



EVOLUCIÓN DE LA SENSIBILIZACIÓN ALÉRGICA A LOS DOS GÉNEROS DE AVISPAS MÁS ALERGÉNICOS EN VALLADOLID.

TRABAJO DE FIN DE GRADO
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
FACULTAD DE MEDICINA

Autora: María Isabel Hormiga Rodríguez.
Tutor: José María Vega Gutiérrez.
Cotutora: Alicia Armentia Medina.



ÍNDICE

1. RESUMEN	2
• Palabras clave.....	2
2. INTRODUCCIÓN	3-9
• Exposición del problema.....	3
• Justificación.....	3
• Objetivos.....	3
• Hipótesis.....	3
• Generalidades de los Himenópteros.....	4-5
• Epidemiología y generalidades de las reacciones alérgicas a himenópteros.....	6-9
3. MATERIALES Y MÉTODOS	10 - 11
4. RESULTADOS	12 - 13
5. DISCUSIÓN	14 - 16
• Papel del cambio climático.....	14-15
• Otras consecuencias de la expansión.....	16
6. CONCLUSIÓN	17
7. BIBLIOGRAFÍA	18 - 20

1. RESUMEN

Hymenoptera es un Orden amplio que integra insectos como las abejas, avispas y hormigas. Dentro de este, se encuentran el Suborden Apócrita y el Infraorden Aculeata, a los que pertenece la Familia Vespidae que engloba los Géneros *Polistes* y *Vespula* spp, avispas protagonistas de este estudio.

Los himenópteros que más casos de alergia producen en nuestro país son las abejas, y las avispas *Polistes dominula* (en el sur) y *Vespula germanica* (en el norte). Las reacciones de hipersensibilidad se producen con una prevalencia del 2.8% al 28.7% ocurriendo de forma sistémica en un 0.3%-7.5%, pudiendo llegar al shock anafiláctico. La inmunoterapia es un método altamente eficaz para prevenir estas reacciones protegiendo así a las personas alérgicas frente a las graves consecuencias que puede producir la picadura de estos insectos.

Se realiza un estudio observacional descriptivo analizando los resultados de las pruebas de IgE específica realizadas a pacientes con sospecha de alergia a himenópteros en Valladolid en el Hospital Río Hortega en los años 2010 y 2019 con el fin de comprobar si hay cambios en la prevalencia de alergia a himenópteros partiendo de la hipótesis de que en los últimos años se ha producido un aumento en la hipersensibilidad al Género *Polistes* con respecto a los demás.

Obteniéndose resultados estadísticamente significativos para *P. dominula* ($p < 0.005$), se analiza el cambio climático como agente causante y la forma en la que este influye sobre esta especie. Concluyéndose que *P. dominula* ha modificado sus características térmicas para así sobrevivir mejor a las alteraciones del ambiente consiguiendo así expandirse progresivamente a otros territorios y aumentando la exposición a su picadura y por tanto, a las reacciones alérgicas.

- **Palabras clave**

Himenópteros. Hipersensibilidad. Veneno. *Polistes dominula*. *Vespula germanica*. Cambio climático.

2. INTRODUCCIÓN

- **Exposición del problema**

En los últimos años se está observando un cambio en la distribución de distintos insectos que se ha relacionado, entre otros factores, con el cambio climático. Esto, puede implicar también a los himenópteros y repercutir sobre la salud humana, dada la gravedad de las reacciones de hipersensibilidad causadas por estos artrópodos.

- **Justificación**

El interés de este estudio se halla en:

- I. Comprobar si hay diferencias en la distribución de la sensibilización a venenos de himenópteros.
- II. La gravedad de las reacciones de hipersensibilidad provocadas por himenópteros.
- III. El cambio climático supone un tema de actualidad y podemos observar uno de tantos aspectos en los que afecta a la salud.
- IV. Crear conciencia de la repercusión que tiene el cambio climático.

- **Objetivos**

A través de este trabajo se pretende estudiar la evolución de la distribución de la hipersensibilidad al veneno de himenópteros con los datos obtenidos de IgE específica en 2010 y 2019.

Además, a partir de esta información, sacar conclusiones sobre las potenciales causas de este incremento, valorando la posible implicación del cambio climático y la forma en la que este factor influye.

- **Hipótesis**

El cambio climático, además de otros factores, está propiciando un aumento en los casos de hipersensibilidad al género *Polistes* con respecto a *Vespula* spp, ya que la elevación en las temperaturas favorece a las primeras.

- **Generalidades de los Himenópteros**

Dentro del Orden Hymenoptera, cuya característica principal es la presencia de dos pares de alas membranosas (las primeras más grandes que las segundas) y el aparato bucal, que es de tipo triturador, o triturador-lamedor, con una mandíbula fuerte y bien desarrollada, se encuentran especies como las abejas, avispas y hormigas. Estos muestran una morfología homogénea pero una amplia variedad de estilos de vida, que incluyen fitofagia, parasitoidismo, depredación, alimentación de polen y eusocialidad. Incluyen plagas agrícolas, invasores de ecosistemas, agentes de control biológico y polinizadores. Son esencialmente agitadores de tierra: o excavan sus nidos en ella o la utilizan para crearlos. Suelen vivir de forma solitaria o en colonias. La distribución geográfica de los nidos está dominada principalmente por la temperatura. Buscan la calidez por encima de todo (1,2,3).

Un dato característico es que la determinación del sexo sigue generalmente un sistema haplo-diploide. Los huevos sin fertilizar son haploides, saliendo de ellos los machos, y, por otro lado, aquellos fertilizados son diploides y dan lugar a las hembras (4).

Existen dos Subórdenes dentro del Orden Hymenoptera, Symphyta y Apócrita, que se diferencian según la presencia o no de una estrangulación que separa el tórax del abdomen, estando esta presente en el segundo caso. En cuanto a este rasgo, podemos diferenciar a *Vespula* de *Polistes* por la forma del abdomen, inferior a la estrangulación, ya que en *Vespula* se hace ancho inmediatamente y en *Polistes* de forma más progresiva. Dentro del Suborden Apócrita se encuentra el Infraorden Aculeata al que pertenece la Familia Vespidae. El Infraorden Aculeata se caracteriza porque se encuentra un agüijón en el lugar donde habitualmente está el órgano ovipositor, que es con el que las hembras ponen los huevos (4,5).

En vista del tema de este trabajo, nos vamos a centrar en introducir de forma general a las avispas, más concretamente a la Familia Vespidae, a la que pertenecen los géneros *Polistes* y *Vespula*, protagonistas del estudio.

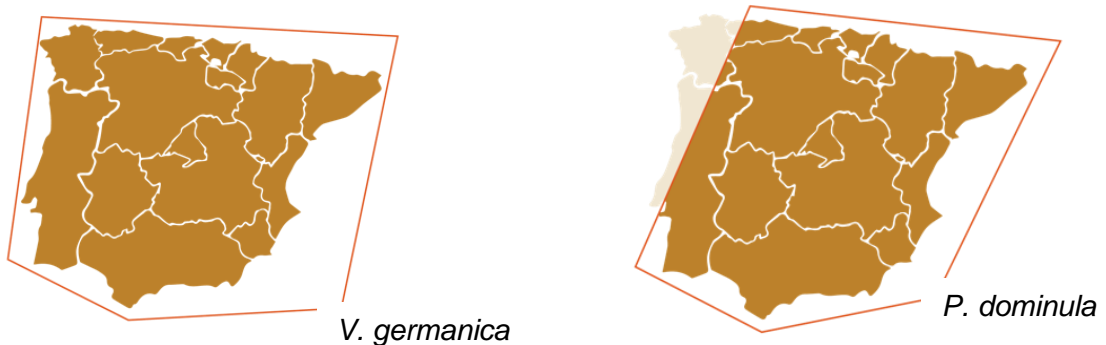
Vespidae es una Familia moderadamente grande que está muy extendida pero especialmente numerosa en climas templados. Los caracteres morfológicos importantes incluyen las antenas largas y delgadas, curvas, pero no rizadas. Son de tamaño mediano (9-25 mm), oscuras, pero marcadas con amarillo, blanco o rojo. Las alas generalmente se pliegan longitudinalmente cuando el insecto está en reposo. Se divide en las Subfamilias Vespinae (avispa chaqueta amarilla y avispones) y Polistinae (avispa) (6,7). La Subfamilia Vespinae se divide en tres géneros: *Vespula*

(avispas chaqueta amarilla), *Dolichovespula* y *Vespa* (avispones). Los nombres comunes en el uso general pueden ser engañosos: en Europa, el término "avispas" se refiere generalmente a cualquiera de las avispas sociales y no solo a las especies de *Polistes* (8).

