h, com média de 14,8 indivíduos por inflorescência. Houve um segundo momento de ligeiro aumento na visitação às 15h, com média de 5,7 indivíduos, porém não caracterizando um segundo pico efetivo. O horário de pico de forrageamento encontrado, no período da manhã, reforça os registrados por Malerbo-Souza e Silva (2011), que apontaram preferência de visitação entre 7h e 11h, em Ribeirão Preto, SP, observados de julho de 2007 a junho de 2008. De igual maneira, Malerbo-Souza et al. (2018), também em Ribeirão Preto, em fevereiro, observaram pico de visitantes entre 7h e 10h da manhã. Conforme apontaram Tietz e Mougá (2019), isso ocorre porque o pico de coleta está relacionado com a maior antese e disponibilidade de pólen nas primeiras horas da manhã, que vai diminuindo constantemente em virtude da procura pelas abelhas, até estar escasso no fim do dia.

Elementos meteorológicos, como a redução na umidade relativa do ar, afetam diretamente a oferta de pólen (Wolff; Eicholz, 2021). Malerbo-Souza et al. (2003) apontam que, em flores de café, há maior concentração de açúcares no pólen às 8h da manhã, reduzindo ao longo do dia até as 16h. Em diferentes espécies de cultivo, o horário da manhã também foi constatado como preferencial, como para butiá (*Butia odorata*) das 11h às 13h (Wolff et al., 2016), cebola (*Allium cepa*) das 6h às 12h (Tchindebe; Fohouo, 2014), café (*Coffea arabica*) e laranjeira (*Citrus sinensis*) até as 10h (Malerbo-Souza et al., 2003a; Malerbo-Souza et al., 2003b), abóbora (*Cucurbita moschata*) das 6h às 9h (Mélo, 2010), gergelim (*Sesamum indicum*) e girassol (*Helianthus annuus*) das 8h às 12h (Gomes et al., 2012) e quiabo (*Abelmoschus esculentus*) das 9h às 10h (Malerbo-Souza et al., 2001). Entretanto, não há padrões de horário de visitação fixos e determinados, muito menos únicos. Isso se explica, ao menos em parte, porque a atividade de forrageamento dos polinizadores está ligada ao conjunto dos fatores ambientais (Silva et al., 2013; Sunita et al., 2015), em função das diferentes estações do ano, da localização regional e dos fluxos de néctar e pólen do cultivo, além da atratividade de outras plantas melíferas e da presença de outras espécies de abelhas. Tais fatores influenciam tanto na intensidade do forrageamento quanto no início e final da visita a determinadas flores.

A amplitude térmica na cultura de milho sob sistema agroflorestal foi ligeiramente menor ($-1\text{ }^{\circ}\text{C}$) do que no sistema tradicional, alcançando as maiores temperaturas ($35\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $37\text{ }^{\circ}\text{C}$, respectivamente) na hora mais quente do dia, às 14h (Figura 8). Em todas as medições, com exceção das 7h, quando o sol incidiu primeiro na agrofloresta, as temperaturas foram mais amenas no SAF do que fora do mesmo, no cultivo tradicional, em especial no período das 11h às 15h.

A umidade relativa do ar, por outro lado não apresentou padrão diferencial entre os sistemas de cultivo (Figura 8), entretanto, sua amplitude também foi menor no SAF, com amplitude de UR de 47%, em comparação ao cultivo tradicional, que apresentou amplitude de UR de 54%.

