

# O APICULTOR<sup>®</sup>



R E V I S T A   D E   A P I C U L T U R A

ISSN - 0873-2981 • ANO 31 N.º 116 - Abr./ Jun. 22 - € 7,00 (iva incl.) Periodicidade Trimestral

- Estudo genético da invasão da vespa asiática no sul da Europa
- Programa Apícola Nacional 2020-2022
- Notícias
- Coexistências (17)

**PORTUGUESE  
BEEKEEPING  
MAGAZINE**

# Estudo genético da invasão da vespa asiática (*Vespa velutina nigrithorax*) no sul da Europa



Andreia Quaresma<sup>1</sup>, Dora Henriques<sup>1</sup>, Joana Godinho<sup>2</sup>, Xulio Maside<sup>3, 4</sup>, Laura Bortolotti<sup>5</sup>, M. Alice Pinto<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigação de Montanha, Instituto Politécnico de Bragança, Bragança, Campus de Santa Apolónia, 5300-253 Bragança, Portugal

<sup>2</sup>Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, I.P. (INIAV), Oeiras, Portugal

<sup>3</sup>Grupo de Medicina Xenómica, CIMUS, Universidade de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela, Espanha

<sup>4</sup>Instituto de Investigación Sanitaria de Santiago (IDIS), Santiago de Compostela, Espanha

<sup>5</sup>Honey Bee and Silkworm Research Unit (CRA-API), Council for Agricultural Research and Economics, Research Centre for Agriculture and Environment (CREA-AA), Bologna, Itália

\*Autora correspondente: apinto@ipb.pt



## Introdução

A *Vespa velutina* (*Vespidae*), também conhecida como vespa asiática, partilha com outros himenópteros um conjunto de características biológicas únicas (ex.: vida colonial, sistema de castas, divisão de tarefas), as quais têm contribuído de forma inequívoca para o sucesso das inúmeras invasões biológicas causadas por estes insetos sociais. Nas últimas décadas, mais de 30 espécies da família *Vespidae* foram acidentalmente introduzidas em todo o mundo (Beggs *et al.* 2011). A Europa manteve-se livre destes poderosos invasores até 2004, ano em que a vespa asiática foi avistada pela primeira vez em Nérac, Lot-et-Garonne, França (Villemant *et al.* 2006). Desde então, a vespa asiática tem-se expandido rapidamente pela maior parte da Europa ocidental e já se encontra em pelo menos nove países vizinhos da França. A primeira incursão deste invasor fora de França ocorreu na localidade espanhola de Amaiur (Navarra), que se situa a 180 km a sul de Nérac (López *et al.* 2011), seis anos após a introdução. Depois de Espanha, a chegada da *V. velutina* a outros países foi muito rápida. Na Bélgica (Rome *et al.* 2013) e em Portugal (Grosso-Silva e Maia 2012) os primeiros indivíduos foram avistados em 2011, em Itália em 2012 (Demichelis *et al.* 2014), na Alemanha em 2014 (Witt 2015), na Grã-Bretanha (Budge *et al.* 2017) e nos Países Baixos em 2016 (Smit *et al.* 2018), na Suíça em 2017 (Poidatz *et al.* 2018) e em 2021 na Irlanda. A vespa asiática ocupa assim uma vasta área do território Europeu, a qual continua a crescer.

É do conhecimento geral que, para além de causar problemas de saúde pública, a disseminação da vespa asiática na Europa é responsável por elevados prejuízos económicos e ecológicos (Monceau *et al.* 2014). O impacto negativo causado nos ecossistemas deve-se à competição com a entomofauna nativa e também à interferência na polinização das plantas selvagens e culturas agrícolas, uma vez que a vespa asiática é um predador feroz de muitas espécies de polinizadores (Monceau *et al.* 2013, 2015), principalmente da abelha melífera.

Infelizmente, todas as tentativas de travar o estabelecimento e expansão da vespa asiática em França foram insuficientes e ineficazes. Também ineficazes foram os Pirenéus e os Alpes já que a vespa foi capaz de ultrapassar estas barreiras geográficas e expandir-se naturalmente nas Penínsulas Ibérica e Itálica (Bertolino *et al.* 2016; Goldarazena *et al.* 2015; López *et al.* 2011). A chegada da *V. velutina* a Viana do Castelo em 2011, à época a mais de 600 km da frente de expansão em Navarra e no País Basco (Grosso-Silva e Maia 2012; López *et al.* 2011), resultou provavelmente de um “salto” mediado pela atividade humana. Porém, apesar de menos provável, a hipótese de uma introdução independente a partir da Ásia também não podia ser completamente descartada, até à realização deste estudo genético.

