



PEC 4. TRABAJO BIBLIOGRÁFICO

Curso de Experto Universitario de Entomología Aplicada. UNED

INFLUENCIA DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA BIOLOGÍA Y DISTRIBUCIÓN DE LOS INSECTOS

INTRODUCCIÓN.

El cambio climático debido a factores antropogénicos es un hecho confirmado y su impacto en la temperatura global va a ser, en las próximas décadas, determinante para la diversidad natural del planeta. En el estudio *Future of the human climate niche*, publicado en la revista PNAS el 4 de mayo de 2020, se realiza una predicción para los próximos 50 años acerca de la relación existente entre el aumento de temperaturas y la movilidad del ser humano, alertando de que la subida de las temperaturas va a producir cambios en la franja de habitabilidad de la especie en los últimos seis milenios. Y es previsible que, de igual manera, este cambio en la franja de temperatura óptima afecte, no sólo en los ciclos biológicos de las diferentes especies de insectos, sino también a su distribución en el territorio.

Son múltiples los elementos que podrían alterar los efectos del calentamiento global y que, de forma directa o indirecta, provocarán un impacto en la vida de los insectos. Por eso, ya se están realizando estudios que analizan, en base a múltiples variables como son el aumento de las temperaturas, la humedad o el deshielo, los diferentes escenarios con los que podremos encontrarnos en el futuro y la capacidad de adaptación de estos seres a las nuevas situaciones. Una capacidad que puede verse condicionada por múltiples factores. El proyecto CLIMINSECTS (The effect of expected climate change on insect performance: physiology, behaviour and life history) señala, por ejemplo, que la tolerancia de los insectos al aumento de temperaturas disminuye a causa de dos variables concretas: la edad y la ausencia de alimento. Un dato que refleja la estrecha relación que va a tener el futuro de las especies vegetales con la supervivencia de los insectos herbívoros.

Todo esto es especialmente delicado en los insectos, tratándose de animales ectotérmicos, es decir, que dependen de agentes externos para regular su temperatura corporal, por lo que el aumento del calor de forma drástica podría aparentemente provocar producir graves alteraciones en los procesos biológicos de estos animales, llegando incluso a poner en riesgo su existencia. En algunos casos, incluso, podría mejorar las condiciones de supervivencia, en relación al aumento de determinados nichos alimenticios, lo que propiciaría el surgimiento de plagas.

De igual manera, podría tener un impacto profundo en especies polivoltinas, que puedan originar varias generaciones en un año.

Al mismo tiempo, entender que el impacto y alteración de la vida de los insectos es vital para anticiparse a los riesgos que pueden derivarse de estos cambios, como es el caso del impacto

en las cosechas, debido a la ausencia de determinadas especies clave para la polinización o, en el lado opuesto, el aumento de poblaciones consideradas plagas que acaben con los cultivos. Se prevé que el cambio climático tendrá muchos efectos sobre la productividad agrícola en las zonas tropicales (Kutywayo, Chemura, Kusena, Chidoko , Mahoya 2013), alterando las condiciones más favorables para los cultivos que tradicionalmente se vienen trabajando en dichas zonas.

Por tanto, es esencial analizar con detenimiento los múltiples factores que podrían intervenir en los próximos años o décadas a causa del Calentamiento Global. Hay que tener en cuenta que, en muchos casos, el aumento de temperaturas puede venir acompañado también de un descenso de humedad del ambiente, así como un aumento de la frecuencia de diferentes eventos climáticos extremos como las olas de calor, lo que incidiría también en la fenología de los insectos, por lo que muchos estudios han enfocado sus investigaciones en estos elementos, arrojando diversos resultados en función de estas variables.

Tal y como describen Ladányi y Horváth en su estudio “*A review of the potencial climate change impact on insect populations – General and agricultural aspects*” hay múltiples métodos para ayudar a los investigadores a conocer el impacto que tendrá en los insectos el efecto del cambio climático: aprendiendo de lo que sucedió en el pasado, en situaciones similares a las que plantea el aumento de temperatura global, establecer modelos matemáticos a partir de escenarios que ya se están dando en la actualidad o incluso desarrollando las condiciones a estudiar en un laboratorio, podemos establecer predicciones de lo que está por venir.

DESARROLLO DE LA PROPUESTA .

El estudio de gran parte de la documentación referida a la cuestión del impacto que tendrá el cambio climático en los insectos viene a apuntar a una serie de cambios estructurales y de comportamiento de forma directa o indirecta.