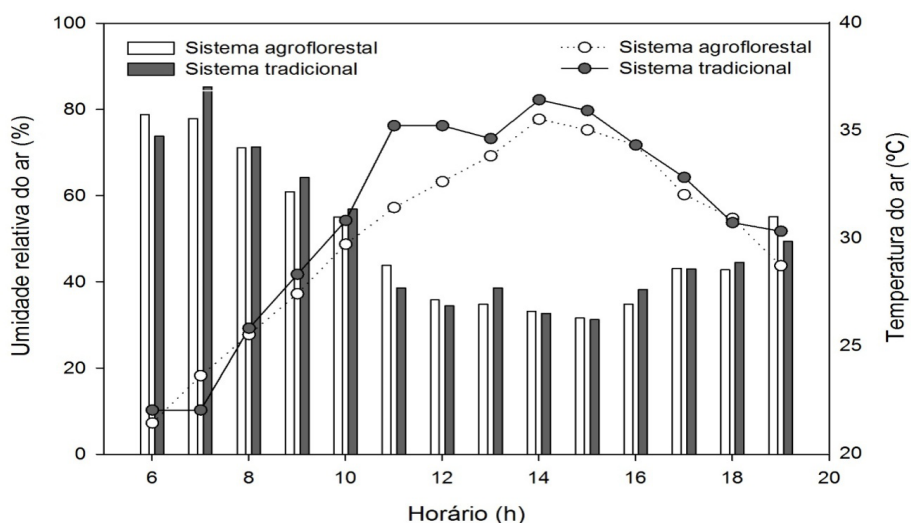


Figura 8. Temperatura do ar e umidade relativa do ar no sistema agroflorestal e área tradicional das 6h às 19h do dia 12 de janeiro. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2022.

Apesar do argumento de que a umidade relativa do ar e a temperatura influenciam o forrageamento pelas abelhas, no presente estudo não houve interrupção na coleta de pólen, mesmo nos momentos de temperatura mais elevados. Entretanto, foi observado um pico de coleta de pólen pelas abelhas melíferas africanizadas das 8h às 9h, quando as temperaturas estavam no máximo em 28 °C e a umidade relativa do ar em torno de 60%. No restante do dia, a temperatura manteve-se superior a 30 °C, atingindo o pico de 35,5 °C às 14h no SAF e de 36,4 °C às 14h no sistema tradicional, ocorrendo em concomitância a redução dos visitantes florais.

Portanto, o forrageamento das abelhas melíferas africanizadas apresentou maior presença quando as temperaturas do ar estavam mais amenas, no horário da manhã, discordando em parte de Wolff et al. (2018) que, avaliando a visitação de insetos nas umbelas das cebolas em novembro de 2017, constataram maior presença das abelhas melíferas africanizadas nas horas mais quentes do dia (13h às 17h) com temperatura média de 19,1 °C às 15h, temperatura inferior ao registrado no atual estudo. Esta questão indica que poderia ser importante realizar mais avaliações, em diferentes dias, comparando-se as distintas condições meteorológicas.

A radiação solar, por sua vez, apresentou um decréscimo abrupto a partir das 16h em virtude do sombreamento das próprias árvores do SAF, o que não ocorreu na área em sistema de cultivo tradicional (Figura 9).

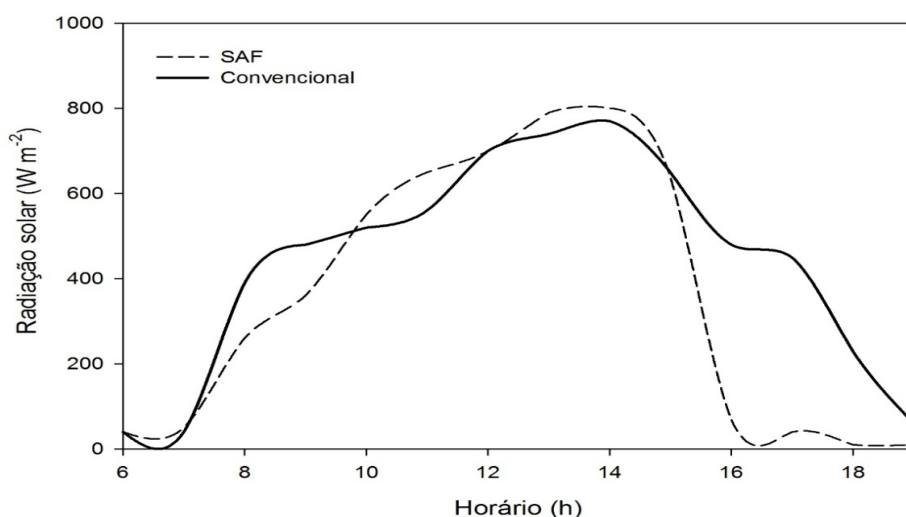


Figura 9. Radiação solar no sistema agroflorestal (SAF) e área tradicional das 6h às 19h do dia 12 de janeiro. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2022.

O registro de radiação solar às 6h foi maior no SAF por ele estar na parte de maior altitude do terreno, um plano inclinado, de forma que recebia certa incidência solar e maior luminosidade do que a área fora do SAF, logo abaixo no terreno. No dia das observações, o nascer do sol ocorreu às 5h35 min e por do sol ocorreu às 19h40 min (Date And Time Info, 2022).