Desde a sua chegada em 2004, a *V. velutina* estabeleceu-se com sucesso por praticamente toda a França. Além disso, expandiu-se a sul para a Península Ibérica, onde ocupa um território que vai da Catalunha até ao sul de Portugal, e a Leste para a Península Itálica, onde está a progredir ao longo da costa mediterrânica (Bertolino *et al.* 2016). A taxa média anual de expansão tem variado entre 18,3 km em Itália (Bertolino *et al.* 2016) até 37,7 km em Portugal (Carvalho *et al.* 2020), sugerindo que a vespa está a progredir a um ritmo mais lento nestes territórios do que em França, onde a velocidade reportada ronda os 82 km por ano (Robinet *et al.* 2017).

A maior parte dos estudos da *V. velutina* na Europa tem incidido essencialmente em diferentes aspetos da sua biologia, ecologia e controlo (revisto por Laurino *et al.* 2020; Monceau *et al.* 2014; Turchi e Derijard 2018) e são raros aqueles que têm abordado os aspetos genéticos da invasão (Arca *et al.* 2015; Budge *et al.* 2017; Granato *et al.* 2019; Jones *et al.* 2020). Os poucos estudos genéticos apontam para um processo invasivo iniciado na Europa por apenas uma rainha fecundada por 3-5 machos (Arca *et al.* 2015). Neste artigo, expandimos o conhecimento atual da genética da invasão da *V. velutina* na Europa através do estudo do DNA mitocondrial e DNA nuclear das populações das Penínsulas Ibérica e

# Estudo genético da invasão da vespa asiática

Itália. Este estudo foi publicado recentemente na revista científica *Biological Invasions* (Quaresma *et al.* 2022). Os objetivos principais eram (i) testar se a origem da invasão na Ibéria e Itália era França ou se se tratava de um caso de introdução múltipla independente a partir da área nativa, tal como tem acontecido para outros invasores (Kolbe *et al.* 2004; Meimberg *et al.* 2010; Roman e Darling 2007; Wares *et al.* 2005), e (ii) determinar a extensão da perda de diversidade genética, relativamente às populações francesas e asiáticas, associada ao efeito fundador.



## Análise genética

Entre 2016 e 2017, colheu-se um total de 246 fêmeas de *V. velutina* em Espanha (45), Portugal (190) e Itália (11), cada uma representando uma colónia independente. O DNA total (mitocondrial e nuclear) foi extraído do tórax de cada indivíduo e foi depois amplificado por PCR (reação de polimerização em cadeia). Para a análise do DNA mitocondrial, amplificou-se um fragmento do gene citocromo oxidase I (conhecido por ser o código de barras dos animais) enquanto a análise do DNA nuclear baseou-se num marcador molecular designado por microssatélite (marcador utilizado nos testes de paternidade). O DNA mitocondrial foi sequenciado e o nuclear foi genotipado num sequenciador automático. Os dados genéticos produzidos neste estudo foram depois combinados com os publicados por colegas franceses (Arca *et al.* 2015) para um total de 162 indivíduos da França (83), províncias Chinesas de Yunnan (20) e Zhejiang/Jiangsu (30), Indonésia (21) e Vietname (8).



## Padrão de diversidade genética

Os dados genéticos obtidos a partir das 246 colónias amostradas em Portugal, Espanha e Itália sugerem que a invasão da Península Ibérica e Itália têm origem na população francesa e não numa introdução independente a partir da área de distribuição nativa. Esta hipótese é fortemente suportada pelo facto de ter sido detetada apenas a linhagem mitocondrial presente em França em todas as amostras analisadas. Este resultado é congruente com um cenário invasivo iniciado por uma única fêmea fecundada (Arca *et al.* 2015), uma vez que são as fêmeas que passam o DNA mitocondrial para a geração seguinte. Os resultados nucleares também corroboram esta hipótese uma vez que os alelos (variantes) dos microssatélites encontrados nas populações peninsulares são um subconjunto dos reportados para a população francesa, que por sua vez são um subconjunto dos reportados para as populações da Ásia (Arca *et al.* 2015).

