

**PRIMEIRO REGISTRO DE *Quadrastichus erythrinae* Kim, 2004
(HYMENOPTERA: EULOPIDAE) ATACANDO *Erythrina variegata* L.
NO EQUADOR**

***FIRST RECORD OF Quadrastichus erythrinae* Kim 2004
(HYMENOPTERA: EULOPIDAE) ATTACKING *Erythrina variegata* L.
IN ECUADOR**

Javier Contreras-Miranda¹; Miguel Ramirez-Marin²; Winston Espinoza-Moran¹

¹Universidade Agraria do Equador (UAE). Sistema de Pós-graduação (SIPUAE),
Guiaquil, Equador. jcontreras_ec@yahoo.com. ²Instituto Superior Tecnológico
Babahoyo (ITSB), Programa Técnico Agrícola, Babahoyo, Equador.

RESUMO

O objetivo deste trabalho de pesquisa foi coletar, identificar e georreferenciar a presença do inseto em quatro províncias da costa equatoriana. O tecido vegetal doente foi coletado em saco de papel rotulado para obtenção dos adultos, que após emergidos foram preservados em álcool 70% para posterior identificação e estudo. Também foi realizada dissecação branquial para observação de larvas e pupas, além de adultos, com auxílio de estereoscópio da marca SWIFT com aumento de 10x e 20x e microscópio OMAX com aumento de 10x e 20x. Para a identificação dos espécimes foram utilizadas chaves descritivas da superfamília Chalcidoidea e família Eulopidae. Foi determinado que a espécie pertence a *Quadrastichus erythrinae* Kim, atacando árvores de *E. variegata*. Sendo o primeiro registro da praga no país e o terceiro na América do Sul.

PALAVRAS CHAVES: Faboideae, planta ornamental, inseto praga

ABSTRACT

The objective of this research work was to collect, identify and georeference the presence of the insect in four provinces on the Ecuadorian coast. The diseased plant tissue was collected in a labeled paper bag to obtain the adults, which, after emerging, were preserved in 70% alcohol for later identification and study. Gill dissection was also performed to observe larvae and pupae, in addition to adults, with the aid of a SWIFT stereoscope with 10x and 20x magnification and an OMAX microscope with 10x and 20x magnification. To identify the specimens, descriptive keys of the superfamily Chalcidoidea and family Eulopidae were used. It was determined that the species belongs to *Quadrastichus erythrinae* Kim, attacking *E. variegata* trees. This is the first record of the plague in the country and the third in South America.

KEYS WORD: Faboideae, ornamental plant, insect pest

INTRODUÇÃO

O gênero *Erythrina* é composto por mais de 100 espécies, relatadas em várias regiões do planeta¹, alguns deles são reconhecidos como importantes hospedeiros da vespa-da-galha, relatando sua presença em espécies de *E. variegata*, *E. corrallo dendron*, *E. crista-galli*, *E. fusca*, entre outros². Algumas das estruturas das espécies do gênero *Erythrina* são utilizadas para infusões e outras preparações para fins medicinais^{3,4}. Como a maioria das espécies deste gênero tem folhagem verde brilhante e exuberante, bem como lindas flores, isso lhes confere uma característica ornamental ideal para colocação em áreas urbanas, parques e jardins⁵.

A vespa-da-galha *Quadrastichus erythrinae* Kim (Hymenoptera: Eulopidae) é um pequeno inseto cuja principal característica de dano é a geração de galhas na planta hospedeira. A fase adulta apresenta dimorfismo sexual⁶. Ataca várias espécies de plantas do gênero *Erythrina*. O adulto deposita os ovos nos pecíolos e tecidos moles, gerando a formação de galhas nessas áreas da planta^{7,8}. *Q. erythrinae* foi relatada pela primeira vez nas Ilhas Maurício e Reunião e mais tarde na Cingapura^{9,10,11}. Atualmente, sua presença está registrada em outras áreas do planeta, como Taiwan¹⁰, China¹², Malásia¹³, Índia¹⁴, Vietnã e Japão⁷, Havaí-USA¹⁵, Flórida-USA¹⁶, Guam¹⁷, Filipinas¹⁸, Samoa Americana¹⁷, Tailândia¹⁹, Guadalupe e Martinica²⁰, Porto Rico²¹, Brasil no estado do Espírito Santo, cunhando o primeiro relatório para a América do Sul²², México no norte do país²³ e Cuba²⁴, Panamá^{6,25}, no archipiélago do Fernando de Noronha, Brasil²⁶. Em um período relativamente curto espaço de tempo em relação à primeira detecção registrada oficialmente¹⁷. Apesar da ausência de estudos que permitam determinar o meio de dispersão do inseto, estima-se que ele possa ser transportado pelo vento ou por introdução na importação de árvores do gênero *Erythrina*²⁷. A *Q. erythrinae* constitui uma forte ameaça para espécies do gênero *Erythrina* em todo o mundo⁵.