A máxima intensidade de radiação solar registrada foi de 800 W/m² no sistema agroflorestal e 770 W/m² no sistema tradicional, ambos às 14h. Entretanto, apesar dessa máxima ter ocorrido no SAF, a média da intensidade de radiação solar ao longo do dia foi menor no SAF, de 355 W/m² em comparação a 436 W/m² no sistema tradicional. Aqui é importante destacar que limitações na oferta de luz pelo sombreamento das árvores pode ser um fator limitante de crescimento e produção do milho em sistemas agroflorestais, uma vez que o milho é uma planta de metabolismo C₄, que se satura apenas com a quase totalidade de radiação solar disponível (Reynolds et al., 2007). Considerando a média diária de radiação solar, o sistema agroflorestal mostrou redução de 19% na oferta de luz em comparação ao sistema tradicional, fora do SAF. De acordo com Yang et al. (2021), uma redução de 30% na oferta de radiação solar aumenta a lacuna de produtividade de 8,9 t/ha para 5,8 t/ha, dependendo da cultivar de milho.

A maior frequência das visitantes florais em milho durante a manhã observada no sistema tradicional (Figura 10) corrobora com Wolff e Eicholz (2021), associada às menores temperaturas do ar no período matutino. Em contraste, no SAF, a menor amplitude térmica possibilitou o registro de grande presença de *A. mellifera* africanizadas também no período da tarde, com um segundo pico de visitação às 15h. Esses dados refletem na constância das abelhas africanizadas no SAF, que em todos os horários se manteve próxima a 1, ou seja, predominante e de forma homogênea nesse sistema (Figura 11). No milho sob cultivo tradicional, apesar dos valores próximos a 1 na maioria dos horários, a distribuição das visitas florais foi heterogênea.

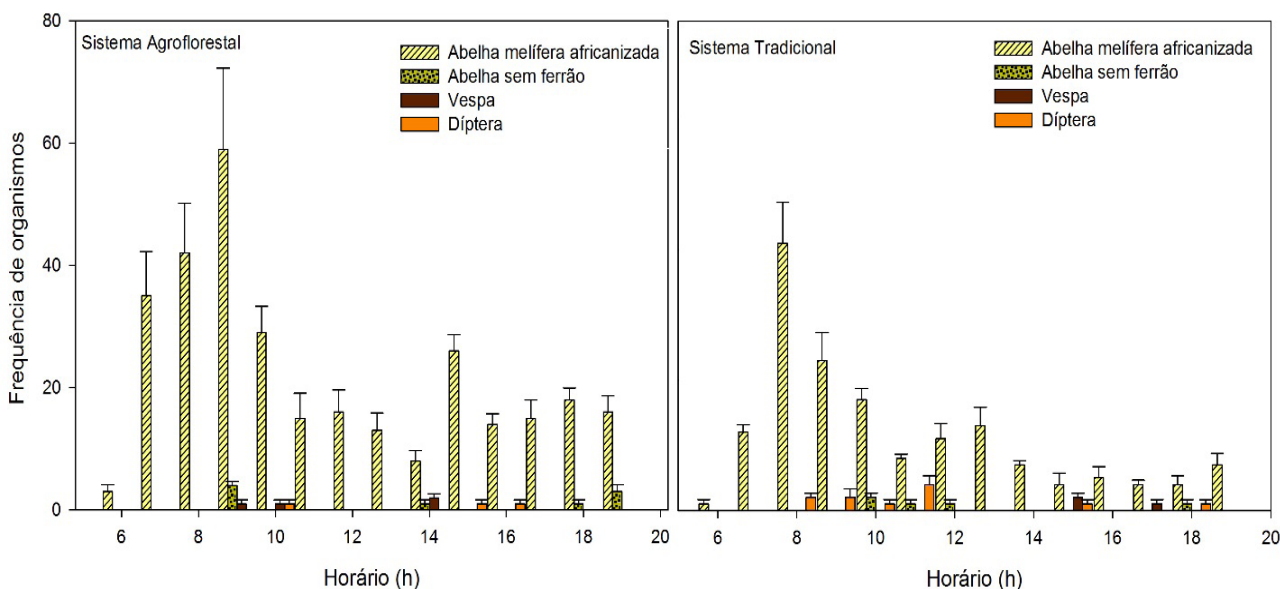


Figura 10. Frequências dos grupos de visitantes florais em milho, considerando-se valores totais das três repetições para cada horário no sistema agroflorestal e no sistema tradicional. Barras referem-se ao intervalo de confiança 5% de erro. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2022.