Os nossos resultados dos microssatélites (marcador do DNA nuclear) mostram uma maior proximidade genética da população francesa com as populações de Itália e do noroeste de Espanha do que com a população portuguesa. Estes resultados são consistentes com a origem das populações espanhola e italiana por expansão natural da população francesa. Por outro lado, a população portuguesa teve origem num salto de grande distância, tal como documentado para o Reino Unido (Budge *et al.* 2017; Jones *et al.* 2020). Porém, se os propágulos que entraram em Portugal em 2011 eram originários da população francesa ou da frente que se estava a expandir em Navarra e País Basco, não nos foi possível determinar. Mas, especula-se que o primeiro indivíduo terá vindo num carregamento de madeira de pinheiro importada das Landes para Viana do Castelo (M. Maia, comunicação pessoal). Independentemente da origem exata dos propágulos introduzidos em Portugal, este tipo de invasão, auxiliada pela atividade humana, acelerou o processo de dispersão da vespa asiática na Europa, tendo ajudado no seu avanço tanto para sul (Portugal) como para norte (Reino Unido; Budge *et al.* 2017). Os diferentes processos de colonização de Portugal, Espanha e Itália explicam em parte os resultados da diversidade genética apresentados mais a baixo.

Pouco depois da chegada a Portugal, a vespa asiática estabeleceu-se e expandiu-se rapidamente ao longo da costa Atlântica tanto para sul como para a vizinha Galiza (Carvalho *et al.* 2020). Na Galiza, o primeiro indivíduo foi detetado em A Mariña, Lugo, apenas um ano após o primeiro avistamento em Portugal. A Mariña situa-se a 200 km de Viana do Castelo e a 400 km da, à época, frente da invasão no País Basco (Goldarazena *et al.* 2015). Curiosamente, os nossos resultados indicam que os indivíduos amostrados na região de A Mariña são geneticamente mais próximos dos indivíduos estabelecidos em Portugal (Fig. 1) do que dos de Espanha. À exceção dos indivíduos amostrados no sul da Galiza, todos os outros amostrados em Espanha estão geneticamente mais próximos da população francesa. Considerando que a taxa média de expansão era de ~40 km/ano na costa Atlântica ibérica, a invasão da região A Mariña em 2012, longe da frente no País Basco, teve origem num salto e, provavelmente, a partir de Portugal (mas esta hipótese terá que ser confirmada por dados genéticos adicionais). Os nossos dados dos microssatélites sugerem também que na região da Galiza existem duas frentes de invasão: uma oriunda de Portugal e outra do País Basco (Fig. 1).

Quando um número reduzido de migrantes coloniza um novo território normalmente há perda de diversidade genética, pois há variantes dos genes (alelos) na população de origem que, devido ao acaso, não são levados pelos migrantes (este processo é

# Estudo genético da invasão da vespa asiática



Fig. 1: Distribuição geográfica dos indivíduos amostrados em Espanha, Portugal e Itália. Os pontos cor de laranja correspondem aos indivíduos geneticamente mais próximos da população francesa enquanto os pontos azuis correspondem aos indivíduos mais próximos da população portuguesa, com base nos dados dos microssatélites (marcadores do DNA nuclear). As setas indicam os indivíduos identificados como migrantes de primeira geração na análise genética. As estrelas vermelhas indicam o local onde o primeiro indivíduo foi avistado em cada país.

conhecido na gíria da genética populacional como efeito fundador). A perda de diversidade genética pode ser mais ou menos acentuada, o que depende por um lado do tamanho do propágulo (apenas uma fêmea fecundada por 3-5 machos, no caso da introdução da vespa asiática em França, e número desconhecido em Portugal) e por outro da existência de um fluxo contínuo de migrantes a alimentar a frente invasora (Swaevers *et al.* 2013). Como se pode ver na Fig. 2, o impacto do efeito fundador na diversidade genética da população francesa não foi muito acentuado. O propágulo introduzido em França conseguiu reter 85,2% da riqueza alélica (medida de diversidade genética calculada pelo número de alelos existente numa população, e que determina o seu potencial de adaptação a longo termo) e 79,9% da heterozigotia (medida de diversidade genética dependente da presença de dois alelos diferentes num indivíduo diploide) presentes na população parental Chinesa de Zhejiang/Jiangsu (Arca *et al.* 2015). Este grau de perda de diversidade genética (14,8% e 20,1%, Fig. 2) é da ordem de grandeza do que vem sendo reportado para outros invasores (animais e plantas) e está relacionado com o sucesso da invasão (revisito por Bossdorf *et al.* 2005; Dlugosch e Parker 2008; Roman e Darling 2007; Wares *et al.* 2005).

