



Frequência de polinizadores e visitantes florais em cultivos de milho sob manejo agroecológico dentro e fora de um sistema agroflorestal.

Frequency of pollinators and floral visitors in maize crops under agroecological management inside and outside an agroforestry system.

POHLMANN, Valeria¹; EICHOLZ, Eberson D.²; WOLFF, Luis F.²; MOLINA, Artur R.¹; SCHEER, Gustavo R.³; SCHOFFEL, Edgar R.¹.

¹ Sistemas de Produção Agrícola Familiar (SPAF) - Universidade Federal de Pelotas, valeriapohlmann@hotmail.com, artur.molina96@gmail.com, ricardo.schoffel@gmail.com. ² Embrapa Clima Temperado, Unidade Experimental Cascata, eberson.eicholz@embrapa.br, luis.wolff@embrapa.br. ³ Universidade Federal de Pelotas, g.rodrigues1112@gmail.com.

RESUMO EXPANDIDO

Eixo Temático: Manejo de agroecossistemas

Resumo: Insetos são cruciais para a biodiversidade do ambiente e produção de alimentos, e para seu bem-estar, são essenciais boas condições meteorológicas. Os Sistemas Agroflorestais (SAFs) destacam-se por proporcionar o aumento de biodiversidade, e podem favorecer os polinizadores pela proteção do micro ambiente. O milho foi aplicado como indicador para o estudo da presença de visitantes florais e para a comparação entre o cultivo sob SAF e a pleno sol, ambos sob manejos agroecológicos. As condições meteorológicas foram avaliadas e realizadas observações diretas dos visitantes florais nos pendões do milho em ambos os sistemas. Foram observados 501 indivíduos, 97,2% correspondem à ordem Hymenoptera, principalmente abelhas melíferas africanizadas. O SAF apresentou 64,9% dos registros. O horário de maior visitação total de indivíduos ocorreu entre 8 e 9h. O SAF proporciona condições micrometeorológicas mais estáveis que favorecem a atividade de insetos polinizadores.

Palavras-chave: Abelha; agricultura orgânica; biodiversidade; *Zea mays*.

Introdução

Os serviços ecossistêmicos desempenhados pelos polinizadores são cruciais para uma boa produtividade agrícola. No entanto, a agricultura convencional gera redução na biodiversidade de polinizadores, devido ao desmatamento, queimadas, simplificação dos cultivos, uso de agrotóxicos e outros determinantes da perda de habitat e morte desses organismos (LOPES; SALES, 2020). A adoção de manejos agroecológicos nos cultivos apresenta-se como estratégia para contornar tais problemas. Nesse sentido, destacam-se os sistemas agroflorestais (SAFs), que podem gerar de forma integrada produtos florestais, agrícolas e de pecuária (SCHMIDT et al., 2017), além de proporcionar a produção de alimentos de forma sustentável, com proteção ao meio ambiente e manutenção da biodiversidade (THE WORLD AGROFORESTRY CENTRE, 2021).

Entre as espécies potenciais de produção nos SAF's destaca-se o milho (*Zea mays* L.), um dos cereais mais cultivados no Brasil, cuja safra de 2022/23 alcançou produção de 125 mil ton (CONAB, 2023). Mesmo o milho não sendo uma planta



melífera e não dependendo de polinização por insetos, seus pendões florais masculinos são visitados por abelhas de diferentes espécies, destacando-se as abelhas melíferas africanizadas (WOLFF; EICHOLZ, 2021). Suas flores geram pólen de alta qualidade, cuja composição apresenta em torno de 44,3% de carboidratos, 17,2% de proteínas, 4,9% de minerais e 0,62% de lipídios (BUJANG et al., 2021).

Além da produção de pólen do milho ser atrativa às abelhas em ambos ambientes, a visitação destas está atrelada às condições edafoclimáticas. Sistemas agroflorestais (SAFs), por exemplo, são reconhecidos como estratégicos na modulação climática, no favorecimento da biodiversidade e na proteção ambiental (BENTRUP et al., 2019; WOLFF et al., 2007). Nesse sentido, a produção de milho sob sistema agroflorestal, em relação aos espaços abertos e desprotegidos, a pleno sol, pode favorecer a presença dos visitantes florais. Assim, o objetivo dessa pesquisa foi comparar a visitação da entomofauna associada à floração do milho conduzido em um sistema agroflorestal e fora dele, em espaço aberto a pleno sol, ambos sob manejo agroecológico.