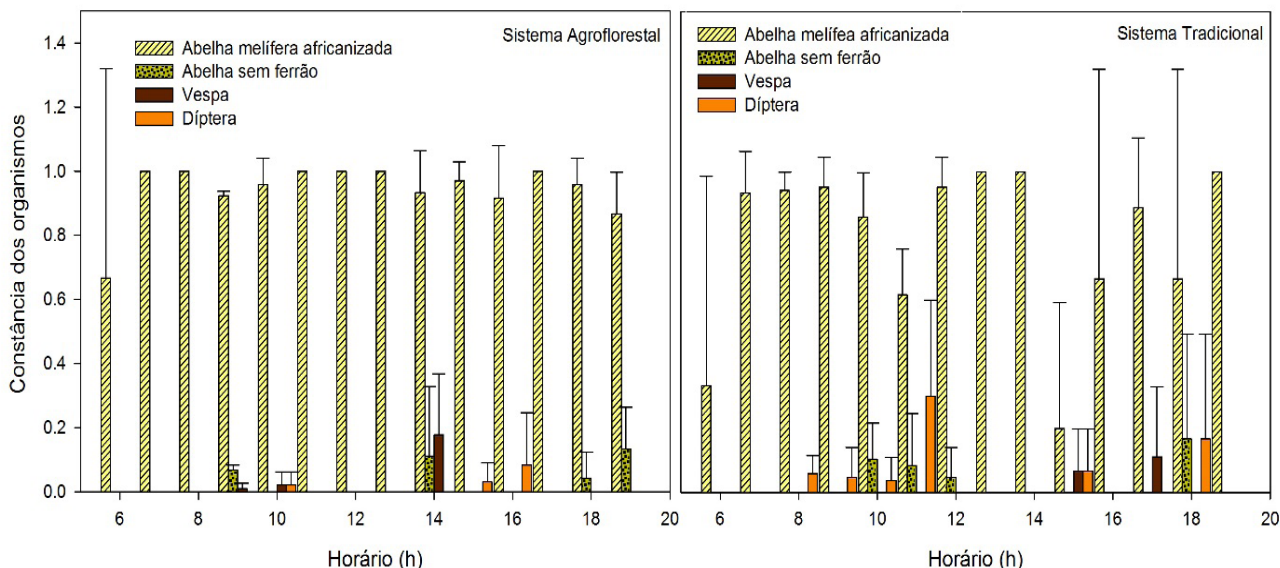


Figura 11. Constância dos grupos de visitantes florais em milho para cada horário no sistema agroflorestal e no sistema tradicional. Barras referem-se ao intervalo de confiança 5% de erro. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2022.

No presente trabalho observou-se a presença de abelhas melíferas africanizadas em todos os horários, das 6h às 19h, indicando a necessidade de maior número de horas de observação, buscando iniciar antes das 6h e encerrar depois das 19h. Nesse último horário ainda foi observada visitação floral de *A. mellifera* no milho sob sistema tradicional, mesmo com a radiação solar praticamente nula. Nas inflorescências do milho sob SAF, por outro lado, às 19h foram observadas também abelhas sem ferrão, além da abelha melífera

africanizada. Este dado corrobora com o registrado por Tietz e Mouga (2019), que observaram no verão, em Santa Catarina, o forrageamento de *Melipona mondury* (Hymenoptera: Apidae) das 5h 09 min até 19h. *Melipona bicolor*, da mesma forma, também foi registrada visitando flores das 4h 55 min às 18h 54 min (Tietz; Mouga, 2021).

As abelhas sem ferrão (Figura 12) apareceram somente às 9h no SAF e às 10h no sistema tradicional. Também Malerbo-Souza et al. (2018) apontaram que abelhas nativas iniciam suas atividades mais tarde em comparação com as abelhas africanizadas. Entretanto, no presente estudo somente 2,8% dos organismos presentes eram abelhas sem ferrão, o que pode ser explicado porque no Bioma Pampa, sob clima subtropical a temperado, a frequência desse grupo de abelhas é muito baixa, tanto em quantidade quanto em diversidade de espécies (Wolff; Gomes, 2015). Entretanto, em florações de outros cultivos e condições ambientais diversas, o predomínio de abelhas sem ferrão é significativo, como em morangueiros produzido em casa de vegetação no Rio Grande do Sul (Witter et al., 2012), em tomate produzido em Goiás (Silva-Neto et al., 2019), em abóbora (Melo, 2010), em ervilhaca (Wegner et al., 2018), em quiabeiro (Malerbo-Souza et al., 2001) e em cebola (Lorenzon et al., 1993).