Los nidos de *Vespula* (avispas chaqueta amarilla) se encuentran más frecuentemente debajo de la tierra, pero también bajo el techo o en los postigos (8). Anidan sobre todo en zonas rurales, agrícolas, bosques, jardines, pero también en edificios y estructuras urbanas (6).

Las avispas papeleras comunes (*Polistes*) construyen nidos en forma de panal en arbustos o debajo de las cornisas de las casas mezclando fibras vegetales con su saliva. Generalmente presentan una sola capa de celdas abiertas con una cubierta exterior mínima. Las especies importantes de *Polistes* en Europa son *P. dominula* y *P. gallicus* (8). Su zona de origen es la Europa Mediterránea y en este caso, se suelen encontrar más frecuentemente en áreas cosmopolitas, aunque también se pueden ver en zonas de campo (6).

En los siguientes mapas podemos observar la actual distribución de las principales especies de avispa en España. Aunque la distribución de ambas avispas es por toda España, se ha venido aceptando una mayor abundancia de *Polistes* en la zona mediterránea y de *Vespula* en el Noroeste por los datos de vacunación.



Imágenes 1 y 2 (6). Fuente: *Tratado de Alergología. Introducción, epidemiología y clínica.*

- **Epidemiología y generalidades de las reacciones alérgicas a himenópteros**

Una reacción alérgica se produce cuando el sistema inmunológico reacciona de manera exagerada ante una sustancia que normalmente es inofensiva y no debe ser detectada como extraña (9). La alergia al veneno de himenópteros es una reacción de hipersensibilidad tipo I, estando estas mediadas por IgE, que se une a mastocitos liberando mediadores de la inflamación (10).



Imagen 3 (11). Fuente: Sociedad de Alergología e Inmunología Clínica de Extremadura.

Las reacciones alérgicas a himenópteros se producen por la inoculación del veneno de estos insectos mediante su picadura. La prevalencia de estas reacciones es del 2.8% a 28.7% (12). Siendo la de las reacciones locales de 2.4% a 26.4% y la de las reacciones sistémicas 0.3% a 7.5% (13). Su veneno es una de las causas más frecuentes de anafilaxia. Además, se calcula que más de la mitad de la población (57% a 95%) va a ser picada por un himenóptero al menos una vez en su vida (14).

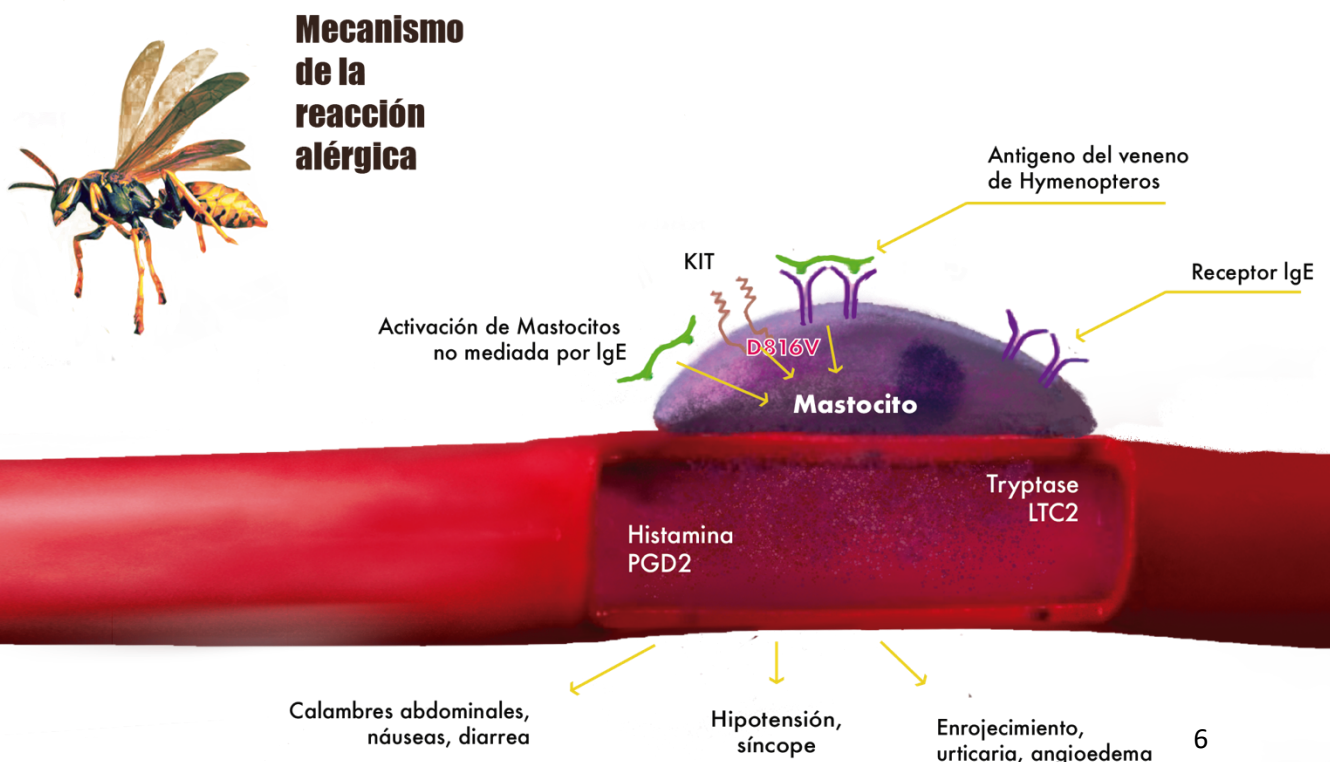


Imagen 4 (15). Fuente: *Anaphylaxis After Hymenoptera Sting: Is It Venom Allergy, a Clonal Disorder, or Both?*

La mortalidad a nivel internacional se encuentra entre 0.03 y 0.48 por 1.000.000 de habitantes/año. Existen factores de riesgo como una edad superior a 40 años, sexo masculino, comorbilidades, picaduras en zonas como cabeza y cuello y el tipo de insecto (14).

Existe una amplia variedad de manifestaciones clínicas que se pueden producir ante la picadura de un himenóptero en pacientes alérgicos. Estas van desde reacciones leves como urticaria, prurito, etc, hasta otras sistémicas graves que pueden llegar a comprometer la vida de las personas que las sufren (16). A través de la clasificación de Müller podemos diferenciar 4 grados de reacciones como se muestra en la Tabla 1 (13).

Tabla 1 (13): Clasificación en grupos de gravedad de las reacciones sistémicas a picaduras de himenópteros

Fuente: Anafilaxia por picadura de himenóptero: estudio de 113 casos.