Metodologia

O experimento foi conduzido na Estação Experimental Cascata (31°41'S e 52°21'W) da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, Brasil. Conduzido em um SAF implantado em 2013, composto por espécies frutíferas e florestais nativas (noqueira-pecã, laranja, bergamota, caqui, butiá, trema, timbaúva, canafístula, cedro, açoita-cavalo, louro-pardo e guajuvira), e em uma área sob sistema a pleno sol (SPS) distante a 40 m, ambos sob manejo agroecológico. As observações foram conduzidas em delineamento de blocos ao acaso em esquema bifatorial: sistema de produção (SAF e ST) e as horas do dia (6h às 19h). A cultivar de milho utilizada foi a BRS 015FB, com espaçamento de 0,8 m entre linhas e 0,20 m entre plantas, 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.

Durante a plena floração do milho, em um dia ensolarado e sem vento, no dia 12 de janeiro de 2022, a entomofauna foi avaliada 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 com duração de 5 min para cada uma das 3 repetições, realizadas de hora em hora das 6h às 19h. Cada ponto de observação foi composto pelo conjunto de ramos laterais de um pendão floral, com flores em plena antese, com média de 15 ramos laterais no SAF e 22 no SPS. O número de visitantes para cada grupo de insetos foi considerado em seu total e em sua média para cada horário. No momento da contagem foram medidas a temperatura do ar e a umidade relativa do ar, por meio de um termohigrômetro portátil (Aksto / AK28 New), e a radiação solar, por meio de um piranômetro portátil (Li-Cor, Inc/ LI-185B). Procedeu-se a 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 por meio do software R (R CORE TEAM, 2023).

Resultados e Discussão

Ao longo do dia, com exceção das 7h, quando o sol incidiu inicialmente no SAF, as temperaturas do ar foram menores no SAF em relação ao ST, principalmente no período das 11 às 15h, alcançando as máximas de 35 °C e 37 °C (Figura 1B), com amplitude térmica de -1°C no SAF em comparação ao ST. Nota-se uma rápida elevação da temperatura no ST a partir das 10h à qual foi atenuada pela presença de poucas nuvens às 12h, enquanto que no SAF essa evolução foi contínua e em menor magnitude. O SAF está posicionado na parte mais alta do terreno com exposição para o leste, o que favorece a incidência dos raios solares nos primeiros horários da manhã e reduz no turno da tarde também em virtude do sombreamento das árvores (Figura 1A). A umidade relativa do ar (UR) não apresentou padrão diferencial entre os sistemas de cultivo (Figura 1B), entretanto, sua amplitude também foi menor no SAF, com 47%, em comparação ao ST com 54%. 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 ST, ou seja, uma redução de 19% na oferta de energia em comparação ao ST. Menor oferta de energia radiante pode ser prejudicial ao crescimento e produção do milho, pois este é uma planta de metabolismo C₄, que se satura com a quase totalidade de radiação solar disponível (REYNOLDS et al., 2007).

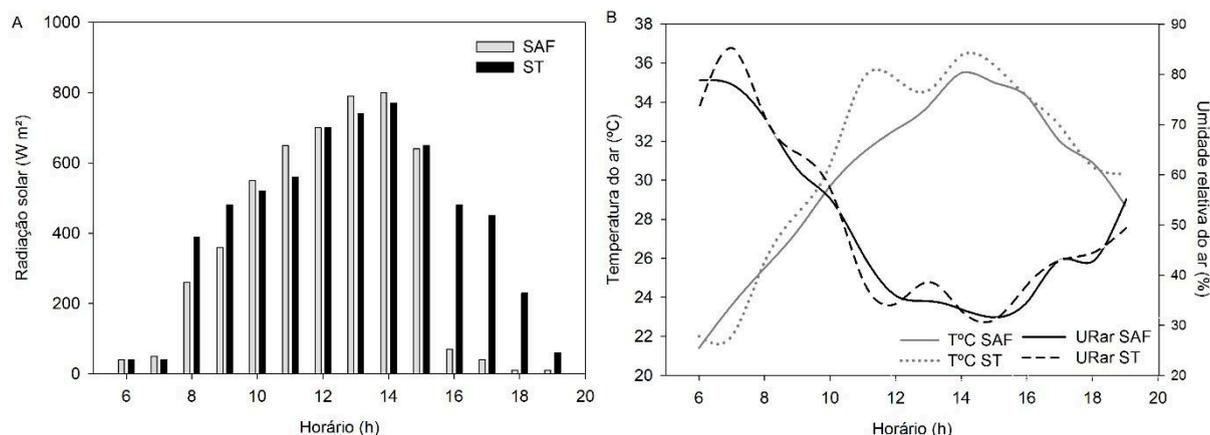


Figura 1. Radiação solar global (A) e temperatura média do ar versus umidade relativa do ar (B) para o sistema agroflorestal (SAF) e sistema tradicional (ST) ao longo do dia 12/01/2022, Pelotas, RS.