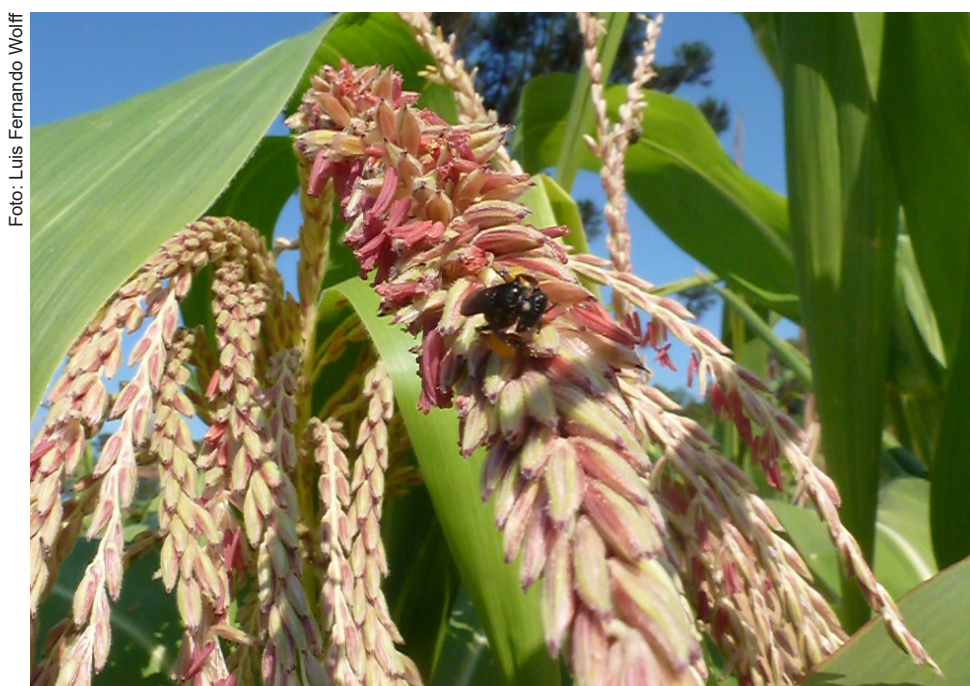


Foto: Luis Fernando Wolff

Figura 12. Abelha sem ferrão observada entre os visitantes florais nas inflorescências de milho, Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2022.

A tímida atividade de meliponíneos, ausentes em muitos horários no presente estudo, sugere que o pólen de milho talvez seja pouco atraente para abelhas sem ferrão, que mobilizam-se para visitar flores de outras plantas nas proximidades. Essa hipótese é reforçada pelo fato de que na Estação Experimental Cascata, onde foi realizado o experimento, frequentemente são observadas abelhas sem ferrão em diferentes floradas.

No presente estudo foi confirmado que abelhas melíferas africanizadas optam por visitar os pendões de milho para coletar seu pólen, mesmo havendo outras espécies floridas nas proximidades, como o canudo de pito (*Escallonia bifida*: Escalloniaceae), um arbusto perene nativo na região sul do Brasil que estava florido e é altamente atrativo às abelhas, além da grande e ampla disponibilidade de matas nativas preservadas no entorno da área do experimento. Este dado corrobora com o registrado por Malerbo-Souza et al. (2018), em que houve presença de abelhas africanizadas na floração do milho mesmo com um pomar e uma área florestal com espécies melíferas no entorno. Esses resultados diferem e confrontam a afirmação de Sabugosa-Madeira et al. (2007), que postulam o não interesse no pólen de milho por parte das abelhas quando há outras opções de coleta.

A coleta por parte das abelhas melíferas africanizadas no milho foi confirmada como sendo de pólen, pois, além de se tratarem de flores exclusivamente masculinas, as abelhas apresentavam suas corbículas repletas com este insumo (Figura 13), reforçando a importância do pólen do milho como fonte proteica aos enxames. Esse dado assevera o argumento de que os grãos de pólen de milho são altamente nutritivos (Bujang et al., 2021) e que são especialmente demandados pelas abelhas melíferas africanizadas (Malerbo-Souza; Silva, 2011; Wolff; Eicholz, 2021).



Foto: Luis Fernando Wolff

Figura 13. Abelha melífera africanizada com corbículas repletas de pólen de milho, Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2022.