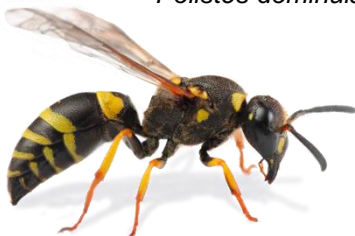
GRADO	MÜLLER	MANIFESTACIONES
Leve	I	Urticaria generalizada, prurito, malestar, ansiedad
	II	Cualquiera de las anteriores asociada a 2 o más de las siguientes: angioedema, opresión torácica, náuseas, vómitos, diarrea, dolor abdominal, vértigo Angiodema aislado.
Grave	III	Cualquiera de las anteriores asociada a 2 o más de las siguientes: disnea, sibilancias o estridor aislados
	IV	Cualquiera de las anteriores asociada a 2 o más de las siguientes: hipotensión, colapso, pérdida de conocimiento, relajación de esfínteres, cianosis.

Aunque todavía no se conocen todos los alérgenos que componen el veneno de los himenópteros, sí se ha observado que la mayoría contienen hialuronidasas, dipeptidilpeptidasas y vitelogeninas, por lo que estos son considerados parte de la causa de las reacciones cruzadas que se producen entre venenos (17).

En las siguientes tablas (2, 3 y 4) se muestran los alérgenos que componen los venenos de los distintos himenópteros. Datos obtenidos de *ALLERGEN NOMENCLATURE. WHO/IUIS Allergen Nomenclature Sub-Committee* (18).

ESPECIE**TABLA 2****ALERGENOS DEL VENENO***Apis mellifera*

Api m 1	Fosfolipasa A2
Api m 2	Hialuronidasa
Api m 3	Fosfatasa ácida
Api m 4	Melitina
Api m 5	Dipeptidilpeptidasa IV
Api m 6	Inhibidor de proteasa
Api m 7	CUB serin proteasa
Api m 8	Carboxilesterasa
Api m 9	Serin carboxipeptidasa
Api m 10	Icarapina variante 2, proteína rica en carbohidratos
Api m 11	Proteína principal de la jalea real
Api m 12	Vitelogenina

ESPECIE**TABLA 3****ALERGENOS DEL VENENO***Polistes dominula*

Pol d 1	Fosfolipasa A1
Pol d 2	Hialuronidasa
Pol d 3	Dipeptidilpeptidasa IV
Pol d 4	Serin proteasa
Api m 12	Antígeno 5

ESPECIE**TABLA 4****ALERGENOS DEL VENENO***Vespula germanica*

Ves g 5	Antígeno 5
---------	------------

Existen reacciones cruzadas entre alérgenos de las tres especies. Por ejemplo, entre el antígeno 5 de *Polistes dominula* y el de *Vespula germanica* y, por otro lado,

también entre las hialuronidasas y dipeptidilpeptidasas IV de *Apis mellifera* y *Polistes dominula* (16).

El diagnóstico de esta patología se basa en una historia clínica exhaustiva, donde es necesario preguntar datos sobre las circunstancias de la picadura, como la fecha, los síntomas que se presentaron y cuándo. Además, tenemos disponibles las pruebas cutáneas y la cuantificación de anticuerpos IgE específicos (19).

Las pruebas cutáneas son muy sensibles, simples y baratas. Para la realización de estas se utilizan preparaciones estandarizadas de veneno o venenos completos dializados (19). Dentro de este tipo de pruebas están las intradérmicas y los prick en las que se utilizan diferentes concentraciones del alérgeno, siendo necesaria más concentración en los prick (20). Es aconsejable empezar con un prick debido a que las pruebas intradérmicas suponen un mayor riesgo de anafilaxia. Las pruebas cutáneas se deben realizar unas semanas después de la picadura ya que si no pueden obtenerse falsos negativos (19).

La determinación de IgE específica es el método usado inicialmente para el diagnóstico, y ha sido el utilizado para obtener los datos de este trabajo. Será brevemente explicado más adelante.

Dada la gravedad de las reacciones, se hace uso de la inmunoterapia para generar tolerancia al veneno y prevenirlas siendo su eficacia muy alta. Esta se utiliza en pacientes con reacciones sistémicas graves en los que se ha demostrado la sensibilización mediada por IgE. Se realiza mediante la inyección subcutánea de extracto del alérgeno en dosis ascendentes durante unas semanas o meses hasta alcanzar la dosis de mantenimiento, alcanzando también en este momento la protección. Es el único tratamiento curativo de esta patología además de la evitación de la picadura que no siempre es posible. La efectividad se encuentra entre 77%-84% para la abeja y entre el 91%-96% para la avispa, pudiendo a veces fallar y no producir tolerancia inmunológica, lo que supone un riesgo para estos pacientes que están expuestos a sufrir peligrosas reacciones (20).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

- **Tipo de estudio**

Se ha llevado a cabo un **estudio observacional descriptivo** analizando la evolución de la sensibilización alérgica al veneno de los himenópteros que causan más casos de alergia (abeja y avispas de los géneros Polistes y Vespula) realizada a pacientes que acudieron a la Unidad de Alergia del Hospital Universitario Río Hortega de Valladolid por reacciones tras su picaduras en los años 2010 y 2019.

- **Determinación de IgE específica**

La técnica utilizada para la cuantificación de los niveles de IgE específica fue el **ImmunoCAP (Thermo Fisher Scientific®)**, con una alta sensibilidad y especificidad.

Esta técnica consiste en exponer el suero del paciente al alérgeno y añadir posteriormente anticuerpos Anti-IgE unidos a β -Galactosidasa. La unión de este Anti-IgE a la IgE del paciente va a provocar que al añadir Metilumbeliferil- β -D-galactosidasa, esta sea transformada por la β -Galactosidasa en un compuesto fluorescente llamado 4-metilumbeliferona. Cuanta más cantidad de IgE unida al alérgeno haya, más intensa será la fluorescencia (21).

El valor a partir del cual se considera la prueba positiva es de **0.35**, considerando como negativo valores inferiores a este. Además, se puede analizar la intensidad de la sensibilización, ya que valores superiores a 3.5 implican una sensibilización muy alta.

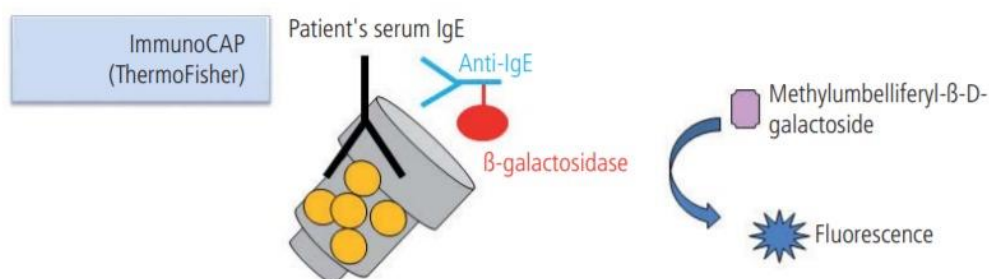


Imagen 5 (20). Fuente: *Recommendations for the Use of In Vitro Methods to Detect Specific Immunoglobulin E: Are They Comparable?*

- **Análisis estadístico**

En primer lugar, se han agrupado los datos obtenidos para cada especie y año, con respecto a dos puntos de corte. Las dos opciones escogidas son: por un lado, dividir las muestras teniendo en cuenta el valor a partir del cual se consideran positivas (0.35), consiguiendo así un grupo de **negativos** (<0.35) y otro de **positivos** (>0.35). Y, por otro lado, separándolas según si se trata de una **sensibilización alta** (<3.5) o una **sensibilización muy alta** (>3.5), partiendo del valor que indica la intensidad de la sensibilización (3.5).

La utilización de estos dos puntos de corte nos va a servir para comprobar si existe un aumento en el número de casos y a su vez, si la sensibilización es más intensa. Para ello es necesario comprobar la significación estadística de las diferencias entre los dos años para cada especie, mediante la realización de un contraste de hipótesis estudiando así si estas desigualdades se deben o no al azar.