Os fatores sistema de produção e horas ao longo do dia não apresentaram interação significativa e foram avaliados separadamente. Na figura 2A é apresentado o número médio de indivíduos de cada grupo de insetos, bem como o total para o SAF e para o ST. Na figura 2B é demonstrado o comportamento das abelhas melíferas africanizadas e o total de indivíduos ao longo do dia.



As plantas de milho receberam a visitação de 501 organismos, todos da classe Insecta, dos quais 97,2% (487) corresponderam à ordem Hymenoptera e 2,8% (14) correspondem à ordem Diptera. Os himenópteros observados foram divididos em 95,7% (466) de abelhas melíferas africanizadas (Apidae: Apini: Apina: *Apis mellifera*), 2,9% (14) de abelhas sem ferrão (Apidae: Apini: Meliponina) e 1,4% (7) de vespas (Vespidae). Os dípteros observados nas flores são da família Syrphidae. Estes dados corroboram os encontrados por Malerbo-Souza et al. (2018), que apontaram 88,9% de predominância de abelhas melíferas nas inflorescências de milho, em Ribeirão Preto, e por Wolff e Eicholz (2021), que observaram uma predominância de 70,0% para abelhas melíferas africanizadas em cultivo de milho em ano anterior na mesma área experimental.

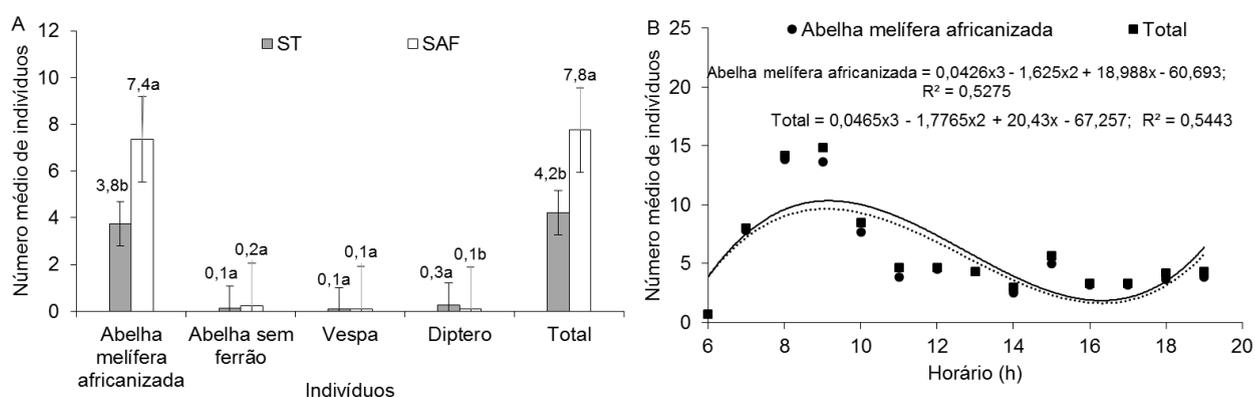


Figura 2. Número médio e total de visitantes florais registrados no milho sob sistema agroflorestal (SAF) e tradicional (ST) (A) e número médio de indivíduos de abelha melífera africanizada e do total de indivíduos para os sistemas de produção. Letras diferentes, na coluna, diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$), Pelotas/RS, 2022.

Entre os sistemas de produção, o SAF apresentou o maior número de visitantes florais no milho, recebendo 64,9% (325) do total de organismos contabilizados, especialmente de abelhas melíferas africanizadas observadas, em média 66,3% (309). Não obstante, os dípteros apresentaram resultado contrário, com predominância no ST, sendo que do total de 14 sirfídeos observados, 78,6% (11) estavam nas inflorescências no ST, sugerindo que talvez dípteros evitem ambientes de mata, por preferir temperaturas mais elevadas ou para evitar predadores.

Com base nos dados obtidos, é possível inferir que a condução dos cultivos em sistema agroflorestal favorece a presença de abelhas nos agroecossistemas. Varha et al. (2020) sustentam que SAFs naturalmente apresentam maior riqueza e abundância de polinizadores, sendo recomendável desenhos agroflorestais para o cultivo de espécies dependentes de polinização cruzada por abelhas.