- **DIRECTOS.**

Los estudios sobre el cambio climático parecen indicar que los insectos, a pesar de estar claramente influenciados por la temperatura, pueden ofrecer más capacidad de adaptación a la subida de temperaturas de lo que podría parecer. Sin embargo, en muchos casos, el cambio climático provocará cambios *in situ* que muchas especies realizarán para garantizar su supervivencia en un entorno más cálido y, en muchos casos, más seco. Estas transformaciones podrán afectar tanto a su estructura externa como a los procesos químicos que regulan su comportamiento. En ambos casos, estos cambios provocarán, a su vez, modificaciones en los ecosistemas en los que viven y plantearán nuevos escenarios en los que se establecerán, a modo de cascada o efecto dominó, nuevos cambios indirectos.

- **Cambios estructurales:** aumento de tamaño, posibles adaptaciones...

Uno de los aspectos que el aumento de temperaturas a tener en cuenta es que esto someterá a los insectos en una constante situación de estrés. Parece ser que los individuos sometidos a este estrés por elevadas temperaturas tienden a entrar en un estado de letargo, para reducir sus constantes vitales y provocar así un ahorro de energía. Se ha descubierto que esta situación, en condiciones de laboratorio, se transmite a las generaciones venideras, provocando que los nuevos individuos sean más pequeños. Sin embargo, las recogidas de muestras de algunas especies en los últimos cien años arrojan dudas al respecto, ya que no parecen reflejar cambios en su tamaño, lo que podría suponer una mayor resiliencia de carácter fenotípico de los insectos frente al aumento de temperaturas.

Por otra parte, algunos estudios sobre escarabajos apuntan a que la modificación de las temperaturas también podría alterar las condiciones de vuelo de algunas especies, ya que éstas utilizan el movimiento de las alas como un mecanismo de regulación de la temperatura corporal, incidiendo en un mayor consumo energético. La temperatura también puede provocar cambios en

determinados comportamientos como es el caso de las fases de vuelo. Por ejemplo, en el caso del áfido *Aphis fabae*, se ha descrito que requiere una temperatura de 17 ° C para el despegue, 15 ° C para vuelo sostenido hacia arriba, 13 ° C para vuelo horizontal y 6.5 ° C para batir alas (Johnson C.G., Taylor L.R., 1957).

- **Cambios químicos:** feromonas y su relación con los depredadores.

Algunos autores afirman que el aumento de las temperaturas podría entrar en conflicto a nivel químico con la producción de algunas feromonas, de forma que los insectos estén más expuestos a la caza por parte de sus enemigos naturales.

- **INDIRECTOS.**

Más allá de las modificaciones puntuales que los insectos necesiten ajustar para su supervivencia, el cambio climático va a interferir con total seguridad en los diferentes ecosistemas en los que viven, alterando así sus condiciones de vida y de los huéspedes de los que se alimentan, sobre todo en el caso de los insectos herbívoros. Estas modificaciones producirán una serie de cambios indirectos en la fenología de los insectos. Trataremos de exponer algunos de ellos a continuación:

- **Cambios de densidad de población:** respuesta a sequías, depredadores, aumento de especies con mayor capacidad de adaptación y disminución de las que tengan una menor, ausencia de enemigos naturales, proliferación de especies plaga...

Parece evidente pensar que el aumento de las temperaturas podría ocasionar la pérdida de multitud de especies que son incapaces de adaptarse de forma rápida al aumento de temperaturas en sus hábitats. También podría tener una incidencia en las precipitaciones, provocando previsiblemente el aumento de ciclos de sequías o el aumento de lluvias extremas en cortos períodos de tiempo. Estas condiciones pueden poner en riesgo la supervivencia o propiciar el agotamiento de la vegetación de la que se nutren los insectos. De hecho, en la actualidad, entre 45 a 275 especies animales desaparecen cada día (Sharma, 2010).

En algunos estudios se plantea una mayor capacidad de adaptación de los insectos al aumento de temperaturas de lo que parece. Incluso, en algunos casos, este aumento puede plantear un escenario propicio.

Con el aumento de las temperaturas los ciclos de los insectos serán cada vez más cortos (Bale, 2002), lo que supondrá un incremento de generaciones en un mismo año de las especies polivoltinas. Por otra parte, la presencia de temperaturas más favorables para la reproducción durante una franja mayor de tiempo a lo largo del año, provocará unas condiciones propicias para el aumento de las poblaciones de insectos, lo que aumenta el riesgo para los considerados plaga.

Como decíamos antes, una de las consecuencias del cambio climático podría ser el aumento de las sequías. Y es previsible que en un escenario de falta de agua y mayores índices de CO₂ en la atmósfera, aumente el estrés de las plantas, y con éste, su capacidad de afrontar la lucha contra las

plagas y las diversas enfermedades derivadas de las mismas. Parece que los escenarios de sequías continuadas provocan una menor capacidad de defensa de los árboles (Hanson, Weltzin 2000), lo que aumentaría la cantidad de determinados insectos herbívoros y pondría en riesgo la supervivencia de algunas especies vegetales. Además, el papel de estas sequías podría jugar un papel clave en la desaparición de los depredadores y que, por lo tanto, el control biológico natural no se produzca, propiciando aún más el crecimiento poblacional de algunas especies. Así mismo, el desplazamiento de la franja de temperaturas provocará que en algunos lugares también aumenten las precipitaciones, modificando la humedad de su clima y afectando a algunas especies consideradas palaga, como es el caso del barrenador del tallo blanco, un cerambícido que puede poner en riesgo las plantaciones de café en algunas zonas de Zimbabwe (Kutywayo, Chemura, Kusena, Chidoko, Mahoya 2013).