Realizando el contraste de hipótesis para cada especie (abeja, *Vespula* y *Polistes*), podremos comparar si existe un aumento significativo en la prevalencia de alergia a *Polistes dominula* con respecto a los otros himenópteros que con mayor frecuencia causan reacciones de hipersensibilidad en nuestro país.

Este **contraste de hipótesis** se hace mediante una **prueba Chi Cuadrado**. Con ella se pueden estudiar muestras cuantitativas o nominales, como en este caso en el que analizamos proporciones. A través de Chi Cuadrado se puede saber si unas muestras están relacionadas o son independientes. En nuestro estudio observamos si existe relación contrastando las muestras observadas con las esperadas para los datos de alergia a cada himenóptero.

Según los resultados del p-valor podremos aceptar o rechazar la hipótesis nula, H_0 (no ha aumentado la sensibilización alérgica) según si hay o no diferencias estadísticamente significativas entre las frecuencias esperadas y las observadas. Asumiendo, en caso de que las haya, que la hipótesis alternativa, H_1 (ha aumentado la sensibilización alérgica) es cierta. Aceptando un error del 0.05. Cálculos estadísticos realizados mediante programa SPSS.

4. RESULTADOS

Se recogieron un total de 432 muestras, de las cuales 131 pertenecen a pacientes con sospecha de alergia a abeja (72 en 2010 y 59 en 2019), 150 a aquellos con sospecha de alergia a *Polistes* spp (82 en 2010 y 65 en 2019) y 154 a *Vespula* spp (88 en 2010 y 66 en 2019). Se observa un aumento en la prevalencia de la alergia a *Polistes* spp, que en su caso ha evolucionado de un 25.6% de positivos, del total de pruebas IgE específica realizadas en 2010, a un 47.7% en 2019.

Los resultados de IgE específica frente al veneno de himenópteros se muestran en la Tabla 5.




	AÑO	NEGATIVO (< 0.35)	POSITIVO (> 0.35)	TOTAL
 Abeja	2010	55	17	72
	2019	44	15	59
 <i>Polistes dominula</i>	2010	61	21	82
	2019	34	31	65
 <i>Vespula germanica</i>	2010	52	36	88
	2019	37	29	66

Tabla 5. Resultados de pruebas IgE específicas por himenópteros y año.

Considerando los datos expuestos en la tabla nos damos cuenta de que, a pesar de haberse realizado en 2019 las pruebas de IgE específica para *Polistes* a un menor número de personas, la proporción de resultados positivos es mayor que en el año 2010. Por el contrario, en el caso de la abeja y *Vespula* spp las proporciones son prácticamente similares en los dos años.

Basándonos en nuestra hipótesis, en la que suponemos que el cambio climático y el aumento en las temperaturas que este supone favorece al género *Polistes* provocando que se amplíe su zona de distribución a nivel nacional, siendo cada vez más frecuente en áreas del norte y que, como consecuencia de esto, haya un incremento en los casos de alergia, esperaríamos encontrar diferencias estadísticamente significativas al comparar la proporción de resultados positivos para *Polistes* en ambos años. Esperando, además, no encontrar esta diferencia para la Abeja y *Vespula* spp, que no se ven afectadas por este cambio en las temperaturas.

En cuanto a la **abeja**, de las 72 muestras estudiadas en 2010, 17 fueron positivas, lo que supone un 23.6%. Mientras que, en 2019, de las 59 muestras estudiadas, 15 fueron positivas suponiendo un 25.42%. Por lo que existe un 1.82% más de positivos en 2019 con respecto a 2010. Tras el análisis estadístico podemos concluir con un **p>0.8** (consultar resultados en la Tabla 6) que no existe una diferencia estadísticamente significativa, por tanto, no se puede considerar que haya habido un aumento en la prevalencia de alergia.

Con respecto a **Polistes**, como comentamos anteriormente, se obtuvieron 21 resultados positivos de 85 muestras estudiadas en 2010 (25.6%) y 31 positivos de 65 muestras estudiadas en 2019 (47.7%). En este caso la diferencia entre los dos años es de un 22.1% más de positivos en el año 2019, existiendo para este género un aumento estadísticamente significativo en la prevalencia con un **p<0.005** (consultar resultados en la Tabla 6).

Para finalizar, en relación a **Vespula** se observó un 41% de positivos en 2010, 36 de 88 muestras analizadas, y un 44% en 2019, 29 de 66 muestras estudiadas. Esto supone un aumento en los positivos de un 3%, con un **p>0.7** (consultar resultados en la Tabla 6), no pudiendo considerar que haya un aumento en la prevalencia ya que no existen diferencias significativas.

Tabla 6. Evolución de IgE positiva (%) a veneno de abeja, Polistes y Vespula en 2010 y 2019.

Especie	2010	2019	X²	P
<i>Abeja</i>	23.6	25.42	0.058	P>0.8
<i>P. dominula</i>	25.6	47.7	7.734	P<0.005
<i>V. germanica</i>	41	44	0.142	P>0.7

Estos resultados confirman nuestra hipótesis. Sí que existe un aumento en la prevalencia de alergia a Polistes con respecto a los otros dos himenópteros más alergénicos en España. Asimismo, se analizaron los datos utilizando el punto de corte 3.5, que muestra la intensidad de la sensibilización, pero no se obtuvieron resultados significativos con respecto a ninguno de los tres himenópteros, concluyéndose que, aunque haya aumentado el número de casos de alergia a Polistes, la sensibilización alérgica no es más intensa para ninguno de ellos.

5. DISCUSIÓN

Habiendo obtenido estos resultados debemos plantearnos las causas de este aumento en la prevalencia al género *Polistes* con respecto a las demás. Una de las opciones que ha adquirido más peso en los últimos años es la del aumento de las temperaturas en relación con el cambio climático, que es capaz de causar cambios en la distribución de los insectos, entre ellos los himenópteros, causando graves consecuencias ya no solo a nivel alergológico, también a nivel económico y ecológico.

- **Papel del cambio climático**

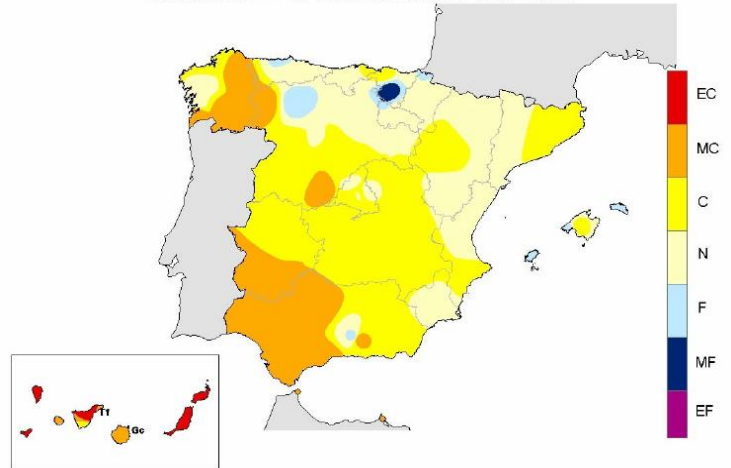
La temperatura es un factor importante en la vida de los animales, influyendo en multitud de procesos biológicos (22). En el caso de los insectos, esto es todavía más notable debido a que al ser organismos ectotérmicos, regulan su temperatura corporal dependiendo de la temperatura del medio (23). El cambio climático influye en la distribución de los insectos provocando en ellos adaptaciones para poder enfrentarse a las alteraciones del ambiente (22).