A fase adulta apresenta dimorfismo sexual e dicromatismo⁶, a fêmea possui 9 segmentos antenais enquanto o macho possui 10 segmentos²⁸. A fêmea põe seus ovos dentro de novas folhas, pecíolos, caules, flores e vagens jovens. O processo de alimentação das larvas provoca a deformação dos tecidos em desenvolvimento, a fase de

pupa se desenvolve dentro das galhas e posteriormente o adulto emerge das galhas, fazendo um túnel para o exterior. Várias gerações podem se desenvolver durante o ano, durante o período de renovação foliar do hospedeiro, estima-se que o inseto entre em estado de repouso¹⁵.

No caso de uma infestação em grande escala, causa desfolha geral e danos severos à estrutura morfológica e fisiológica da planta, podendo causar sua morte^{10,15}, tornando-se um grave problema fitossanitário para árvores do gênero *Erythrina* e outras plantas ornamentais¹. Foi determinada até 59% de suscetibilidade de plantas do gênero *Erythrina* a *Q. erythrinae*. Além disso, o inseto parece ter uma preferência especial pelas diferentes espécies deste gênero de plantas, especialmente na região Neotropical¹¹.

No início, o desenvolvimento de estratégias de manejo focadas em meios químicos, podas intensivas e eliminação de árvores infestadas^{29,30}. Produtos como Imidachlopride com características sistêmicas são utilizados no manejo integrado¹⁵. Para o manejo biológico do inseto já foram relatados algumas espécies de inimigos naturais, como o parasitoide *Aprostocetus* Felix La Salle, Yang & Lin, 2014 relatado em Taiwan³¹, bem como *Eurytoma erythrinae* Gates e Delvare, 2008 (Hymenoptera: Eurytomidae) e *Aprostocetus nitens* Prinsloo & Kelly, 2009 (Hymenoptera: Eulophidae) introduzidos no Havaí para manejo de insetos^{32,33}. No Havaí, programas de controle biológico para a espécie vêm sendo implementados desde 2005^{34, 35}. O himenóptero *E. erythrinae*, apresentou um resultado promissor no parasitismo da praga^{36,37}. Segundo o exposto, o presente trabalho procura relatar o primeiro registro de *Q. erythrinae* atacando *Erythrina variegata* L. no equador.

METODOLOGIA

Amostras de partes de plantas de árvores *E. variegata* foram coletadas em diferentes locais das províncias de Guayas, Los Ríos, Santa Elena, El Oro (Tabela 1), foram coletados tecidos de plantas doentes e foram armazenadas em saco de papel rotulado. No laboratório, por ocasião da emergência de adultos, os indivíduos foram contados e preservados em álcool 70% no interior de frascos plásticos (5 mL), para

posterior identificação e estudo. Em adição, também foram realizados o georreferenciamento dos pontos de amostragem e o registro fotográfico das condições da planta afetada. Posteriormente, foi realizada dissecação branquial para observação de larvas e pupas, além de adultos, com auxílio de estereoscópio da marca SWIFT com aumento de 10× e 20× e microscópio OMAX com aumento de 10× e 20×. Os exemplares foram identificados a partir da utilização de chaves taxonômicas descritivas da superfamília Chalcidoidea e família Eulopidae de Noyes (2020)³⁸ e Kim et al., (2004)⁹, além de outras fontes bibliográficas de trabalhos sobre a espécie

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram realizadas coletas de materiais em 23 pontos distintos (Tab. 1). A identificação preliminar do inseto foi determinada pela presença de árvores do gênero *Erythrina* com sistemas de murcha e presença de galhas nas folhas.

