



ATUAÇÃO DO NEEM INDIANO EM ABELHAS *APIS MELLIFERA*: UMA ANÁLISE BIOINFORMÁTICA

CARVALHO, M.V.L.¹; RIBEIRO, B.S.¹; GANDRA, L.C.¹, SANTOS, H.O.²; SANTOS, E.M.S.³.

¹Discente do curso Engenharia Agrícola e Ambiental do IFNMG – *Campus Araçuaí*; ²Médico Veterinário do IFNMG – *Campus Araçuaí*. ³Docente do IFNMG – *Campus Araçuaí*.

Introdução

A planta da espécie *Azadirachta indica*, também conhecida como Neem indiano, tem origem asiática e foi introduzida no Brasil no século anterior, com o objetivo principal de produzir sombra (ALVES; FREITAS, 2010). Entretanto, vem sendo amplamente reconhecida por sua habilidade em agir como um inseticida e pesticida natural, devido à presença de compostos bioativos que inibem o crescimento e desenvolvimento de pragas durante o cultivo. Alguns dos seus princípios ativos que possuem propriedades inseticidas, são a azadiractina, meliacina, gedunina, salanina, nimbina e valassina (SCHMUTTERER, 1990). Neste sentido, a utilização de extratos de neem para a combinação de bioinseticidas para o controle de pragas tem se destacado devido à sua eficiência e ao menor impacto ambiental quando comparado aos produtos químicos tradicionais.

No contexto apícola, o aumento do plantio do Neem indiano, tanto na zona rural quanto urbana, tem gerado preocupação nos apicultores e aguçado o interesse de pesquisadores nesta área de estudo. As propriedades do Neem indiano em combater pragas e insetos tem sido objeto de crescentes discussões devido ao seu potencial impacto nas abelhas *Apis mellifera*, que desempenham um papel fundamental na polinização de culturas, sendo reconhecida como um dos mais importantes polinizadores da natureza (MONTEMOR, 2009).

Estudos realizados por Xavier et al. (2015) evidenciam que houve redução na sobrevivência de *A. mellifera* após a exposição ao óleo das sementes do Neem, onde é concentrado um alto percentual de azadiractina, responsável pela sua toxicidade. Por outro lado, os autores relatam que, apesar da toxicidade do Neem, o cultivo desta espécie tem colaborado com o desenvolvimento de colônias, sendo considerada uma planta benéfica para a apicultura, pois promoveu um aumento na postura da rainha de tal forma que gerou um saldo positivo na quantidade de crias das colônias.

Diante disso, buscando colaborar com a elucidação desta problemática, o presente estudo busca hipotetizar o mecanismo de atuação de compostos bioativos do Neem indiano sobre abelhas *Apis mellifera*, por meio de análise bioinformática.

Material e Métodos

Após uma extensa e aprofundada pesquisa teórica sobre o impacto do Neem indiano nas abelhas *Apis mellifera*, foi realizada uma análise bioinformática para criar uma rede de interação químico-proteína usando compostos bioativos do Neem como entrada.

Para realizar a análise de bioinformática, acessou-se a plataforma STITCH versão 5.0 (<http://stitch.embl.de/>). Em seguida, realizou-se as seguintes etapas: Etapa 1 - seleção da opção "multiple names" e inserção do nome do composto químico no campo "list of names". Os compostos inseridos foram: triterpenes, meliacinas, azadirachtin, triterpenoids, geduninas, nimbinm, limonoids, nemola, margosin, glycoside, palmitic acid, tottradechoic acid, nimbinm, nimbinim, nimbidin, sodium, potassium, calcium, chlorine, CO₂, SO₄, SiO₂, nimbosterol, nimbosterim, nimbicetim,



sesquiterpenes, limonoids. Estes compostos foram obtidos da literatura científica disponível online. Etapa 2 - seleção da espécie *Apis mellifera* e em seguida clicando em “SEARCH” e depois em “Continuar”. Ao término dessas etapas, uma rede de interações químico-proteínas foi gerada e expandida, garantindo que não incluísse mais de 50 interatores.

Por fim, analisou-se a rede, investigando as principais interações entre os compostos do Neem indiano sobre a espécie de abelha selecionada na rede. Nas análises foram observados principalmente os compostos químicos com os maiores e menores números de ligações às proteínas.