En un estudio realizado por *Helmut Kovac et al.* (22) en 2017 sobre las características térmicas de *Polistes dominula* y *Polistes gallicus*, que son las avispas papeleras más frecuentes en Europa, “se observaron diferencias como, por ejemplo, el límite térmico crítico inferior que en *P. dominula* era de $-1.4\text{ }^{\circ}\text{C}$ y en *P. gallicus* de $-0.4\text{ }^{\circ}\text{C}$. Esta diferencia se atribuye a la necesidad de *P. dominula* de adaptarse a las temperaturas más frías de Centroeuropa para así expandirse con éxito. En cambio, no existen diferencias significativas en cuanto al límite máximo de temperatura, siendo para *P. dominula* de $47.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ y para *P. gallicus* de $47.6\text{ }^{\circ}\text{C}$. Además, se observó también que *P. dominula* tiene una mayor capacidad para soportar mayores diferencias entre las temperaturas mínimas y máximas de un lugar, siendo capaz en temperaturas altas, de mantener su tórax unos grados por debajo del aire ambiente. Otra característica es que *P. dominula* enfría sus nidos con un mecanismo evaporativo y a través de la elección del lugar donde anidan, prefiriendo sitios aislados del exterior”.

La supervivencia de los nidos y de las reinas tras el periodo de hibernación es uno de los principales factores que influyen en el mantenimiento de las poblaciones de estos insectos (24). Las adaptaciones comentadas anteriormente son las causantes de que en el caso de *Polistes*, tengan una mayor tasa de supervivencia, pudiendo aumentar así su población.

Según la información elaborada por la *Agencia Estatal de Meteorología* (25), “en **2010** la temperatura media en España fue de **14.98 °C** (0.35 °C por encima del valor normal). Observando el mapa podemos ver que en la mayor parte del territorio las temperaturas se encuentran en rangos **normal o cálido**. El año 2010 tuvo la temperatura media más baja desde 1996.

CARACTER DE LA TEMPERATURA - AÑO 2010

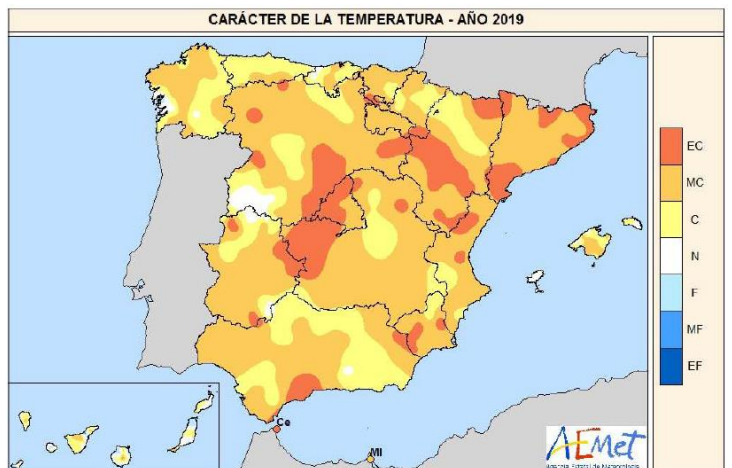


FUENTE: Agencia Estatal de Meteorología. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

EC =Extremadamente Cálido: Las temperaturas sobrepasan el valor máximo registrado en el periodo de referencia 1971 – 2000.
 MC =Muy cálido: $f < 20\%$. Las temperaturas registradas se encuentran en el intervalo correspondiente al 20% de los años más cálidos.
 C =Cálido: $20\% \leq f < 40\%$.
 N =Normal: $40\% \leq f < 60\%$. Las temperaturas registradas se sitúan alrededor de la mediana.
 F =Frio: $60\% \leq f < 80\%$.
 MF =Muy Frio: $f \geq 80\%$.
 EF =Extremadamente frío: Las temperaturas no alcanzan el valor mínimo registrado en el periodo de referencia 1971 – 2000

Sin embargo, en cuanto a **2019**, hubo una temperatura media de **15.9 °C**, 0.8°C por encima del valor medio anual utilizando como referencia el periodo de tiempo entre 1981 y 2010. Siendo el sexto año más cálido del siglo XXI. Además, en cuanto a las temperaturas máximas han sido 1.2 °C superiores al valor normal. Como se puede ver en el siguiente mapa, las temperaturas de forma mayoritaria se encuentran en el rango que pertenece a **muy cálido y extremadamente cálida**”.

CARÁCTER DE LA TEMPERATURA - AÑO 2019



EC = Extremadamente Cálido: Las temperaturas sobrepasan el valor máximo registrado en el periodo de referencia 1981-2010.
 MC = Muy cálido: $f < 20\%$. Las temperaturas registradas se encuentran en el intervalo correspondiente al 20% de los años más cálidos.
 C = Cálido: $20\% \leq f < 40\%$.
 N = Normal: $40\% \leq f < 60\%$. Las temperaturas registradas se sitúan alrededor de la mediana.
 F = Frio: $60\% \leq f < 80\%$.
 MF = Muy Frio: $f \geq 80\%$.
 EF = Extremadamente frío: Las temperaturas no alcanzan el valor mínimo registrado en el periodo de referencia 1981-2010.
 FUENTE: Agencia Estatal de Meteorología. Ministerio para la Transición Ecológica.

Por tanto, la evolución de la temperatura ha pasado de ser normal o cálida a muy cálida o extremadamente cálida. Comparando la temperatura media de 2019 con la del año 2010 podemos ver un aumento de casi 1°C.

- **Otras consecuencias de la expansión**

La capacidad de adaptación de *Polistes dominula* no solo ha permitido su expansión en zonas del norte de Europa, sino que, además, ha sido importada en países como Estados Unidos, Australia y algunos países de América del sur, siendo en estos una especie invasora consiguiendo extenderse de manera rápida, con lo que ello conlleva. Aparte de las reacciones alérgicas, produce daños también en el ecosistema, siendo depredador de otras especies como, por ejemplo, las mariposas, alimentándose de sus larvas. Por otro lado, se encuentran las consecuencias económicas, ya que daña los cultivos (26,27). Según *Miller GL. et. al* (28), “en Estados Unidos ha conseguido desplazar a *P. Fuscatus*, la especie nativa”. En el siguiente mapa podemos ver en color rojo las zonas donde *P. dominula* es especie invasora y en azul lo que corresponde a su actual área normal de distribución (27).