Portanto, a integração da apicultura com a produção de milho, preferentemente sob manejo orgânico, fora ou dentro de agroflorestas, contribui ao desenvolvimento dos enxames e ao potencial de produção de mel pelos mesmos, reforçando a renda dos agricultores e a manutenção do agroecossistemas da região.

Nesse sentido, a atração aos polinizadores maior no milho sob sistema agroflorestal do que no milho sob sistema tradicional, fora da agrofloresta, se manifesta como uma positiva estratégia de conservação e estímulo à biodiversidade, auxiliando na produção de mel e no desenvolvimento regional sustentável, ainda mais se o SAF for planejado com essências florestais de valor apícola.

Conclusões

De acordo com as condições em que o experimento foi conduzido, pode-se concluir que:

- No sistema agroflorestal houve maior número total de organismos do que no sistema tradicional, destacando-se as abelhas melíferas africanizadas.
- Na coleta de pólen nas inflorescências estaminadas do milho há o predomínio de Hymenoptera (97,2%), seguido por Diptera (2,8%). Entre os himenópteros, foram observadas abelhas melíferas africanizadas (93,0%), abelhas sem ferrão (2,8%) e vespas (1,4%).
- A presença de dípteros é maior no sistema tradicional de cultivo de milho.
- Em janeiro, o horário de maior visitação nas inflorescências do milho é das 8h às 9h da manhã.