No presente trabalho foi observado que mesmo com a mudança da condição meteorológica, nos momentos de temperatura mais elevada não houve interrupção na coleta de pólen, apenas oscilações (Figuras 1B e 2B). O pico de coleta de pólen para o número total de indivíduos e pelas abelhas melíferas africanizadas ocorreu das 8 às 9h (Figura 2B), quando as temperaturas alcançaram 28 °C e a umidade relativa do ar (UR) em torno de 60%. No restante do dia, como pode ser observado na Figura 1B, a UR foi inferior a 50% e a temperatura do ar 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 ST, ocorrendo em concomitância a redução dos visitantes florais. O horário de pico de forrageamento encontrado, no período da manhã, corrobora com o pico observado por Malerbo-Souza et al. (2018), entre 7h e 10h da manhã para o milho e das 6 às 12h em cebola (*Allium cepa*) (TCHINDEBE; FOHOOU, 2014). Isso ocorre porque a redução na umidade relativa do ar afeta diretamente a oferta de pólen (WOLFF; EICHOLZ, 2021). Os resultados sugerem que a menor amplitude térmica e menor temperatura máxima proporcionados no SAF aumenta o tempo para visitação floral pelas abelhas, quando comparado ao SPS.

Assim, o milho indicou ser uma espécie atrativa aos visitantes florais, contribuindo para o aumento da biodiversidade do ambiente durante o seu florescimento. Além disso, o SAF apresentou microclima favorável à maior presença de visitantes florais, destacando-se as abelhas melíferas africanizadas, indicando o potencial deste ambiente em contribuir para o desenvolvimento de enxames e ao potencial de produção de mel, gerando capacidade de resiliência por meio de uma renda extra dos agricultores, além da manutenção do agroecossistemas.

Conclusões

As temperaturas do ar foram menores no cultivo em sistema agroflorestal, bem como a amplitude térmica e radiação solar. O sistema agroflorestal mostrou ser mais propício às abelhas e outros visitantes florais do que em sistemas a pleno sol, com maior favorabilidade microambiental à exploração apícola. No ápice do verão, em janeiro, a maior visitação ocorreu das 8 às 9 h da manhã.

Agradecimentos

Agradecemos ao Programa de Pós-graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar da UFPel e a Capes, pela bolsa de doutorado, e a Embrapa Clima Temperado, Unidade Experimental Cascata, pela área experimental.

Referências bibliográficas

BENTRUP, Gary; HOPWOOD, Jennifer; ADAMSON, Nancu L.; VAUGHAN, Mace. Temperate Agroforestry Systems and Insect Pollinators: A Review. **Forests**, v.10, n.11, p.981, 2019.

BUJANG, Japar S.; ZAKARIA, Muta H.; RAMAIYA, Shiamala D. Chemical constituents and phytochemical properties of floral maize pollen. **Plos One**, v.16, n. 2, p. e0247327, 2021.



COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **8º levantamento - safra 2022/23. 2023.** Disponível em:

<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 27 jun. 2023.

LOPES, Rodrigo A.; SALES, Nathana I.S.; Utilização de agrotóxicos em pastagens e monoculturas e morte súbita de abelhas em Porangatu-GO. In: do XI CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 15, 2020, São Cristóvão. **Anais eletrônicos...** São Cristóvão: Associação Brasileira de Agroecologia, 2019. (Cadernos de Agroecologia, v.15, n. 2, 2020).

MALERBO-SOUZA, Darcler T.; SILVA, Thulio G.; ANDRADE, Milena O.; FARIAS, Lucas R.; MEDEIROS, Núbia 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.

R CORE TEAM. **R: uma linguagem e ambiente para computação estatística.** Viena, Au, 2023.

REYNOLDS, Philip. E.; SIMPSON, James A.; THEVATHASAN, Naresh V.; GORDON, Andrew M. Effects of tree competition on corn and soybean photosynthesis, growth, and yield in a temperate treebased agroforestry intercropping system in southern Ontario, Canada. **Ecological Engineering**, v. 29, n. 4, p. 362-371, 2007.

SCHMIT, Denise; CARON, Braulio O.; PILAU, Janine; NARDINO, Maicon; ELLI, Elvis F. Morfoanatomia foliar de azevém no sub-bosque de espécies arbóreas em sistemas agroflorestais. **Revista Ceres**, v. 64, n. 4, p. 368-375, 2017.

TCHINDEBE, Georges; FOHOUE, Fernand 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?** 2022. Disponível em: <https://www.worldagroforestry.org/about/agroforestry>. Acesso em: 27 jun. 2022.

VARAH, Alexa; JONES, Hannah; SMITH, Jo; POTTS, Simon G. Temperate agroforestry systems provide greater pollination service than monoculture. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v.301, n. 1, p. 107031, 2020.

WOLFF, Luis F.; CARDOSO, Joel H.; SCHWENGBER, Jose E.; SCHIEDECK, Gustavo. 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, Luis F.; EICHOLZ, Eberson D. **Visitantes florais associações à floração de milho.** Pelotas, RS, 2021. 24 p.