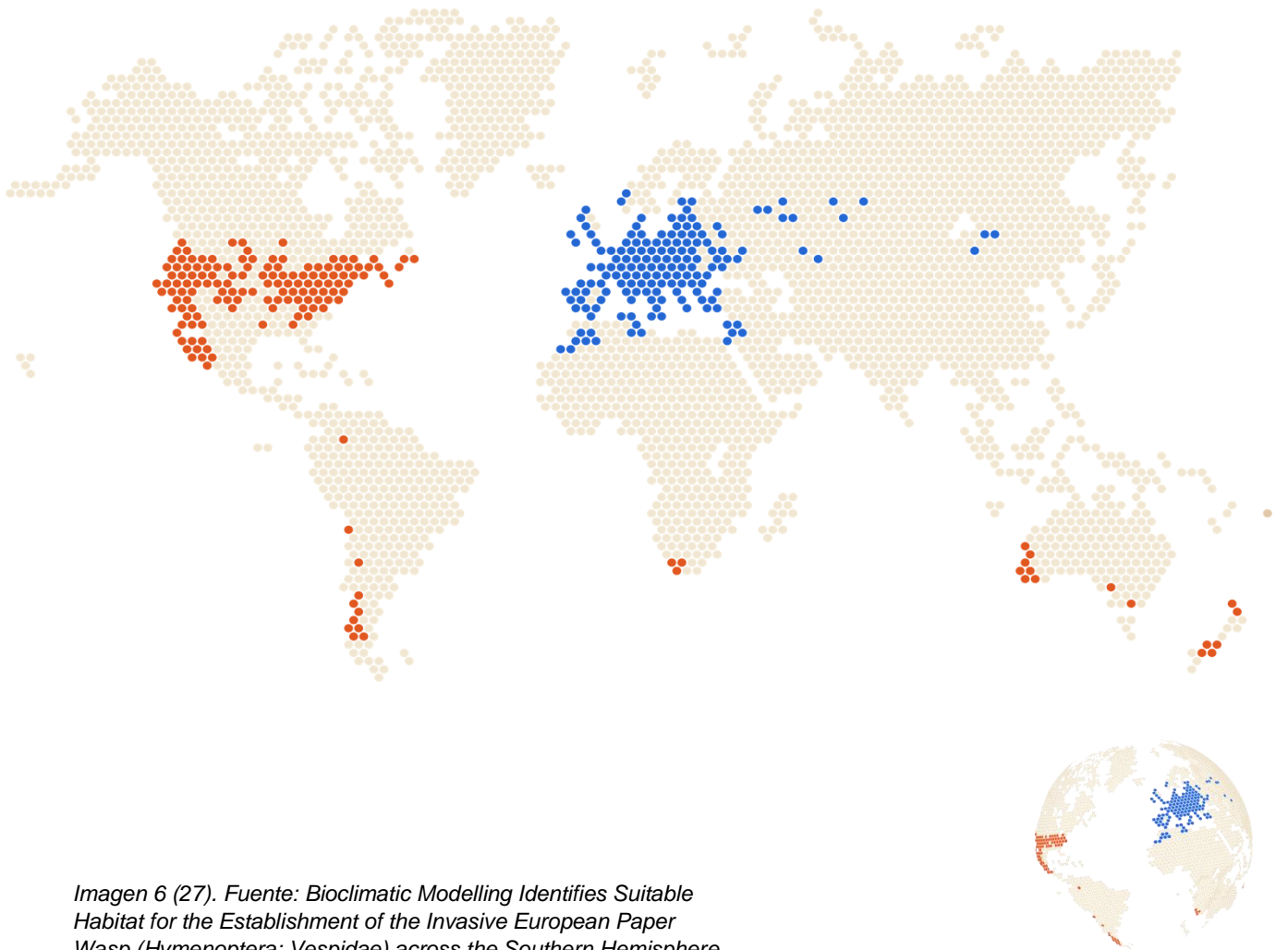


Imagen 6 (27). Fuente: *Bioclimatic Modelling Identifies Suitable Habitat for the Establishment of the Invasive European Paper Wasp (Hymenoptera: Vespidae) across the Southern Hemisphere.*

6. CONCLUSIONES

Tras nuestro estudio, podemos concluir que sí se ha producido un aumento significativo en los casos de alergia a *Polistes dominula* en los últimos diez años.

Además, las causas de este aumento, según las fuentes contrastadas, son que, a diferencia de otras especies, *P. dominula*, ha conseguido adaptarse de manera exitosa a las alteraciones producidas por el cambio climático, cambiando sus características, pudiendo así expandirse de manera rápida y eficaz. Además de que el aumento de las temperaturas y su tendencia a las zonas más cálidas favorezca esta extensión. A partir de esta información podemos observar cómo el cambio climático perjudica a algunas especies, factor que también afecta a los humanos, pero, por otro lado, como en el caso de *Polistes*, el hecho de que algunas especies se vean favorecidas supone igualmente un problema.

Esta expansión ha supuesto que esta especie haya aumentado su zona de distribución saliendo del aérea mediterránea, que corresponde a su lugar originario, siendo cada vez más habitual su presencia en zonas del norte y países como Alemania, que son más fríos, invadiendo por otro lado otros continentes como América. Su mayor presencia conlleva una mayor exposición de la población a su picadura, de ahí que la prevalencia de hipersensibilidad haya aumentado. Esto puede llegar a tener graves consecuencias porque el veneno de estos insectos es capaz de producir reacciones graves en las personas con hipersensibilidad y el único método que tenemos para prevenirlas es la inmunoterapia.

El cambio climático es un desafío al que nos enfrentamos en las últimas décadas. La forma de vida del ser humano ha conseguido modificar las condiciones climáticas con acciones como la emisión de gases de efecto invernadero y el elevado consumo de recursos. Esto conlleva consecuencias catastróficas como el incremento de la temperatura, el aumento del nivel del mar por el deshielo, etc. Como ya hemos visto, a su vez estos factores provocan cambios en distintos ámbitos que tienen impacto sobre nuestra vida y nuestra salud. Es por ello por lo que debemos concienciarnos sobre este tema y tomar las medidas necesarias para frenarlo, ya que de seguir igual podemos vernos gravemente perjudicados.

7. BIBLIOGRAFÍA

1. Fernández Gayubo S, Pujade-Villar J. Orden Hymenoptera. IDE@-SEA [Internet]. 2015 [Consultado en enero de 2021];(59). Disponible en: http://sea-entomologia.org/IDE@/revista_59.pdf
2. Ortuño VM; Martínez Pérez FD. Diversidad de Artrópodos en España. Memorias R. Soc. Esp. Hist. Nat. [Internet]. 2011 [Consultado en enero de 2021]; 2ª ép., 9. Disponible en: <http://www.rsehn.es/cont/publis/boletines/132.pdf>
3. Hymenoptera of the World: An Identification Guide to Families; Centre for Land and Biological Resources Research: Ottawa, ON, Canada: Goulet H, Huber JT. 1993 [Consultado en enero de 2021];1-18. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/259227143_Hymenoptera_of_the_World_An_Identification_Guide_to_Families/citations
4. Nieves Aldrey JL, Fontal Cazalla F, Fernández F. Filogenia y evolución de Hymenoptera [Internet]. En: Fernández F, Sharkey MJ: editores. Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical. Bogotá D.C., Colombia. Serie Entomología Colombiana, Sociedad Colombiana de Entomología; 2006 [Consultado en enero de 2021]:37–55. Disponible en: <https://digital.csic.es/bitstream/10261/79928/1/NievesAldreyFONTFERN2006-2c.pdf>
5. Nieves Aldrey JL, Sharkey M. Himenópteros [Internet]. En: Vargas P, Zardoya R, editores. El árbol de la vida: sistemática y evolución de los seres vivos. Madrid. Impulso Global Solutions, S.A.; 2012 [Consultado en enero de 2021]:323-333. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/259827612_Himenopteros
6. Soriano Gomis AV, Fernández Sánchez FJ, Cruz Granados MS, Jorro Martínez G. Introducción, epidemiología, clínica [Internet]. En: Peláez Hernández A, Dávila González IJ, editores. Tratado de alergología. Tomo II. Madrid. Ergon; 2007 [Consultado en enero de 2021]:1263-1276. Disponible en: <https://docplayer.es/41337930-Introduccion-epidemiologia-clinica.html>
7. Ayala R, Mléndez Ramírez V. Familia Vespidae [Internet]. En: Cibrián Tovar D, editor. Fundamentos de Entomología Forestal. Primera edición. 2017 [Consultado en enero de 2021]:348-353. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/320696208_Familia_Vespidae
8. Oude Elberink J. Insect Sting Allergy [Internet]. En: Leung DYM, Szeffler SJ, Bonilla FA, et. al, editores. Pediatric Allergy: Principles and Practice. Tercera edición. Elsevier; 2016 [Consultado en enero de 2021]:513-523. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780323298759000574>
9. Garrote A, Bonet R. Alergias y antialérgicos. Causas, tipos y tratamiento. Elsevier [Internet]. 2004 [Consultado en febrero de 2021];23(3):82-94. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-alergias-antialergicos-causas-tipos-tratamiento-13059410>