Hay que tener en cuenta que los diversos factores asociados al cambio climático en el caso de los insectos son interdependientes e influirán unos sobre otros. Por ejemplo, el aumento de las plagas de insectos fitófagos, junto con la expansión a otras latitudes en busca de unas condiciones mejores de temperatura, pondrá en riesgo la supervivencia de algunos cultivos y de determinadas especies vegetales que no estén preparadas para combatir el contacto con especies con las que nunca ha tenido contacto. Por otro lado, las modificaciones en los ciclos de vida de algunas especies, en algunos casos acortados, podría interferir también en los ciclos de algunas plantas, cuyos primeros brotes se vean afectados debido a la desincronización de los procesos biológicos de ambas especies.

- **Cambios en su distribución geográfica (movilidad).**

Una de las consecuencias que podrían derivarse del aumento de temperatura en el planeta sería la adaptación inmediata o, en su defecto, el cambio de distribución de algunas especies que para sobrevivir se vean empujadas a buscar latitudes más favorables. Se prevé que en muchos casos avanzarán hacia latitudes más elevadas que con el aumento de temperatura hayan suavizado su clima y proporcionen un hábitat más favorable para la supervivencia de algunas especies. También será común que emigren hacia zonas montañosas más altas que hasta entonces no habían llegado a colonizar.

Y este tipo de modificaciones podemos verlo ya en especies como la procesionaria,

Thaumetopoea pityocampa, por ejemplo, con la que se ha detectado una expansión reciente hacia pinos de montaña con motivo del descenso de nevadas (Hódar, Castro & Zamora, 2003).

Sucede algo similar con el ácaro rojo del tomate, *Tetranychus evansi*, considerado una plaga exótica de grave riesgo para cultivos de hortalizas, que presenta una gran capacidad de adaptación a condiciones de temperaturas altas, y cuyo aumento podría propiciar su migración a latitudes elevadas, invadiendo zonas en las que actualmente no está presente, y la modificación de ciclos vitales, como la reducción de los tiempos de la incubabilidad, el aumento de la vida útil del insecto o un desarrollo más rápido (Ghazy, Gotoh 2013).

También se estima que se produzca una movilidad del barrenador del maíz, *Diatraea saccharalis*, hacia el Norte hasta en 1220 kms (Ladányi y Horváth, 2010).

En muchos casos, la movilidad geográfica de insectos vectores de enfermedades podría también afectar a otros animales, como es el caso de la llamada lengua cianótica que es devastadora para los rumiantes, ha aumentado en algunas zonas cuya temperatura ha aumentado en las últimas décadas a causa de la presencia de algunas mosquitos que transmiten dicha enfermedad, como el *Culicoides imicola*.

Algo similar ocurre con la expansión de especies exóticas que pueden verse favorecidas en zonas geográficas cuyas temperaturas no habían sido óptimas para su desarrollo con anterioridad.

- **Cambios en la propia actividad:** fases de vuelo, reproducción (n ° / proporción sexual en huevos), dificultades para procesos con diapausa, voltinismo.

Algunas especies, como es el caso del escarabajo *Ips typographus* (Karuppaia, V. and G. K. Sujayanad. 2012. pág. 2) podrían verse afectadas positivamente a causa de un incremento de temperaturas en las zonas donde habitan, mejorando su capacidad reproductiva.

Por otra parte, un aumento de las temperaturas en invierno que provoque un descenso en las nevadas o una aceleración del deshielo en invierno puede preverse como un factor negativo para especies que requieran de una diapausa para su desarrollo (Bale et al. 2002).

En este sentido también preocupan la dispersión de enfermedades como la malaria, transmitida por los mosquitos del género *Anopheles*, cuyo ciclo de incubación se verá acortado en aquellas zonas donde la temperatura ambiente aumente hasta los 25 °, provocando así el aumento de población potencialmente afectada en un futuro afectado por el cambio climático.

Por otro lado, el aumento de temperaturas puede alargar períodos estacionales como la primavera, provocando con ello unas mejores condiciones para que especies multivoltinas sean capaces de sacar adelante varias generaciones en mismo año (Ward & Masters 2007), lo que podría tener una repercusión negativa en los cultivos huéspedes de estas especies.

CONCLUSIONES.

Parece que la documentación a la que se ha tenido acceso tiene como denominador común una preocupación por los cambios que el cambio climático va a producir en la biodiversidad de nuestro planeta, señalando la necesidad común de predecir de qué manera va a afectar a las diferentes especies y de qué forma podemos anticiparnos para adaptarnos de la mejor forma posible a los cambios que se avecinan.

En el caso concreto de los insectos, en primer lugar, tras el análisis de diversos estudios, no queda del todo clara la capacidad de adaptación de los insectos a las nuevas situaciones climáticas, dado que en muchos casos se pone de manifiesto una mayor resiliencia de la esperada por parte de muchas especies. Aunque se trata de animales muy sensibles a los cambios de temperatura, puede que sean más resistentes de lo que se habría esperado.

Sin embargo, los expertos parecen coincidir en que se van a producir migraciones, ya sea por la necesidad de búsqueda de unas mejores condiciones para sobrevivir o por la ampliación de las zonas que las especies tradicionalmente han venido ocupando. Podría decirse, como conclusión, que esto tendrá un efecto negativo, desde el punto de vista de la propagación de plagas y la invasión de la especies exóticas que, sumado a unas condiciones más estresantes para las plantas, tendrá un impacto negativo en los cultivos, con previsibles pérdidas económicas.

BIBLIOGRAFÍA:

Bale, J. S. et al (2002). Herbivory in global climate change research: direct effects of rising temperature on insect herbivores. *Global Change Biology*. 8(1): 1-16.

Capdevila-Argüelles L., B. Zillette y V.A. Suárez Álvarez. 2011. Cambio climático y especies exóticas invasoras en España. Diagnóstico preliminar y bases de conocimiento sobre impacto y vulnerabilidad. Oficina Española de Cambio Climático, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Madrid, 146 Pp.

Chi Xu; Kohler, T. A.; Lenton, T. M.; Svenning, J.C.; Scheffer, M. (2020). Future of the human climate niche. *PNAS*.

CLIMINSECTS (2013). The effect of expected climate change on insect performance: Physiology, behavior and life history. CORDIS.

Ghazy, N.A., Gotoh, T. & Suzuki, T. Impact of global warming scenarios on life-history traits of *Tetranychus evansi* (Acari: Tetranychidae). *BMC Ecol* 19, 48 (2019).

Hanson, P.J., Weltzin, J.F. (2000): Drought disturbance from climate change: response of United States forests. – *The Science of The Total Environment* 262(3): 205-220.

Hódar, J.A.; Castro, J. & Zamora, R. 2003. Pine processionary caterpillar *Thaumetopoea pityocampa* as a new threat for relict Mediterranean Scots pine forest under climate warming. *Biological Conservation*, 110: 123-129.

Jaworski, T and J. Hilszczanski (2012). The effect of temperature and humidity changes on insect development and their impact on forest ecosystems in the context of expected climate change. *Forest Research Papers*. 74(4): 345-355.

Johnson, CG y LR Taylor, 1957. Periodismo y suma de energía con referencia especial para iluminar ritmos en pulgones. *J. Experimental Biol.*,34: 209-221.

Karuppaia, V. and G. K. Sujayanad (2012). Impact of Climate Change on Population *Dynamics of Insect Pests*. 8(3): 240-246.

Kutywayo D, Chemura A, Kusena W, Chidoko P, Mahoya C (2013). The Impact of Climate Change on the Potential Distribution of Agricultural Pests: The Case of the Coffee White Stem Borer (*Monochamus leuconotus P.*) in Zimbabwe.

Ladányi, M., Horváth, L. (2010). A review of the potencial climate change impact on insect populations – General and agricultural aspects. *Applied Ecology and Environmental Research*. 8(2): 143-152.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Ganadería. *El cambio climático, las plagas y las enfermedades transfronterizas*.

Penuelas, J., & Comas, P. (2002). Changed plant and animal life cycles from 1952 to 2000 in the Mediterranean region. *Global Change Biology*.

Régnière, J. Predicción de la distribución continental de insectos a partir de la fisiología de las especies.

Sharma, HC (2010). Efecto del cambio climático sobre MIP en leguminosas de grano. En: quinto Conferencia Internacional de Investigación de Leguminosas Alimentarias (IFLRC V), y el Séptima Conferencia Europea sobre Leguminosas de Granos (AEP VII), 26–30 de abril 2010, Anatalaya, Turquía.

Ward N.L. & G.J. Masters. (2007). Linking climate change and species invasion: an illustration using insect herbivores. *Global Change Biology*, 13: 1605-1615

Wolf, A., Kozlov, M.V. y Callaghan, T.V. 2008. Impact of non-outbreak insect damage on vegetation in northern Europe will be greater than expected during a changing climate. *Climatic Change*, 87: 91–106.