Conforme as amostragens realizadas, foi determinado que o inseto estivesse atacando a espécie *E. variegata*, reconhecível por sua característica combinação de cores de costelas com coloração amarela e área foliar escura cor verde. Os danos como geração de galhas e deformação de tecidos jovens causados pela praga podem ser observados na Fig. 1, danos em folhas, pecíolos e brotos, como descreve Kim et al. (2004)⁹, causando malformações nas folhas e uma diminuição da atividade fotossintética da planta e sua subsequente morte.

Ao analisar as amostras, foi possível verificar a presença de adultos, estágios imaturos e pupas de um microhiménoptero que, após comparar e executar a chave de Schauff et al. (2008) e Noyes (2020), permitiu determinar que os danos proporcionados na planta foram devidos à presença da vespa-da-galha *Q. erythrinae*. Segundo as chaves de identificação, as fêmeas de *Q. erythrinae* apresentam hipopégio relativamente alongado e machos com ausência de verticilos de cerdas longas nos segmentos funiculares (Fig. 2).

Tabela 1. Locais de amostragem para *Quadrastichus erythrinae* no Equador.

Estado	Localidade	Altitude (m)	Latitude	Longitude
Guayas	Guayaquil	4	2°11'24"S	79°53'15"W
	Sambrorondon	6	2°3'13.234"S	79°52'47.396"W
	Duran	4	2°10'28.2"S	79°47'58.5"W
	Yaguachi	5	2°05'35.1"S	79°40'50.0"W
	Milagro	6	2°07'12.559"S	79°35'31.83"W
	Mariscal Sucre	21	2°06'42.5"S	79°31'44.1"W
	El Triunfo	44	2°19'42.3"S	79°24'26.5"W
	Jujan	6	1°57'05.5"S	79°35'25.8"W
	Daule	6	1°52'02.6"S	79°58'22.5"W
	Colimes	16	1°34'56.3"S	79°57'44.8"W
	Balzar	47	1°13'16.6"S	79°45'24.7"W
	Progreso	28	2°24'26.8"S	80°22'23.9"W
	Babahoyo	6	1°50'44.1"S	79°31'26.5"W
Los Rios	Vinces	16	1°33'42.567"S	79°45'32.944"W
	Puebloviejo	11	1°40'20.0"S	79°33'29.3"W
	Pimocha	7	1°47'01.5"S	79°32'28.8"W
	Zapotal Viejo	67	1°14'32.1"S	79°25'32.9"W
	Quevedo	77	1°0'46.516"S	79°27'38.904"W
Santa Elena	Salinas	7	2°13'39.8"S	80°55'14.4"W
	Libertad	7	2°13'40.878"S	80°55'11.416"W
	Santa Elena	39	2°12'50.9"S	80°52'04.5"W
El Oro	Pasaje	20	3°21'48.9"S	79°50'39.6"W
	Huaquillas	7	3°29'50.505"S	80°13'4.038"W

Figura 1. Danos ocasionados pela vespa-das-galhas *Q. erythrinae* em folhas de *Erythrina variegata*.



Figura 2. Descrição taxonomica de *Q. erythrinae*, Adultos: A) Fêmea, B) Macho de *Q. erythrinae*, estruturas antenais C) antena da fêmea, D) antena do macho. *Genitalias* E) Ovipositor da Fêmea, F) aedeagus do macho.



Os resultados das observações feitas para este trabalho constituem o primeiro registro de *Q. erythrinae* no país. Sendo o terceiro relato de infestação da praga na América do Sul²².

Esses resultados permitem a descrição da presença do inseto *Q. erythrinae* na zona costeira equatoriana, e sua incidência nas árvores ornamentais de *E. variegata* distribuídas em quase todo o país. Concordando pelo relatado por Lin et al.⁵, *E. variegata* tem sido a espécie mais suscetível ao ataque do inseto⁵.

CONCLUSÃO

As áreas verdes nas áreas urbanas são necessárias como contribuição para as medidas de bem viver e bem-estar, estabelecidas no Regimento Nacional do Equador. Porém é importante determinar os fatores que alteram essa situação, a fim de combatê-los e evitar maiores perdas da ornamentação urbana. Entre as alternativas de manejo descritas mundialmente, o controle biológico é o mais eficiente. Os autores deste trabalho sugerem que a pesquisa deve continuar para determinar os inimigos naturais desta praga, presentes no Equador, a fim de aplicar medidas de manejo.