10. Delves PJ. Generalidades sobre los trastornos alérgicos y atópicos. Manual MSD [Internet]. 2020 [Consultado en febrero de 2021]. Disponible en: <https://www.msmanuals.com/es-es/professional/inmunolog%C3%ADa-y-trastornos-al%C3%A9rgicos/enfermedades-al%C3%A9rgicas,-autoinmunitarias-y-otros-trastornos-por-hipersensibilidad/generalidades-sobre-los-trastornos-al%C3%A9rgicos-y-at%C3%B3picos>
11. Sociedad de Alergología e Inmunología Clínica de Extremadura. SAICEX [Internet]. [Consultado el 21 de mayo de 2021]. Disponible en: <http://www.saicex.org/>
12. Navarro LA, Peláez A, De la Torre F, et. al. Epidemiological factors on Hymenoptera venom allergy in a Spanish adult population. J Invest Allergol Clin Immunol [Internet]. 2004 [Consultado en febrero de 2021];14(2):134-141. Disponible en: <http://www.jiaci.org/issues/vol14issue02/7.pdf>
13. Pérez Pimiento AJ, Alonso González L, Prieto Lastra L, et. al. Anafilaxia por picadura de himenóptero: estudio de 113 casos. Med Clin [Internet]. 2005 [Consultado en febrero de 2021];125(11):417-20. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-medicina-clinica-2-articulo-anafilaxia-por-picadura-himenoptero-estudio-13079383>
14. Schäfer, T. Epidemiologie der Insektengiftallergie. Allergo J Int [Internet]. 2009 [Consultado en marzo de 2021];18:353–358. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF03362108>
15. Castells MC, Hornick JL, Akin C. Anaphylaxis after Hymenoptera Sting: Is It Venom Allergy, a Clonal Disorder or Both?. J Allergy Clin Immunol Pract [Internet]. 2015 [Consultado en mayo de 2021];3(3):350-355. Disponible en: [https://www.jaci-inpractice.org/article/S2213-2198\(15\)00135-X/references#secsectitle0010](https://www.jaci-inpractice.org/article/S2213-2198(15)00135-X/references#secsectitle0010)
16. Pérez Riverol A, Palma MS, Jakob T. Current challenges diagnostics of insect venom allergy. Allergo J Int [Internet]. 2020 [Consultado en marzo de 2021];29:79–91. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s40629-020-00119-5>
17. Spillner E, Blank S, Jakob T. Hymenoptera allergens: from venom to “venome”. Front. Immunol. [Internet]. 2014 [Consultado en marzo de 2021];5(77). Disponible en: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fimmu.2014.00077/full>
18. WHO/IUIS Allergen Nomenclature Sub-Committee. Allergen Nomenclature. Allergen [Internet]. [Consultado el 21 de marzo de 2021]. Disponible en: <http://www.allergen.org/>
19. Jakob T, Rafeir Shamsabadi D, Spillner E, Müller S. Diagnostics in Hymenoptera venom allergy: current concepts and developments with special focus on molecular allergy diagnostics. Allergo J Int [Internet]. 2017 [Consultado en marzo de 2021];26:93–105. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5406443/>
20. Blank S, Grosch J, Ollert M, Bilò MB. Precision Medicine in Hymenoptera Venom Allergy: Diagnostics, Biomarkers, and Therapy of Different Endotypes and Phenotypes. Front. Immunol. [Internet]. 2020 [Consultado en abril de 2021];11(579409). Disponible en: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fimmu.2020.579409/full>

21. Goikoetxea MJ, Sanz ML, García BE, et. al. Recommendations for the Use of In Vitro Methods to Detect Specific Immunoglobulin E: Are They Comparable? *J Investig Allergol Clin Immunol* [Internet]. 2013 [Consultado en mayo de 2021];23(7):448-454. Disponible en: <http://www.jiaci.org/issues/vol23issue7/vol23issue07-1.htm>
22. Kovac, H, Käfer, H, Petrocelli, I, et al. Comparison of thermal traits of *Polistes dominula* and *Polistes gallicus*, two European paper wasps with strongly differing distribution ranges. *J Comp Physiol B* [Internet]. 2017 [Consultado en abril de 2021];187:277–290. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00360-016-1041-x>
23. Brodeur J, Boivin G, Bourgeois G, et. al. Impact des changements climatiques sur le synchronisme entre les ravageurs et leurs ennemis naturels : conséquences sur la lutte biologique en milieu agricole au Québec . *Ouranos* [Internet]. 2013 [Consultado en abril de 2021]. Disponible en: <https://www.ouranos.ca/publication-scientifique/RapportBrodeur2013.pdf>
24. Vega A, Castro L. Impact of climate change on insect–human interactions. *Curr. Opin. Immunol.* [Internet]. 2019 [Consultado en abril de 2021];19(5):475-481. Disponible en: https://journals.lww.com/co-allergy/Abstract/2019/10000/Impact_of_climate_change_on_insect_human.11.aspx
25. Agencia Estatal de Meteorología. AEMET [Internet]. Gobierno de España. [Consultado el 25 de abril de 2021]. Disponible en: <http://www.aemet.es/es/portada>
26. Masciocchi M. *Polistes dominula*, “falsa chaqueta amarilla”. La avispa de papel presente en la Patagonia Argentina. *Presencia* [Internet]. 2018 [Consultado en mayo de 2021];29(70):46-48. Disponible en: <https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/handle/20.500.12123/4204#>
27. Howse MWF; Haywood J, Lester PJ. Bioclimatic Modelling Identifies Suitable Habitat for the Establishment of the Invasive European Paper Wasp (Hymenoptera: Vespidae) across the Southern Hemisphere. *Insects* [Internet]. 2020 [Consultado en mayo de 2021];11(784). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7697767/>
28. Miller GL, Donnelly CR, Gamboa GJ. A ten-year comparative study of the population dynamics and parasitoidism in the native paper wasp *Polistes fuscatus* and the invasive *P. dominulus*. *Insectes Soc* [Internet]. 2013 [Consultado en mayo de 2021];60(1):49-56. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00040-012-0264-4>

ANEXOS

I. Tabla resultado análisis estadístico **Abeja**:

	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)	Significación exacta (bilateral)	Significación exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	,058 ^a	1	,810		
Corrección de continuidad ^b	,001	1	,971		
Razón de verosimilitud	,058	1	,810		
Prueba exacta de Fisher				,840	,484
Asociación lineal por lineal	,057	1	,811		
N de casos válidos	131				

II. Tabla resultado análisis estadístico **Polistes dominula**:

	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)	Significación exacta (bilateral)	Significación exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	7,734 ^a	1	,005		
Corrección de continuidad ^b	6,798	1	,009		
Razón de verosimilitud	7,745	1	,005		
Prueba exacta de Fisher				,009	,005
Asociación lineal por lineal	7,682	1	,006		
N de casos válidos	147				

III. Tabla resultado análisis estadístico **Vespula germanica**:

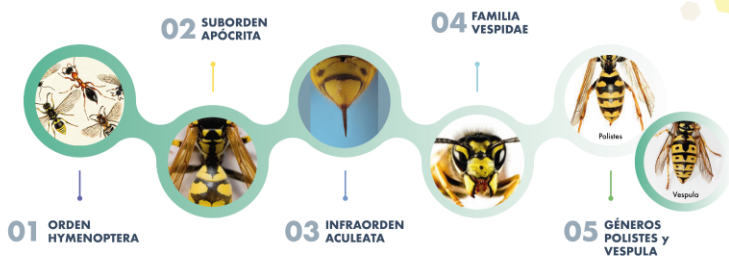
	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)	Significación exacta (bilateral)	Significación exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	,142 ^a	1	,706		
Corrección de continuidad ^b	,045	1	,832		
Razón de verosimilitud	,142	1	,706		
Prueba exacta de Fisher				,743	,416
Asociación lineal por lineal	,141	1	,707		
N de casos válidos	154				

EVOLUCIÓN DE LA SENSIBILIZACIÓN ALÉRGICA A LOS DOS GÉNEROS DE AVISPAS MÁS ALERGÉNICOS EN VALLADOLID.

Autora: María Isabel Hormiga Rodríguez.
Tutor: José María Vega Gutiérrez.
Cotutora: Alicia Armentia Medina.