Referências

- BENTRUP, G.; HOPWOOD, J.; ADAMSON, N. L.; VAUGHAN, M. Temperate Agroforestry Systems and Insect Pollinators: a Review. **Forests**, v. 10, n. 11, p. 981, 2019.
- BRODSCHNEIDER, R.; CRAILSHEIM, K. Nutrition and health in honeybees. **Apidologie**, v. 41, n. 3, p. 278-294, 2010.
- BUJANG, J. S.; ZAKARIA, M. H.; RAMAIYA, S. D. Chemical constituents and phytochemical properties of floral maize pollen. **Plos One**, v. 16, n. 2, p. e0247327, 2021.
- CABRAL, J. P.; FARIA, D.; MORANTE-FILHO, J.C. Landscape composition is more important than local vegetation structure for understory birds in cocoa agroforestry systems. **Forest Ecology and Management**, v. 481, p. 118704, 2021.
- CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira grãos: safra 2021/2022, 7º levantamento**. v. 9, n. 7. Brasília, v. 9 – Safra 2021/22, n. 7 - Sétimo levantamento, p. 1-93, abril 2022.
- CARVALHO-ZILSE, G.; PORTO, E. L.; SILVA, C. G. N.; PINTO, M. F. C. Atividades de vôo de operárias de *Melipona seminigra* (Hymenoptera: Apidae) em um sistema agroflorestal da Amazônia. **Bioscience Journal**, v. 23, p. 94-99, 2007.
- DATE AND TIME INFO. 2022. **Nascer e pôr do Sol, duração do dia em Pelotas, Brasil**. Disponível em: <https://dateandtime.info/pt/citysunrisesunset.php?id=3454244&month=1&year=2022>. Acesso em: 29 ago. 2022.
- GOULSON, D.; NICHOLLS, E.; BOTÍAS, C.; ROTHERAY, E.L. Bee declines driven by combined stress from parasites, pesticides and lack of flowers. **Science**, v. 347, n. 6229, 1255957, 2015.
- KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes, 1928.
- LORENZON, M. C. A.; RODRIGUES, A. G.; SOUZA, J. R. G. C. Comportamento polinizador de *Trigona spinipes* (Hymenoptera: Apidae) na florada da cebola (*Allium cepa* L.) Híbrida. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 28, n. 2, p. 217-221, 1993.
- MALERBO-SOUZA, D. T.; NOGUEIRA-COUTO, R. H.; COUTO, L. A.; SOUZA, J. C. Atrativo para as abelhas *Apis mellifera* e polinização em café (*Coffea arabica* L.). **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 40, p. 272-278, 2003a.
- MALERBO-SOUZA, D. T.; NOGUEIRA-COUTO, R. H.; COUTO, L. A. Polinização em cultura de laranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck, var. Pera-Rio). **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 40, n. 4, p. 327-242, 2003b.
- MALERBO-SOUZA, D. T.; SILVA, T. G.; ANDRADE, M. O.; FARIAS, L. R.; MEDEIROS, N. M. G. Factors affecting the foraging behavior of bees in different maize hybrids. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 13, n. 3, e.5551, 2018.
- MALERBO-SOUZA, D. T.; SILVA, F. A. S. Comportamento forrageiro da abelha africanizada *Apis mellifera* L. no decorrer do ano. **Acta Scientiarum Animal Science**, v. 33, n. 2, p. 183-190, 2011.
- MALERBO-SOUZA, D. T.; TOLEDO, V. A. A.; STUCHI, A. C.; TOLEDO, J. O. A. estudo sobre a polinização do quiabeiro, *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench. **Acta Scientiarum**, v. 23, n. 5, p. 1281-1285, 2001.
- MARSHALL, S. A. **Flies: the natural history and diversity of Diptera**. Ontario: Firefly Books Ltd, 2012. 616 p.
- MÉLO, D. B. M. **Polinização da abóbora (*Curcubita moschata* D.) pela abelha arapuá (*Trigona spinipes*): requerimentos de cultura e eficiência do polinizador**. 2010. 82 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Ceará.
- RADER, R.; EDWARDS, W.; WESTCOTT, D. A.; CUNNINGHAM, S. A.; HOWLETT, B. G. Diurnal effectiveness of pollination by bees and flies in agricultural Brassica rapa: implications for ecosystem resilience. **Basic and Applied ecology**, v. 14, n. 1. p. 20-27, 2013.
- R CORE TEAM. **R: uma linguagem e ambiente para computação estatística**. Viena: R Foundation for Statistical Computing, 2020.
- REYNOLDS, P. E.; SIMPSON, J. A.; THEVATHASAN, N. V.; GORDON, A. M. Effects of tree competition on corn and soybean photosynthesis, growth, and yield in a temperate tree-based agroforestry intercropping system in southern Ontario, Canada. **Ecological Engineering**, v. 29, n. 4, p. 362-371, 2007.
- SABUGOSA-MADEIRA, J. B.; ABREU, I.; RIBEIRO, H.; CUNHA, M. B. Transgenic maize pollen and the silent poisoning of the hive. **Journal of Apicultural Research**, v. 46, n. 1, p. 57-58, 2007.
- SANTOS, E.; INVERNIZZI, C.; GARCÍA, E.; CABRERA, C.; LANDRO, D. I.; SAADOUN, A.; DANERS, G. Contenido de proteína cruda del polen de las principales especies botánicas utilizadas por las abejas melíferas en Uruguay. **Agrociencia**, v. 13, n. 2, p. 9-13, 2009.
- SILVA, K.N.; DUTRA, J.C.S.; NUCCI, M.; POLATTO, L.P. Influência dos Fatores Ambientais e da Quantidade de Néctar na Atividade de Forrageio de Abelhas em Flores de *Adenocalymma bracteatum* (Cham.) DC. (Bignoniaceae). **EntomoBrasilis**, v. 6, n. 3, p. 193-201, 2013.
- SILVA-NETO, C. M.; RIBEIRO, A. C. C.; GOMES, F. L.; MELO, A. P. C.; OLIVEIRA, G. M.; FAQUINELLO, P. The stingless bee mandaçaia (*Melipona quadrifasciata Lepeletier*) increases the quality of greenhouse tomatoes. **Journal of Apicultural Research**, v. 58, n. 1, p. 9-15, 2019.
- SILVEIRA-NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D.; VILLA NOVA, N. A. **Manual de ecologia dos insetos**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1976. 419 p.
- STEENBOCK, W.; SILVA, R. O.; FROUFE, L. C. M.; SEOANE, C. E. Agroflorestas e sistemas agroflorestais no espaço e no tempo. In: STEENBOCK, W.; SILVA, L. C.; SILVA, R. O.; RODRIGUES, A. S.; PEREZ-CASSARINO, J.; FONINI, R. (org.). **Agrofloresta, ecologia e sociedade**. Curitiba: Editora Kairós, 2013. p. 39-60.
- SUNITA, D.; GULATI, R.; TEHRI, K.; POONIA, A. The pollination biology of onion (*Allium cepa* L.). **Agricultural Review**, v. 36, n. 1, p. 1-13, 2015.
- TCHINDEBE, G.; FOHOOU, F. N. T. Foraging and pollination activity of *Apis mellifera adansonii* Latreille (Hymenoptera: Apidae) on flowers of *Allium cepa* L. (Liliaceae) at Maroua, Cameroon. **Research paper**, v. 5, n. 2, p. 139-153, 2014.