REFERÊNCIAS

1. Staples GW, Herbst DR. *Erythrina*, p. 315–317. In: G.W. Staples and D.R. Herbst (eds.). A tropical garden flora. Bishop Museum Press, Honolulu. 2005.
2. Li HM, Xiao H, Peng H, Han X, Xue D. Potential global range expansion of a new invasive species, the erythrina gall wasp, *Quadrastichus erythrinae* Kim (Insecta: Hymenoptera: Eulophidae). *The Raffles Bulletin of Zoology*. 2006. 54:229–234.
3. Kumari P, Kumari, C. *Erythrina variegata* L. The Coral Tree: A Review. *JMSCR*. 2017. 5:26705–26715. <https://dx.doi.org/10.18535/jmscr/v5i8.119>.
4. Dias AS, Neves AEO, Ferraz AFB, Picada JN, Pereira P. Neuropharmacological and genotoxic evaluation of ethanol extract from *Erythrina falcata* leaves, a plant used in Brazilian folk medicine. *Revista Brasileira de Farmacognosia*. 2013. 23:335–341. <http://hdl.handle.net/10183/108652>.
5. Lin SF, Tung GS, Yang MM. The *Erythrina* Gall Wasp *Quadrastichus erythrinae* (Insecta: Hymenoptera: Eulophidae): Invasion History, Ecology, Infestation and Management. *Forest*. 12. 2021. 7: 948. <https://doi.org/10.3390/f12070948>.

6. Barraza AE, Higuera SM. *Erythrina* Gall Wasp, *Quadrastichus erythrinae* Kim (Hymenoptera: Eulophidae), reporte y distribución en Panamá. *Scientia*. 2019. 29:1. <https://revistas.up.ac.pa/index.php/scientia/article/view/1926/1490>.
7. Uechi N, Uesato T, Yukaway J. Detection of an invasive gall-inducing pest, *Quadrastichus erythrinae* (Hymenoptera: Eulophidae), causing damage to *Erythrina variegata* L. (Fabaceae) in Okinawa Prefecture, Japan. *Entomological Science*. 2007 10:209–212. <https://doi.org/10.1111/j.1479-8298.2007.00214.x>.
8. Wiley J, Skelley P. *Erythrina* gall wasp, *Quadrastichus erythrinae* Kim, in FDACS, DPI, Gainesville, FL. 2006.
9. Kim I, Delvare G, La Salle J. A new species of *Quadrastichus* (Hymenoptera: Eulophidae): A gallinducing pest on *Erythrina* spp. (Fabaceae). *Journal of Hymenoptera Research*. 2004. 13(2): 243-249.
10. Yang MM.; Tung GS, La Salle J, Wu ML. Outbreak of *Erythrina* Gall Wasp on *Erythrina* spp. (Fabaceae) in Taiwan. *Plant Protection. Bulletin*. 2004. 46:391- 396.e.
11. Messing RH, Noser S, Hunkeler J. Using host plant relationships to help determine origins of the invasive *Erythrina* gall wasp, *Quadrastichus erythrinae* Kim (Hymenoptera: Eulophidae). *Biological Invasions*, 2009. 11:2233–2241. 1, <https://doi.org/10.1007/s10530-008-9379-y>.
12. Huang PY, Fang YW, Huang J, Lin SM, Wang, HY. A new invasive alien species, *Quadrastichus erythrinae*, in mainland of China. *Entomol. Knowl*. 2005. 42:371–374.
13. Chung AYC. *Attack of the Erythrina Gall Wasp on the Coral Tree Erythrina variegata in Sandakan, Sabah, Malaysia*; Forest Research Centre, Sabah Forestry Dept.: Sandakan, Malaysia, 2006.
14. Faizal MH, Prathapan KD, Anith KN, Mary CA, Lekha M, Rini CR. *Erythrina* gall wasp, *Quadrastichus erythrinae*, yet another invasive pest new to India. *Curr. Sci*. 2006. 90:1061–1062.
15. Heu RA, Tsuda DM, Nagamine WT, Yalamar JA, Suh TH. *Erythrina* Gall Wasp *Quadrastichus erythrinae* Kim (Hymenoptera: Eulophidae). *New Pest Advisory* 2006. 5(3):1-2.
16. Howard FW, Pemberton R, Liu H. *Erythrina* gall wasp, *Quadrastichus erythrinae* (Hymenoptera: Eulophidae) in Florida, and susceptibility of *Erythrina herbácea* (Fabaceae). *Proc. Fla. State Hortic. Soc*. 2008. 121:363–369.