1 INTRODUCCIÓN

Al Orden Hymenoptera pertenecen insectos como las abejas, hormigas y avispas. Los himenópteros que más casos de alergia causan en nuestro país son las abejas y las avispas del género *Polistes* y *Vespula*. Estas avispas pertenecen al Suborden Apócrita, que presenta una estrangulación separando el tórax del abdomen, al Infraorden Aculeata, en la que el órgano ovipositor está sustituido por una aguijón y, finalmente, a la Familia Vespidae, ampliamente distribuida. Ambas anidan tanto en áreas rurales como urbanas, siendo *Polistes* más frecuente en las urbanas.



ALÉRGENOS DEL VENENO

La picadura de estos insectos puede producir reacciones alérgicas mediadas por IgE con una prevalencia del 2,8% al 28,7%. Y es una de las causas más frecuentes de anafilaxia. La inmunoterapia es el único método disponible para prevenir estas graves reacciones, siendo su eficacia muy alta.

Apis mellifera		Polistes dominula	
Api m 1	Fosfolipasa A2	Pol d 1	Fosfolipasa A1
Api m 2	Hialuronidasa	Pol d 2	Hialuronidasa
Api m 3	Fosfatasa ácida	Pol d 3	Dipeptidilpeptidasa IV
Api m 4	Melitina	Pol d 4	Serin proteasa
Api m 5	Dipeptidilpeptidasa IV	API m 12	Anígeno 5
Api m 6	Inhibidor de proteasa		
Api m 7	CUB serin proteasa		
Api m 8	Carboxilesterasa		
Api m 9	Serin carboxipeptidasa		
Api m 10	Icarapina variante 2		
Api m 11	P.P. de la jalea real		
Api m 12	Vitelogenina		

Debido al cambio climático se está observando un cambio en la distribución del género *Polistes*, viéndose un aumento en la prevalencia de la hipersensibilidad a este género con las graves consecuencias que esto conlleva, teniendo en cuenta las características de las reacciones que provocan.

2 OBJETIVOS

A Analizar la evolución de la distribución de la hipersensibilidad al veneno de himenópteros con los datos obtenidos de IgE específica en 2010 y 2019 en Valladolid.

B Estudiar las potenciales causas de este incremento, valorando la posible implicación del cambio climático y la forma en la que este factor influye.

4 METODOLOGÍA

Se realiza un estudio observacional descriptivo analizando los datos de la sensibilización alérgica a los himenópteros que más casos de alergia provocan en nuestro país, siendo estos la abeja, y las avispas del género *Polistes* y *Vespula*. Estos datos se han obtenido a través de la cuantificación de IgE específica mediante la técnica ImmunoCAP (Thermo Fisher Scientific®), realizada a pacientes que acudieron a la unidad de alergia del Hospital Río Hortega por reacciones tras su picadura en los años 2010 y 2019.

Se agrupan los resultados según el punto de corte 0.35 siendo positivos valores superiores y negativos valores inferiores, y se lleva a cabo un contraste de hipótesis mediante una prueba Chi cuadrado. Según los resultados del p-valor, aceptando un error del 0.05, podemos rechazar o aceptar la hipótesis nula (H_0), siendo esta que no ha habido un aumento en la sensibilización alérgica.

3 HIPÓTESIS

Ha habido un aumento en la prevalencia de alergia al género *Polistes* con respecto a *Vespula* propiciado por el aumento de las temperaturas.



5 RESULTADOS

	AÑO	NEGATIVO (< 0.35)	POSITIVO (> 0.35)	TOTAL
Abeja	2010	55	17	72
	2019	44	15	59
Polistes dominula	2010	61	21	82
	2019	34	31	65
Vespula germanica	2010	52	36	88
	2019	37	29	66

Tabla 4. Resultados de pruebas IgE específicas por himenópteros y año.

Como podemos observar en la tabla 5, con un p-valor <0.005, concluimos que si hay diferencias estadísticamente significativas con respecto al número de casos de alergia a *P. dominula*, por lo que ha habido un aumento en la prevalencia.

En cuanto a los otros dos géneros, no se han observado diferencias estadísticamente significativas para ninguno de ellos, obteniéndose para abeja un p-valor >0.8 y para *Vespula germanica* >0.7, por lo tanto no ha habido un aumento en la prevalencia.

Tabla 5. Evolución de IgE positiva (%) a veneno de abeja, *Polistes* y *Vespula* en 2010 y 2019

Especie	2010	2019	X ²	P
Abeja	23.6	25.42	0.058	P>0.8
<i>P. dominula</i>	25.6	47.7	7.734	P<0.005
<i>V. germanica</i>	41	44	0.142	P>0.7

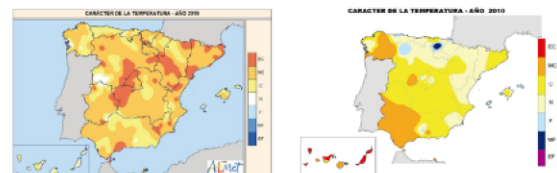
6 DISCUSIÓN

El factor al que se le atribuye este aumento en la prevalencia es el cambio en la distribución de estos insectos que produce el cambio climático por el aumento de las temperaturas. *Polistes* ha conseguido realizar modificaciones en sus características para así adaptarse a las alteraciones del ambiente.

Estas adaptaciones le confieren una capacidad de supervivencia mayor ante temperaturas extremas.

En un estudio realizado por *Helmut Kovac et al.* "se compararon los rasgos térmicos de *P. dominula* con *P. gallicus*, la otra especie de polistes más frecuente en Europa y se observó que una de las principales diferencias era la temperatura límite inferior, siendo en *P. dominula* -1.4 y en *P. gallicus* -0.4, debiéndose esto a la necesidad de *P. dominula* de adaptarse a los climas más fríos de Centroeuropa para así expandirse con éxito".

En el caso de España, si comparamos las características climatológicas de 2010 con las de 2019, ha habido un aumento de casi 1 °C en la temperatura media anual, siendo en 2010 de 14.98 °C y en 2019 de 15.9 °C. El rango de temperaturas en 2010 fue entre normal y cálido y en 2019 entre muy cálido y extremadamente cálido. El año 2010 tuvo la temperatura más baja desde 1996 y en cambio, el año 2019 fue el sexto más cálido del siglo XXI.



7 CONCLUSIÓN

● Se concluye que si existe un aumento en la prevalencia de alergia a *Polistes dominula* con respecto al resto de himenópteros.

● Las causas de este aumento están relacionadas con las adaptaciones que ha conseguido realizar *P. dominula* para enfrentar las alteraciones provocadas por el cambio climático y así expandirse de manera exitosa por el territorio nacional.

● Este aumento en la prevalencia supone un riesgo para aquellas personas con hipersensibilidad, ya que la mayor presencia de estos insectos supone una mayor exposición a su picadura y por tanto a reacciones alérgicas.

● La forma de vida del ser humano está modificando las condiciones climáticas produciendo el conocido cambio climático que conlleva consecuencias graves ya no solo a nivel de salud, como hemos visto en este caso, sino también a nivel económico y ambiental.

8 REFERENCIAS

Soriano Gomis AV, Fernández Sánchez FJ, Cruz Granados MS, Jorro Martínez G. Introducción, epidemiología, clínica [Internet]. En: Peláez Hernández A, Dávila González JJ, editores. Tratado de alergología. Tomo II. Madrid: Ergon; 2007 [Consultado en enero de 2021]. p. 1263-1276. Disponible en: <https://docplayer.es/41337930-Introduccion-epidemiologia-clinica.html>

Kovac, H, Käfer, H, Petrocelli, I, et al. Comparison of thermal traits of *Polistes dominula* and *Polistes gallicus*, two European paper wasps with strongly differing distribution ranges. *J Comp Physiol B* [Internet]. 2017 [Consultado en abril de 2021]; Vol. 187: p. 277-290. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00380-016-1041-x>