Resultados e Discussão

Conforme observado na figura 1, é notória a interação complexa entre compostos químicos do Neem indiano e proteínas das abelhas *Apis mellifera*, com implicações significativas para a apicultura. No entanto, um dos compostos de maior atividade do Neem indiano, a azadiractina, aparece órfão na rede de interação químico-proteína, ou seja, sem ligações diretas ou indiretas, sugerindo uma ausência de atividade deste composto sobre o sistema biológico das abelhas. Esta observação pode sustentar os estudos realizados por Alves (2010), que ao avaliar a produtividade apícola em biomas da caatinga e mata litorânea, com presença e ausência do plantio do Neem indiano, demonstrou aspectos positivos do plantio do Neem indiano sobre a postura das abelhas rainhas. Esse e outros indícios levaram Alves e Freitas (2010) a considerarem, em seu artigo de revisão bibliográfica, que o Neem indiano pode ser uma planta com benefícios maiores que os malefícios para as abelhas africanizadas.

No entanto, os resultados da pesquisa necessitam do aprofundamento para compreensão dos mecanismos moleculares da azadiractina sobre as proteínas do organismo das abelhas, uma vez que alguns estudos apontam para o efeito tóxico deste composto sobre as abelhas *Apis mellifera* (ALVES, 2010). Por exemplo, no estudo realizado por Freitas e Pinheiro (2010), foram observados efeitos deletérios para as abelhas *A. mellifera*, como depois do tratamento de cultivos agrícolas com azadiractina. De forma semelhante, ainda que não tenha sido observado em condições de laboratório, em condições de campo, Melathopoulos et al. (2000) relataram que a azadiractina, sendo utilizada a intervalos de 6 dias, proporcionou uma significativa redução na área de crias e provocou grande mortalidade de rainhas nas colônias.

Ainda que a maioria dos estudos realizados avaliando a toxicidade de compostos químicos do Neem indiano tenham focado na Azadiractina, é importante a investigação mais aprofundada de outros compostos também, visto que a rede de interação químico-proteína produzida no presente estudo mostra que alguns compostos que estão presentes no Neem indiano interagem direta ou indiretamente com diferentes proteínas da espécie de abelhas *Apis mellifera*. As interações podem proporcionar efeitos positivos ou negativos no metabolismo das abelhas e por isso precisam ser melhor investigados. Cabe ressaltar que alguns dos compostos bioativos do Neem indiano não estavam disponíveis na plataforma utilizada para análise, e, por isso, não aparecem na rede de interação químico-proteína apresentada na figura 1.

Considerações finais

As análises de rede de interação químico-proteína são importantes para nos ajudar a compreender os mecanismos moleculares subjacentes à atuação de compostos bioativos de plantas e levantar hipóteses acerca da atuação de princípios químicos sobre proteínas alvos dos organismos vivos. No presente estudo a análise bioinformática trouxe dados inovadores no contexto da toxicidade da azadiractina sobre as abelhas *Apis mellifera*. No entanto, são necessários estudos funcionais para uma comprovação das hipóteses levantadas por meio das análises bioinformática.



Agradecimentos

Os autores agradecem ao IFNMG – Campus Araçuaí, ao CNPq e à equipe do projeto HONEEM.

Referências

- ALVES, J. E. Toxicidade no nim (*Azadirachta indica* A. Juss.: Meliaceae) para *Apis mellifera* e sua importância apícola na caatinga e mata litorânea cearense. 2010. 141p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza - CE, 2010.
- ALVES, J. E., FREITAS, M. B.. **Risco Sobre Polinizadores e Perspectivas de Sua Utilização em Polinização:** Efeito do Nim (*Azadirachta indica*) para as Abelhas Africanizadas (*Apis mellifera*). 2010. 1-11 p.
- PINHEIRO, J. N.; FREITAS, B. M. Efeitos letais dos pesticidas agrícolas sobre polinizadores e perspectivas de manejo para os agroecossistemas brasileiros. *Oecologia Brasiliensis*, Rio de Janeiro, v. 14, p. 266 - 281, 2010.
- SCHMUTTERER, H. Properties and potential of natural pesticides from the neem tree, *Azadirachta indica*. *Annual Review of Entomology*, Palo Alto, v. 35, p. 271-298, 1990.
- MELATHOPOULOS, A. P.; WINSTON, M. L.; WHITTINGTON, R.; SMITH, T.; LINDBERG, C.; MUKAI, A.; MOORE, M. Comparative laboratory toxicity of neem pesticides to honey bees (*Hymenoptera: Apidae*), their mite parasites *Varroa jacobsoni* (*Acari: Varroidae*) and *Acarapis woodi* (*Acari: tarsonemidae*), and brood pathogens *Paenibacillus larvae* and *Ascophæra apis*. *Journal of Economic Entomology*, Baltimore, v. 93, n. 2, p. 199-209, 2000.
- MONTEMOR, K. A.; MALERBO SOUZA, D. T. Biodiversidade de polinizadores e biologia floral em cultura de Berinjela (*Solanum Melongena*). *Zootecnia Tropical*, v. 39 27, n. 1, p. 097-103, 2009.
- XAVIER, V. M., PICANÇO, M. C., CHEDIAK, M., JÚNIOR, P. A. S., RAMOS, R. S., MARTINS, J. C. Acute toxicity and sublethal effects of botanical insecticides to honey bees. *Journal of Insect Science*, v.15, n.1, p.137, 2015.