17. Rubinoff D, Holland BS, Shibata A, Messing RH, Wright MG. Rapid invasión despite extremely low genetic diversity in the invasive Erythrina Gall Wasp (*Quadrastichus erythrinae* Kim, Delvare and La Salle 2004). *Pacific Science*. 2010. 64:23–31. <https://doi.org/10.2984/64.1.023>.
18. Lit IL, Asilit MT, Balatibat JB, Palijon AM, Larona AR, Borja A. Postscript to an invasion: The erythrina gall wasp, *Quadrastichus erythrinae* Kim (Hymenoptera: Eulophidae), in the Philippines. *Philipp. Entomol.* 2010. 6:100–121.
19. EPPO. *Quadrastichus erythrinae*: Distribution available online: <https://gd.epo.int/taxon/QUSTER/distribution> [Accessed on 22 october 2024].
20. Etienne J, Dumbardon-Martial E. *Quadrastichus erythrinae* Kim: un redoutable ravageur pour les érythrines de Guadeloupe et de Martinique (Hymenoptera, Eulophidae, Tetrastichinae) [*Quadrastichus erythrinae* Kim: a formidable pest for erythrina in Guadeloupe and Martinique (Hymenoptera, Eulophidae, Tetrastichinae)]. *Bulletin de la Société Entomologique de France*. 2013. 118:155–158. DOI: <http://dx.doi.org/10.3406/bsef.2013.2495>.
21. Jenkins DA, Mizel RF, Van Bloem S, Whitmire S, Wiscovitch L, Zaleski C, Goenaga R. An analysis of arthropod interceptions by APHIS-PPQ and customs and border protection in Puerto Rico. *American Entomologist*. 2014. 60:44-55. <https://doi.org/10.1093/ae/60.1.44>.
22. Culik MP, Dos Santos MD, Aires VJ, Costa VA. The invasive gall wasp *Quadrastichus erythrinae* (Hymenoptera: Eulophidae) in South America: is classical biological control needed? *Biocontrol Science and Tecnology*. 2014. 24:971-975. <https://doi.org/10.1080/09583157.2014.900735>.
23. Palacios-Torres RE, Malpica-Pita J, Bustamante-Ortiz AG, Valdez-Carrasco J, Santos- Chávez A, Vega-Muñoz R, Vibrans-Lindemann H. The Invasive Gall Wasp *Quadrastichus erythrinae* Kim in Mexico. *Southwestern Entomologist*. 2017. 42(4):1099-1102. <https://doi.org/10.3958/059.042.0405>.
24. Ramos HJM, Rodríguez TYF, García LJP. Primer registro para Cuba del insecto invasor *Quadrastichus erythrinae* (Hymenoptera: Eulophidae), plaga específica del género Erythrina (Fabaceae). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa (S.E.A.)*. 2018. 62:309–310. <https://revistas.up.ac.pa/index.php/scientia/article/view/1926>.
25. Medianero E, Zachrisson B. Erythrina gall wasp, *Quadrastichus erthrinae* Kim, 2004 (Hymenoptera: Eulophidae: Tetrastichinae): a new pest in Central America. *Bioinvasions*. 2019. 8:452–456. DOI: <http://dx.doi.org/10.3391/bir.2019.8.2.28>.