THE WORLD AGROFORESTRY CENTRE. **What is Agroforestry?** Disponível em: <https://www.worldagroforestry.org/about/agroforestry>. Acesso em: 12 maio 2021.

TIETZ, A. L.; MOUGA, D. M. D. S. Fatores abióticos e atividade externa de *Melipona* (*Michmelia*) *mondury* Smith, 1863 (Hymenoptera, Apidae) em Santa Catarina. **Acta Biológica Catarinense**, v. 6, n. 4, p. 19-147, 2019.

TIETZ, A. L.; MOUGA, D. M. D. S. Fatores abióticos e atividade externa de *Melipona* (*Eomelipona*) *bicolor schencki* Gribodo, 1893 (Hymenoptera, Apidae) em Santa Catarina. **Acta Biológica Catarinense**, v. 8, n. 3, p. 47-71, 2021.

TORRES, C. M. M. E.; JACOVINE, L. A. G.; NETO, S. N. O.; BRIANEZI, D.; ALVES, E. B. B. M. Sistemas agroflorestais no Brasil: uma abordagem sobre a estocagem de carbono. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 34, n. 79, p. 235-244, 2014.

TSUFAC, A. R.; AWAZI, N. P.; YERIMA, B. P. K. Characterization of agroforestry systems and their effectiveness in soil fertility enhancement in the south-west region of Cameroon. **Current Research in Environmental Sustainability**, v. 3, 100024, 2021.

VARAH, A.; JONES, H.; SMITH, J.; POTTS, S. G. Temperate agroforestry systems provide greater pollination service than monoculture. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 301, n. 1, p. 107031, 2020.

WEGNER, J.; FARIAS, B. F.; WOLFF, L. F. Entomofauna polinizadora associada à floração de ervilhaca (*Vicia sativa* L.). In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE APICULTURA, 13., 2018, Montevideu. **Resumos**. Montevideu: FILAPI, 2018. p. 174.

WITTER, S.; RADIN, B.; LISBOA, B. B.; TEIXEIRA, J. S. G.; BLOCHTEIN, B.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Desempenho de cultivares de morango submetidas a diferentes tipos de polinização em cultivo protegido. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 1, p. 58-65, 2012.

WOLFF, L. F. **Sistema de produção de mel para a região sul do Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2018a. 88 p. (Embrapa Clima Temperado. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 26).

WOLFF, L. F. **Construção participativa de calendários de floração apícola da região sul do RS**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2018b. 44 p. (Embrapa Clima Temperado. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 300).

WOLFF, L. F.; CARDOSO, J.; SCHWENGBER, J.; SCHIEDECK, G. Sistema agroflorestal apícola envolvendo abelhas melíferas, abelhas indígenas sem ferrão, aroeira vermelha e videiras, em produção integrada, no interior de Pelotas, RS: um estudo de caso. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, n. 2, p. 1236-1239, 2007.

WOLFF, L. F.; EICHOLZ, E. D. **Visitantes florais associações à floração de milho**. 2021. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2021. 24 p. (Embrapa Clima Temperado. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 356).

WOLFF, L. F.; GOMES, J. C. C. Beekeeping and Agroecological Systems for Endogenous Sustainable Development. **Agroecology and Sustainable Food Systems**, v. 39, n. 4, p. 416-435, 2015.

WOLFF, L. F.; GOMES, G. C.; RODRIGUES, W. F.; BARBIERI, R. L.; MEDEIROS, C. A. B.; CARDOSO, J. H. **Flora apícola arbórea nativa na região Serrana de Pelotas para a apicultura sustentável do Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2008. 37 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 242).

WOLFF, L. F.; LEITE, D. L.; LACERDA, D. C. O. **Polinizadores em Floração de Cebola (*Allium cepa* L.)**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2018. 27 p. (Embrapa Clima Temperado. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 251).

WOLFF, L. F.; MAYER, F. A. **A apicultura no desenvolvimento agroecológico da reforma agrária no Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2011. 90 p. (Embrapa Clima Temperado. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 293).

WOLFF, L. F.; WEGNER, J.; HEIDEN, G. **Butiazeiros como flora apícola para a produção de mel na região Sul do Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2016. 42 p. (Embrapa Clima Temperado. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 253).

YANG, T.; MA, C.; LU, W.; WAN, S.; LI, L.; ZHANG, W. Microclimate, crop quality, productivity, and revenue in two types of agroforestry systems in drylands of Xinjiang, northwest China. **European Journal of Agronomy**, v. 124, p.126245, 2021.

Embrapa

Clima Temperado



Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento