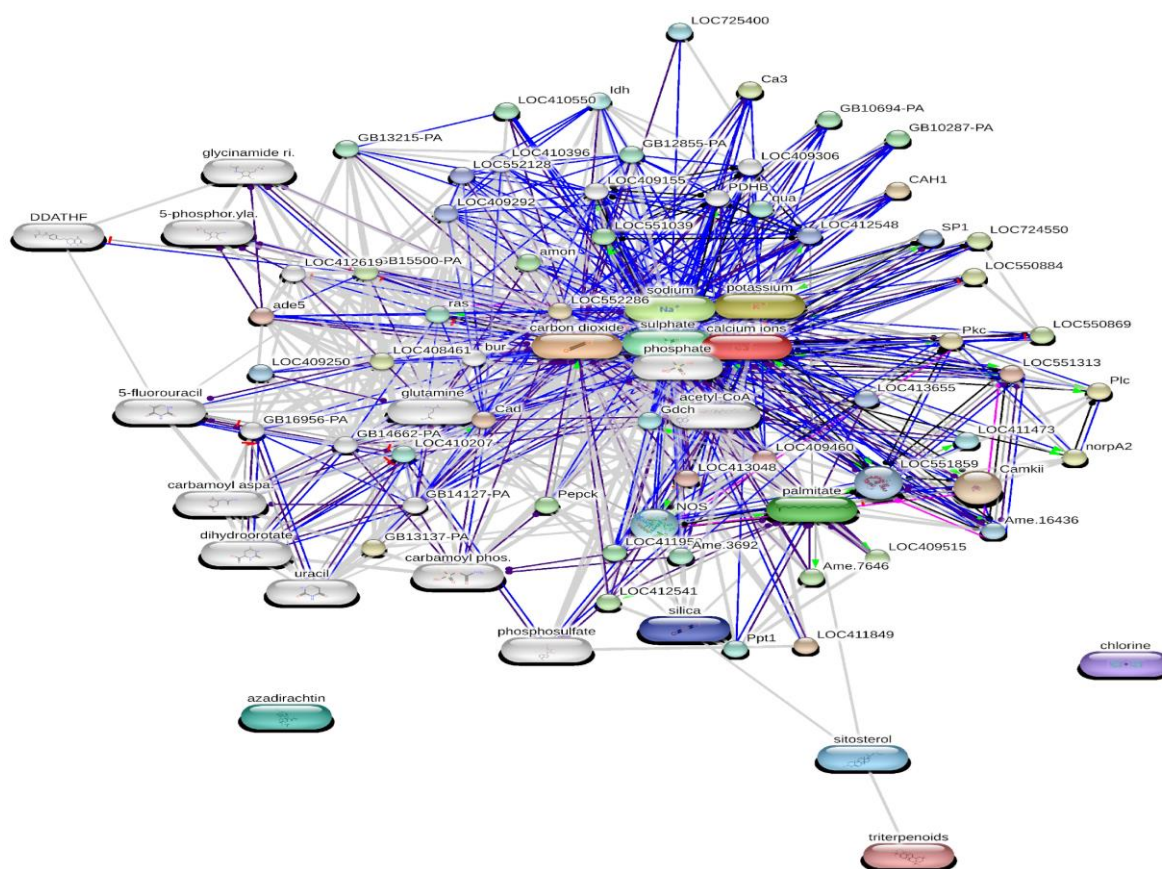


Figura 1. Rede de interação químico-proteína mostrando interação de compostos do Neem indiano com proteínas de abelhas *Apis mellifera*. Elaborada pelos autores na plataforma STITCH (2023).