26. Fernandes DRR, Dantas KS, Lima KG, Cavaleiro DO, Rafael JA. A new native host for Erythrina gall wasp *Quadrastichus erythrinae* Kim, 2004 (Hymenoptera: Eulophidae) in the oceanic archipelago of Fernando de Noronha, Brazil. *Entomological Communications*, 2022. 4:ec04034. <https://doi.org/10.37486/2675-1305.ec04034>.
27. Gramling C. Hawaii's coral trees feel the sting of foreign wasps. *Science*. 2005. 310: 1759–1760. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.310.5755.1759>.
28. Li J, Guo Q, Han S, Jiang L, Liang G. Types, Morphologies and Distributions of Antennal sensilla of *Quadrastichus erythrinae* (Hymenoptera: Eulophidae). *Florida Entomologist*. 2013. 96(4). <https://doi.org/10.1653/024.096.0407>.
29. Xu T, Jacobsen CM, Cho IK, Hara AH, Li QX. Application of an enzymelinked immunosorbent for the analysis of imidacloprid in wiliwili tree, *Erythrina sandwicensis* O. Deg, for control of the wasp *Quadrastichus erythrinae*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2006. 54:8444–8449. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf062004e>.
30. Daccola JJ, Smith SL, Strom BL, Medeiros AC, Von Allmen E. Systematically applied insecticides for treatment of Erythrina Gall Wasp, *Quadrastichus erythrina* Kim (Hymenoptera: Eulophidae). *Arboriculture and Urban Forestry*. 2009. 35:173–181. <https://doi.org/10.48044/jauf.2009.030>.
31. Yang MM, Lin YC, Wu Y, Fisher N, Saimanee T, Sangtongpraow B, Zhu C, Chiu WCH, La Salle J. Two new Aprostocetus species (Hymenoptera: Eulophidae: Tetrastichinae), fortuitous parasitoids of invasive eulophid gall inducers (Tetrastichinae) on Eucalyptus and Erythrina. *Zootaxa*. 2014. 3846 (2): 261–272. DOI: <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3846.2.6>.
32. Kaufman LV, Wright MG, Yalem J, Messing RH. Biological control of the Erythrina gall wasp: protecting a native keystone forest species in Hawaii. *Proceedings of the 4th International Symposium on Biological Control of Arthropods*, Pucón, Chile. Peter G, Mason DRG, Charles Vincent Eds. p72-74. 2013.
33. Kaufman LV, Yalem J, Wright MG. Classical biological control of the erythrina gall wasp, *Quadrastichus erythrinae*, in Hawaii: conserving an endangered habitat. *Biological Control*. 2020. 142:104161. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2019.104161>.
34. Kaufman LV, Yalem J. Protection of wiliwili trees, the foundation of Hawaiian dry forests, through suppression of an invasive gall wasp. In Van Driesche, R., Reardon, R.C. (Ed), Suppressing Over-abundant Invasive Plants and Insects in Natural Areas by Use of Their Specialized Natural Enemies. USDA Forest Service. FHTET-2017-02. Morgantown, West Virginia, USA. 2017.

35. Van Driesche R, Pratt PD, Center TD, Rayamajhi MB, Tipping PW, Purcell M, Fowler S, Causton C, Hoddle MS, Kaufman L, Messing RH, Montgomery ME, Van Klinken R, Duan JJ, Meyer JY. Cases of biological control restoring natural systems, pp. 298–246. In: Van Driesche RG, Simberloff D, Blossey B, Causton C, Hoddle M, Marks C, Heinz K, Wagner D, Warner K. (Eds.), *Integrating Biological Control into Conservation Practice*. Wiley/Blackwell, Oxford, UK, pp. 208–245. 2016.
36. Bell RC, Belmaker A, Couch CS, Marchetto KM, Simonis JL, Thomas RQ, Sparks JP, Brown JM, Francisco KS, Manuel ME. Effectiveness of *Erythrina* gall wasp biocontrol and implications for the recovery of threatened Wiliwili trees (Fabaceae: *Erythrina sandwicensis*). *The Journal of the Torrey Botanical Society*. 2013. 140:215–224. <http://www.jstor.org/stable/43287000>.
37. Kaufman LV, Yalem J, Wright MG. Classical biological control of the erythrina gall wasp, *Quadrastichus erythrinae*, in Hawaii: Conserving an endangered hábitat. *Biological Control*. 2020. 142:104-161. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2019.104161>.
38. Noyes, J. S. (2020) Universal Chalcidoidea Database. Retrieved. Disponível em: <https://www.nhm.ac.uk/our-science/data/chalcidoids/> [Acesso 17 de novembro de 2024].