A diversidade genética retida por uma população fundadora não é o único fator determinante do sucesso de uma invasão biológica. Porém, é um dos mais críticos pois vai influenciar a resposta adaptativa do invasor ao novo ambiente (Drake e Lodge 2006; Lockwood *et al.* 2005). Curiosamente, devido ao sistema de acasalamento poliândrico (cruzamento de uma fêmea com vários machos) da *V. velutina*, a rainha fecundada por 3-5 machos que deu origem à invasão na Europa trouxe consigo uma fração importante da diversidade da população nativa (Arca *et al.* 2015).

O impacto do efeito fundador na diversidade genética foi mais acentuado na população portuguesa do que na francesa, com perdas de 29,6% e 17,4% em riqueza alélica e 53,9% e 42,3% em heterozigotia relativamente à população chinesa de Zhejiang/Jiangsu e à população francesa, respetivamente (Fig. 2). Apesar disso, a vespa asiática foi capaz de invadir toda a costa atlântica da Península Ibérica, embora a um ritmo um pouco mais lento do que em França (Carvalho *et al.* 2020; Villemant *et al.* 2011). É plausível que o empobrecimento da diversidade genética possa ter contribuído para a desaceleração da invasão, uma vez que as condições climáticas e a disponibilidade de alimento em Portugal não parecem ser fatores limitantes à expansão (Carvalho *et al.*

# Estudo genético da invasão da vespa asiática

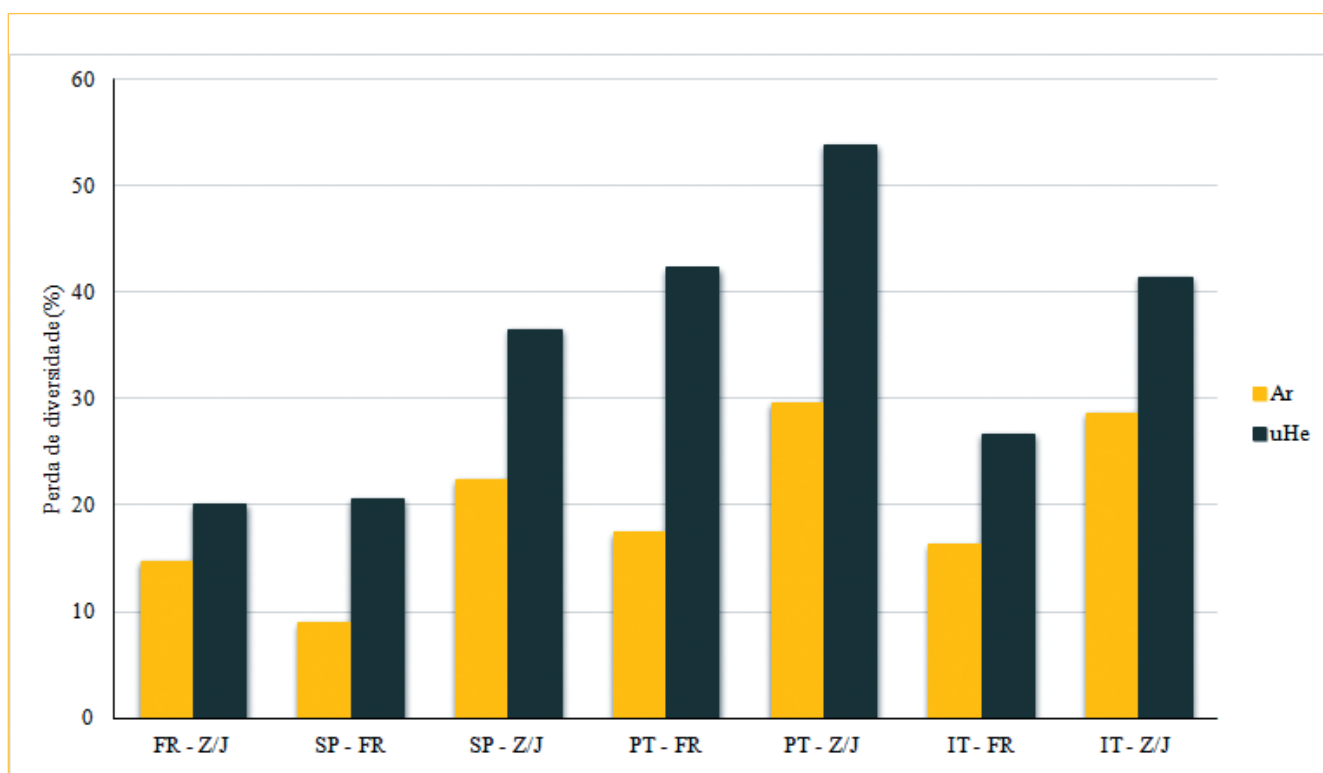


Fig. 2: Perda de diversidade genética calculada através das medidas riqueza alélica (Ar) e heterozigotia (uHe) para as populações de França (FR), Espanha (SP), Portugal (PT), Itália (IT), e a província chinesa de Zhejiang/Jiangsu (Z/J)

2020). Porém, a expansão da população ao longo da costa atlântica em Espanha, a partir da origem da invasão em Navarra, parece estar a trazer nova diversidade genética. Esta hipótese é suportada pela deteção de seis migrantes em Portugal (identificados pelos pontos a cor de laranja na Fig. 1), os quais representam um aumento de 20,3% na riqueza alélica.

Apesar de haver ainda muito por investigar, a nossa análise genética sugere que a vespa asiática invadiu o Noroeste de Espanha e Itália por um processo natural de expansão terrestre enquanto que em Portugal a invasão resultou de um salto de longa distância mediado pelos humanos. Apesar da perda de variabilidade genética causada pelo efeito fundador (primeiro em França e depois em Portugal) não ter sido suficiente para impedir a disseminação bem-sucedida da vespa asiática em Portugal, a contínua expansão da frente invasora a partir de Espanha parece estar a ajudar a restaurar a diversidade perdida aquando da introdução secundária em 2011. O recente crescimento populacional em Portugal, refletido no número crescente de ninhos detetados (Carvalho *et al.* 2020), pode estar relacionado com a introdução de nova diversidade genética. Neste contexto, é provável que o problema da vespa tenda a agravar, a não ser que fatores bióticos (ex.: ação de predadores e patógenos, competição intra- e interespecífica) e abióticos (ex.: alterações climáticas) possam oferecer alguma resistência.



## Agradecimentos

Este trabalho não teria sido possível sem a colaboração de inúmeras pessoas que gentilmente contribuíram com amostras de *Vespa velutina*, a quem muito agradecemos, nomeadamente: Marco Portocarrero, Tiago Moreira, Miguel Maia, Bruno Moreira, Ester Ordóñez Dios, David Outeiro, Egoitz Galarza, Nicole Filipe, Inês Madeira, Carla Teixeira, Carlos Cadime, Andrea Chasqueiro, Ana Paula Vale, Carla Brites, João Valente, Paulo Russo, Mónica Lopes, João Mesquita e Sílvia Rodrigues. Agradecemos também a Florence Mougél (Laboratoire Evolution Génome Spéciation, CNRS) por ter fornecido amostras de DNA de vespa de outros países. Este trabalho foi financiado pelo programa POSEUR-03-2215-FC-000008, através do projeto “GesVespa: Estratégias de gestão sustentável da *Vespa velutina* no Norte de Portugal”. Os autores agradecem ainda à Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT) o apoio financeiro ao CIMO (UIDB/00690/2020), através de fundos nacionais FCT/MCTES. Dora Henriques é financiada pelo projeto “BeeHappy: Bee (*Apis mellifera* L.) Health in the Azores: comparing ePIdemiological Patterns in a unique natural laboratory” (POCI-01-0145-FEDER-029871).

# Estudo genético da invasão da vespa asiática



## Referências bibliográficas

Arca M *et al.* (2015) Reconstructing the invasion and the demographic history of the yellow-legged hornet, *Vespa velutina*, in Europe. *Biol Invasions* 17:2357-2371

Beggs JR, Brockerhoff EG, Corley JC, Kenis M, Masciocchi M, Muller F, Rome Q, Villemant C (2011) Ecological effects and management of invasive alien *Vespidae*. *BioControl* 56:505-526

Bertolino S, Liroy S, Laurino D, Manino A, Porporato M (2016) Spread of the invasive yellow-legged hornet *Vespa velutina* (Hymenoptera: *Vespidae*) in Italy. *Appl Entomol Zool* 51:589-597 doi: 10.1007/s13355-016-0435-2

Bossdorf O, Auge H, Lafuma L, Rogers WE, Siemann E, Prati D (2005) Phenotypic and genetic differentiation between native and introduced plant populations. *Oecologia* 144:1-11 doi:10.1007/s00442-005-0070-z

Budge GE *et al.* (2017) The invasion, provenance and diversity of *Vespa velutina* Lepeletier (Hymenoptera: *Vespidae*) in Great Britain. *PLoS One* 12:e0185172 doi:10.1371/journal.pone.0185172

Carvalho J, Hipólito D, Santarém F, Martins R, Gomes A, Carmo P, Rodrigues R, Grosso-Silva J, Fonseca C (2020) Patterns of *Vespa velutina* invasion in Portugal using crowdsourced data. *Insect Conserv Divers* 13:501-507 doi:10.1111/icad.12418

Demichelis S, Manino A, Minuto G, Mariotti M, Porporato M (2014) Social wasp trapping in north west Italy: Comparison of different bait-traps and first detection of *Vespa velutina*. *Bull Insectology* 67

Dlugosch KM, Parker IM (2008) Founding events in species invasions: genetic variation, adaptive evolution, and the role of multiple introductions. *Mol Ecol* 17:431-449 doi:10.1111/j.1365-294X.2007.03538.x

Drake JM, Lodge DM (2006) Allee effects, propagule pressure and the probability of establishment: risk analysis for biological invasions. *Biol Invasions* 8:365-375 doi:10.1007/s10530-004-8122-6

Goldarazena A, De Heredia IP, Romon P, Iturrondobetia JC, Gonzalez M, Lopez S (2015) Spread of the yellow-legged hornet *Vespa velutina nigrithorax* du Buysson (Hymenoptera: *Vespidae*) across Northern Spain. *EPPPO bulletin* 45:133-138 doi: 10.1111/epp.12185

Granato A, Negrisolo E, Bonomi J, Zulian L, Cappa F, Bortolotti L, Mutinelli F (2019) Recent confirmation of a single haplotype in the Italian population of *Vespa velutina*. *Biol Invasions* 21:2811-2817 doi: 10.1007/s10530-019-02051-4

Grosso-Silva JM, Maia M (2012) *Vespa velutina* Lepeletier, 1836 (Hymenoptera, *Vespidae*), new species for Portugal. *Arquivos Entomológicos*:53-54

Jones EP, Conyers C, Tomkies V, Semmence N, Fouracre D, Wakefield M, Stainton K (2020) Managing incursions of *Vespa velutina nigrithorax* in the UK: an emerging threat to apiculture. *Sci Rep* 10:1-8 doi: 10.1038/s41598-020-76690-2

Kolbe J, Glor R, Rodríguez Schettino L, Lara AC, Larson A, Losos JB (2004) Genetic variation increases during biological invasion by a Cuban lizard. *Nature* 431, 177–181. doi: 10.1038/nature02807

Laurino D, Liroy S, Carisio L, Manino A, Porporato M (2020) *Vespa velutina*: An Alien Driver of Honey Bee Colony Losses. *Diversity* 12:5 doi: 10.3390/d12010005

Lockwood JL, Cassey P, Blackburn T (2005) The role of propagule pressure in explaining species invasions. *Trends Ecol Evol* 20:223-228 doi: 10.1016/j.tree.2005.02.004

López S, González M, Goldarazena A (2011) *Vespa velutina* lepeletier, 1836 (Hymenoptera: *Vespidae*): first records in Iberian Peninsula. *EPPPO Bulletin* 41:439-441 doi: 10.1111/j.1365-2338.2011.02513.x

Meimberg, H., Milan, N.F., Karatassiou, M., Espeland, E.K., McKay, J.K. and Rice, K.J. (2010), Patterns of introduction and adaptation during the invasion of *Aegilops triuncialis* (*Poaceae*) into Californian serpentine soils. *Molecular Ecology*, 19: 5308-5319. doi: 10.1111/j.1365-294X.2010.04875.x

Monceau K, Arca M, Leprêtre L, Mougél F, Bonnard O, Silvain J-F, Maher N, Arnold G, Thiéry D (2013) Native prey and invasive predator patterns of foraging activity: the case of the yellow-legged hornet predation at European honeybee hives. *PLoS One* 8:e66492 doi: 10.1371/journal.pone.0066492

Monceau K, Bonnard O, Thiéry D (2014) *Vespa velutina*: a new invasive predator of honeybees in Europe. *J Pest Sci* 87:1-16 doi: 10.1007/s10340-013-0537-3

Monceau K, Moreau J, Poidatz J, Bonnard O, Thiéry D (2015), Behavioral syndrome in a native and an invasive hymenoptera species. *Insect Science*, 22: 541-548. doi: 10.1111/1744-7917.12140



# Estudo genético da invasão da vespa asiática

Poidatz J, Monceau K, Bonnard O, Thiéry D (2018) Activity rhythm and action range of workers of the invasive hornet predator of honeybees *Vespa velutina*, measured by radio frequency identification tags. *Ecol Evol* 8:7588-7598 doi: 10.1002/ece3.4182

Quaresma A, Henriques D, Godinho J, Maside X, Bortolotti L, Pinto MA (2022) Invasion genetics of the Asian hornet *Vespa velutina nigrithorax* in Southern Europe. *Biol Invasions*. doi: 10.1007/s10530-022-02730-9

Robinet C, Suppo C, Darrouzet E (2017) Rapid spread of the invasive yellow-legged hornet in France: the role of human-mediated dispersal and the effects of control measures. *J Appl Ecol* 54:205-215 doi: 10.1111/1365-2664.12724

Roman J, Darling JA (2007) Paradox lost: genetic diversity and the success of aquatic invasions. *Trends Ecol Evol* 22:454-464 doi: 10.1016/j.tree.2007.07.002

Rome Q, Dambrine L, Onate C, Muller F, Villemant C, García-Pérez A, Maia M, Carvalho-Esteves P, Bruneau E (2013) Spread of the invasive hornet *Vespa velutina* Lepeletier, 1836, in Europe in 2012 (Hym., *Vespidae*). *Bull Soc Entomol Fr* 118:21-22

Smit J, Noordijk J, Zeegers T (2018) Will the Asian hornet (*Vespa velutina*) settle in the Netherlands? *Entomolog Ber* 78:2-6

Swaegers J, Mergeay J, Therry L, Larmuseau

M, Bonte D, Stoks R (2013) Rapid range expansion increases genetic differentiation while causing limited reduction in genetic diversity in a damselfly. *Heredity* 111:422-429

Turchi L, Derijard B (2018) Options for the biological and physical control of *Vespa velutina nigrithorax* (Hym.: *Vespidae*) in Europe: A review. *J Appl Entomol* 142:553-562 doi: 10.1111/jen.12515

Villemant C, Barbet-Massin M, Perrard A, Muller F, Gargominy O, Jiguet F, Rome Q (2011) Predicting the invasion risk by the alien bee-hawking Yellow-legged hornet *Vespa velutina nigrithorax* across Europe and other continents with niche models. *Biol Conserv* 144:2142-2150 doi: 10.1016/j.biocon.2011.04.009

Villemant C, Haxaire J, Streito JC (2006) Premier bilan de l'invasion de *Vespa velutina* Lepeletier en France (*Hymenoptera*, *Vespidae*). *Bull Soc Entomol Fr* 111:535-538

Wares JP, Hughes AR, Grosberg RK (2005) Mechanisms that drive evolutionary change: Insights from species introduction and invasions. In: *Species invasions: insights into ecology, evolution, and biogeography*. Sinauer Associates Sunderland, MA, pp 229-257

Witt R (2015) Erstfund eines Nestes der Asiatischen Hornisse *Vespa velutina* Lepeletier, 1838 in Deutschland und Details zum Nestbau (*Hymenoptera*, *Vespidae*). *Ampulex* 7:42-53

**MELLIS**  
MEDITERRANEA

+34 96 298 61 83  
mediterraneamellis@mediterraneamellis.com  
www.mediterraneamellis.com  
46192 Monserrat (Valencia) - SPAIN

*mellis*  
GOURMET HONEY

**Mellis**  
HONEY. HEALTHY HONEY

*Somos distribuidores*  
Maquinaria apícola, de embalaje y extractoras de miel.

*Compramos y vendemos*  
Miel, Polen, Propóleo, Jalea Real, Cera, tanto a granel como envasado.

*Fabricamos*  
bloques y láminas de cera 100% natural.

**FRITZ**  
500 beekeeping

**swienty**  
... for better honey

**WET-Thermplate**  
Maschinenbau- und Vertriebs GmbH