

ANÁLISIS Y COMENTARIO

CAMBIO CLIMÁTICO Y PLAGAS EN EL TRÓPICO

Sergio Abarca Monge¹

RESUMEN

El objetivo fue realizar un estudio de la relación entre el cambio climático y las plagas en el trópico mesoamericano, el cual presenta ecosistemas muy diversos y frágiles. En este caso las interacciones entre organismos son constantes a través de los ciclos fenológico de los cultivos perennes o con variaciones influenciadas por las condiciones climáticas. De acuerdo con las proyecciones del clima a futuro, la distribución, irrupción y la severidad de las plagas serán mayores, en la medida que el cambio climático avance y los eventos meteorológicos extremos incrementen su frecuencia. Es necesario que los organismos de protección sanitaria y fitosanitaria generen sistemas de alertas tempranas en plagas irruptivas, e incluir el cambio climático entre los componentes del análisis de riesgo de plaga.

INTRODUCCIÓN

El clima está variando, la evidencia científica lo confirma, según la Administración Atmosférica y Oceánica Nacional de los Estados Unidos (NOAA por sus siglas en inglés) el dióxido de carbono (CO₂) de la atmósfera continúa su incremento. Se reporta un nivel global en octubre de 2015 de 398,6 partes por millón (ppm), mientras que para el mismo mes del año 2016 fue de 402,3 ppm (NOAA 2017). Por otra parte, la Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio (NASA por sus siglas en inglés) indica que a nivel global la anomalía de temperatura desde 1880 al 2015 fue de 0,87 °C. También indica que el Ártico ha perdido 13 % de su masa de hielo por década desde 1980 y el hielo en la parte terrestre del planeta se reduce a una velocidad de 281 billones de toneladas

anuales (NASA 2017b). Independientemente de las causas del cambio climático y su grado de aporte; así como las distorsiones y efectos confundidos que se derivan de los intereses de las diferentes actividades humanas; que posiblemente es donde se centre la discusión en el futuro cercano. La realidad es que la variabilidad climática está afectando los sistemas ecológicos, dentro de estos a la agricultura. En Costa Rica dos eventos meteorológicos recientes lo confirman, la peor sequía de los últimos 80 años en el corredor seco centroamericano (2014-2015) y el paso del huracán Otto (el 24 noviembre del año 2016) siendo el primero que cruza totalmente el país desde que se llevan registros sistematizados.

1 Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria, INTA. Costa Rica. sabarca@inta.go.cr. Oficina INTA/CATIE/FONTAGRO. Turrialba, Cartago.

PLAGAS Y BIODIVERSIDAD

La Convención Internacional de Protección de Plantas (FAO y CIPF 2006) define plaga como cualquier especie, raza o biotipo vegetal o animal o agente patógeno dañino para las plantas o productos vegetales.

Del Convenio para la Diversidad Biológica (ONU 1992) se entiende que la biodiversidad es la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente. Incluye los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas. Define ecosistema como un complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y de microorganismos y su medio no viviente que interactúan como una unidad funcional. Indica que una especie domesticada o cultivada es aquella en cuyo proceso de evolución han influido los seres humanos para satisfacer sus propias necesidades.

Por otra parte, el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC 2002), indica que los cambios en el clima ejercen una presión adicional a la flora y fauna del planeta y el cambio climático

afecta a todos aspectos de la biodiversidad. En general los seres vivos, en la medida que se incrementa la temperatura de sus ecosistemas se desplazarán hacia los polos (en términos latitudinales) y a lugares más altos dentro de la misma latitud. Por ejemplo, la garrapata *Rhipicephalus microplus* (*Boophilus*), especie de mayor prevalencia en bovinos en Mesoamérica, había estado limitada a zonas del trópico bajo y medio con altitudes entre 0 y 1500 msnm, sin embargo, en Colombia en 2009 se encontró establecida en predios lecheros entre 2200 y 2400 msnm con un registro a 2903 msnm (Cortés *et al.* 2010).

De lo anterior se puede intuir que las plagas son parte del conjunto de seres vivos que conforman la biodiversidad del planeta y que su comportamiento y distribución se verán afectados por el cambio climático.

Se ha formulado un esquema (Figura 1) de los componentes del cambio climático y su impacto en los componentes de la biodiversidad, indicando que se observará una reducción de los seres vivos en la medida que este impacte los ecosistemas (Bellard *et al.* (2012).

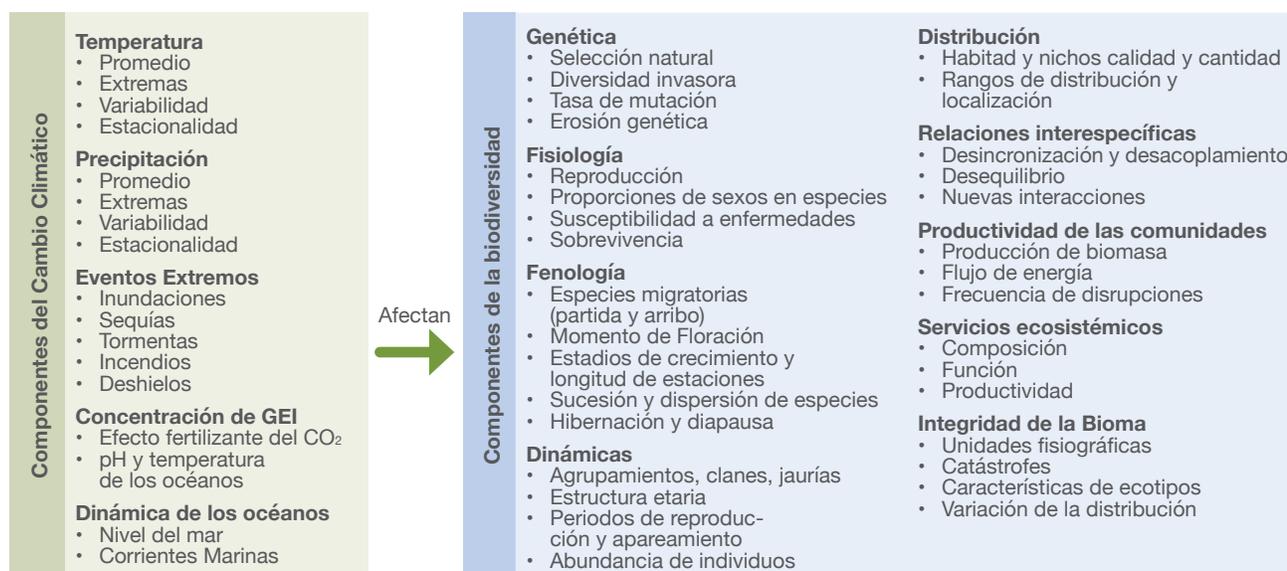


Figura 1. Impacto del cambio climático en la biodiversidad.

Fuente: Bellard *et al.* 2012.

EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LAS PLAGAS

El incremento de CO₂ en la atmósfera puede afectar a los artrópodos, nemátodos y moluscos plaga, tanto por las alteraciones fisiológicas que podrían sufrir las plantas hospederas, como también en la distribución de las diferentes especies plaga y el grado de daño que puedan infringir. El principal efecto directo sería la variación del ciclo de vida especialmente en las plagas insectílas, otros efectos indirectos se darían por las relaciones depredador/hospedero, competencia intraespecífica, y entre especies. Existe muy poca información sobre el riesgo de pérdidas por insectos y otras plagas en ambientes naturales y áreas de cultivos producto del cambio climático en el trópico. No obstante, en las tierras agrícolas, se conoce que hay una fuerte asociación entre la expansión de las áreas de cultivo, los cambios del clima y el rango de distribución y nichos ecológicos de las plagas, que están fuertemente ligados a grandes poblaciones de individuos que realizan todo su ciclo de vida en los agro-ecosistemas durante los sucesivos ciclos de cultivo (Southwood y Comis 1976).

Uno de los pocos casos estudiados del daño de los insectos a causa del cambio climático, es la destrucción de los bosques naturales de pino por el escarabajo del pino de montaña (*Dendroctonus ponderosae*) en el oeste de Canadá; el escarabajo es un insecto nativo de los bosques del noroeste de Norte América, y se ha considerado una plaga

de irrupción con ataques variables de acuerdo a las condiciones climáticas en los diferentes años. Se estima que las pérdidas por emisión de carbono por los árboles muertos debido al ataque de dicho insecto es de 36 g C m⁻² año⁻¹ con una estimación de emisión para el periodo 2000-2020 de 270 megatoneladas de carbono, en 376 000 km² de bosque (Kurz *et al.* 2008).

Entre los aspectos de relevancia, sobre las variaciones de corto plazo en los ciclos de vida de las plagas ante el cambio climático, están una serie de estadios y otros elementos de adaptación con que cuentan, por ejemplo: diapausa, migración, modificaciones genéticas, modificación del intervalo generacional de las poblaciones, entre otros.

La variable climática que podría afectar el ciclo y dispersión de las plagas en un territorio o región es la temperatura, la cual es también la principal variable indicadora del cambio climático. De acuerdo con Porter *et al.* (1991), los factores que se afectan por la temperatura en los insectos plaga son: limitaciones geográficas, severidad de los inviernos, nivel de las tasas de crecimiento poblacional, número de generaciones por año y por ciclo, longitud de la estación de reproducción y crecimiento de la plaga, interacciones inter-específicas, dispersión, migración, soporte de la planta huésped y plantas de refugio.

CAMBIO CLIMÁTICO Y PLAGAS EN EL TRÓPICO

En el trópico donde las interacciones biológicas imperan, es de esperar una presión de plaga en la mayor parte del año y un mayor número de especies silvestres hospederas, así como parasitarias y depredadoras de la misma plaga. En términos ecológicos el alimento será la limitante (consumo de los principales hospederos por el depredador), en cultivos los periodos de veda e intervalos de barbecho entre ciclos ponen limitantes alimenticias a las plagas (Ewell 1971).

Un caso de reciente suceso es la introducción de la cochinilla rosada *Maconellicoccus hirsutus* al caribe y luego al continente a través de Belice.

El grado de severidad en relación al clima podría estar marcado a partir de eventos climatológicos severos (huracanes, inundaciones, sequías) que produzcan desbalances entre las poblaciones de individuos en los ecosistemas, tanto naturales como agropecuarios.

La globalización de los mercados ha intensificado el intercambio de plantas, o partes de estas con riesgo de portar plagas. En los últimos años se ha observado un mayor reporte de plagas introducidas a un territorio, país o región. La Convención Internacional de Protección Fitosanitaria se ha reestructurado a partir de 1997 (FAO y CIPF 2009) y hoy día es parte técnica del Acuerdo de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias de la Organización Mundial de Comercio, que ha tomado el tema de cambio climático y su relación con el comercio internacional de las plantas y sus partes.

Por otra parte, las investigaciones relacionadas con las plagas endémicas realizadas en países y regiones, han detectado un mayor número de especies plaga y de plantas hospederas alternas. En relación con las plagas cuarentenarias de alto riesgo de introducción, se nota mayor reconocimiento de la distribución en las plantas hospederas potenciales, e insectos vectores en el caso de portadores de enfermedades. De esta forma, el aporte negativo del cambio climático a esta compleja combinación en el control de las plagas es facilitar el establecimiento de la mayoría de ellas, mejorado las condiciones climáticas para su reproducción, dispersión y establecimiento.

Tomando como ejemplo el caso de la cochinilla rosada y la experiencia observada en el periodo entre 1998 a 2005, como una especie invasiva en el Caribe y parte norte de la región mesoamericana, podemos indicar, que cuando ingresó a Granada en las Antillas menores en 1994, causó un serio impacto en la vegetación existente de la isla, especialmente en la flora nativa y plantas ornamentales, dado a algunos aspectos como: la inexistencia de depredadores naturales, condiciones de clima tropical húmedo para su óptimo desarrollo, y abundancia de alimento por la presencia de varios hospederos. No obstante, la rápida introducción y reproducción de los controladores biológicos fue exitosa, por lo que, en las subsiguientes introducciones y dispersión de la plaga en las islas vecinas, el impacto fue menor en la flora natural. En 2001, al ingreso de la plaga a la región mesoamericana a través de Belice, presentó una fase de irrupción en la vegetación de las zonas urbanas de Belmopan. De nuevo, la rápida introducción, reproducción y liberación de controladores biológicos como *Anagirus kamali*, redujo la severidad y luego mantuvo un control sostenido,

logrando que el impacto en la flora silvestre y cultivos fuera imperceptible. Sin embargo, a latitudes mayores, con climas más secos, estacionalidad más marcada, y con ecosistemas naturales menos diversos, como el Valle Imperial en California y Washington en Estados Unidos, así como Mexicali, y otros municipios del centro noroeste de México, el control biológico ha sido efectivo. No obstante, menos sostenible en el tiempo, posiblemente a falta de hospederos secundarios permanentes a través del año para los controladores biológicos. Por lo tanto, es probable, que el alto grado de interacción biológica, producto de la mayor diversidad en la faja tropical produzca un efecto de dilución de algunas plagas invasivas, especialmente polífugas, siempre y cuando sus depredadores también polífagos, se establezcan en los mismos nichos ecológicos de las plagas invasivas.

En las regiones tropicales, dada su mayor diversidad biológica, una vez que ingrese una plaga invasiva será muy poco probable su erradicación, dado la cantidad de hospederos alternos que pudiera encontrar. Esto es especialmente importante en terrenos agrícolas, donde la plaga tendrá suficiente alimento, y posiblemente un mayor grado de afinidad evolutiva a la planta de cultivo. Aunque no se tipifica propiamente como plaga invasiva, se puede tomar como ejemplo el caso de *Meloidogyne incognita*, nemátodo cosmopolita con afinidad hacia las plantas de melón, pero con gran cantidad de hospederos silvestres alternos, de crecimiento espontáneo, en los periodos de barbecho entre ciclos de zafra melonera en la región del Pacífico Norte de Costa Rica. Trabajando en los factores que influyen en la gran incidencia de *M. incognita* en el cultivo del melón, y la forzosa utilización de bromuro de metilo para su control, se identificaron más de 76 especies de plantas pertenecientes a 13 familias como hospederos alternos en los campos de siembra de melón (Salazar 2006).

Por otra parte, con el fin de evitar confusiones entre especies invasivas y autóctonas pero desconocidas, es necesario continuar estudios sobre las interacciones parásito/hospedero de las especies de la flora y fauna natural de las regiones tropicales de América. En Costa Rica, el cultivo de plantas silvestres tropicales con fines ornamentales presenta un potencial económico y de

intercambio comercial importante. En un estudio en Costa Rica, se reportaron 159 hospederos nuevos para ácaros fitopatógenos en 52 familias de plantas, donde *Tetranychus urticae* se encontró en 49 hospederos que permanecían desconocidos en el país (Aguilar y Murillo 2008). Estas especies de ácaros, no pueden considerarse plaga, y menos invasivas pues forman parte de la biodiversidad de las zonas de vida tropicales. No obstante, es posible que la reproducción y propagación de una planta hospedera silvestre con fines ornamentales aumente el nivel de ácaros cuando se constituyan plantaciones comerciales, y sea necesario establecer medidas de control de plaga.

En la intrincada complejidad del trópico húmedo de mesoamérica, el cambio de las condiciones ambientales, en asocio con el cultivo de plantas con fines económicos puede devenir en la irrupción como plagas a especies normales en la fauna de los ecosistemas naturales. Este es el caso del caracol *Succinea costarricana*, el cual ha aumentado en forma importante su presencia en las plantaciones de plantas ornamentales siendo aproximadamente el 8,7 % de las intercepciones realizadas en plantas ornamentales por Estados Unidos en cargamentos procedentes de Costa Rica en el periodo 2006-2009 (González 2010)².

Es conocida la habilidad de los insectos para acortar o alargar sus diferentes estadios, en relación con la acumulación de las horas calor o temperatura por día, siendo la base de los modelos de predicción para el crecimiento de poblaciones de diversas familias de artrópodos plaga en el mundo. En general, donde no hay limitaciones de alimento o substrato para el desarrollo de los diferentes estadios, a más temperatura, más corto es el ciclo de vida (Abrami 1972, Lactin *et al.* 1995). Se ha observado que las moscas de establo (*Stomoxys calcitrans*) que afectan a los rumiantes han colonizado climas semiáridos cuando la humedad relativa ronda 60 % (Cruz *et al.* 2004). Por

otra parte, el grado de intervención de las zonas de vida de los ecosistemas naturales en algunas regiones del trópico húmedo, por actividades antropogénicas, esta llegando al límite, incluso por la interacción negativa de plagas que desarrollan parte de su ciclo de vida en actividades productivas diferentes. En la región Atlántica de Costa Rica, el caso de mosca del establo, hematófaga en su estado adulto, y fitófaga de residuos de partes de plantas en estados larvales, ha sido documentado (Rojas *et al.* 2003). De acuerdo con lo reportado para la región, antes del año 2000 no eran frecuentes los ataques de *S. calcitrans* a los animales domésticos, especialmente bovinos. No obstante, en la medida que se instalaron las empresas productoras de piña en la región, las fincas ganaderas incrementaron las denuncias sobre brotes severos y frecuentes que afectaban sus animales. Para el año 2002 se reportó como hospedero alternativo para la deposición de huevos y desarrollo de larvas el raquis de banano de las plantaciones bananeras; que hasta ese momento no presentaban amenaza alguna (SFE 2006). Esta trilogía plantaciones de piña-banano-fincas ganaderas y la dinámica de producción continúa a lo largo del año de las tres actividades, hace que ninguno de los alimentos requeridos para la plaga y sitios de ovoposición, sean limitantes en ningún periodo del año. En relación con el clima, el pronóstico de cambio climático (MINAE 2008) es que dicha región se vuelva más húmeda y caliente en los próximos años; recientemente en zonas de vida de Trópico Muy Húmedo Premontano en la región Atlántica de Costa Rica se ha observado dicha tendencia (Abarca 2008), por lo que se puede prever un potencial incremento de las condiciones climáticas favorables para desarrollo de la plaga conforme se ingrese más en el fenómeno del cambio climático.

En conclusión, en relación a las plagas, la distribución continuará variando, la irrupción será más frecuente y la severidad mayor, en la medida que el cambio climático avance y los eventos meteorológicos extremos incrementen su frecuencia. Por lo tanto, los sistemas de protección sanitaria y fitosanitaria deberán incorporar en sus operaciones la relación entre clima y epidemias o epifitias para la generación de alertas tempranas en plagas irrupciones, así como incluir el cambio climático entre sus análisis de riesgo de plaga.

2 González, M. 12 may. 2010. Intercepciones realizadas en plantas ornamentales por Estados Unidos en cargamentos procedentes de Costa Rica en el periodo 2006-2009 (entrevista). San José, Costa Rica, Servicio Fitosanitario del Estado.

LITERATURA CITADA

- Abarca, S. 2008. Cambio climático: variación agroecológica en Turrialba. Alcances Tecnológicos del INTA-Costa Rica 6(1):97-106.
- Abrami, G. 1972. Optimum mean temperature for plant growth calculated by a new method of summation. Ecology 53(5):893-900.
- Aguilar, H; Murillo, P. 2008. Nuevos hospederos y registros de ácaros fitófagos para Costa Rica: Periodo 2002-2008. Agronomía Costarricense 32(2):7-28.
- Bellard, C; Bertelsmeier, C; Leadley, P; Thuiller, W; Curchamp, F. 2012. Impacts of climate change on the future of biodiversity. Ecology Letters 15(4):365-377.
- Cortés, J; Betancourt, J; Argüelles, J; Pulido, H. 2010. Distribución de garrapatas *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* en bovinos y fincas del Altiplano Cundiboyacense (Colombia) (en línea). Corpoica Cienc. Tecnol. Agropecu. 11(1):73-84. Consultado 15 de may. 2017. Disponible en <http://revista.corpoica.org.co/index.php/revista/article/view/197/202>
- Cruz, C; Mendoza, I; Ramos, P; Garcia, Z. 2004. Influence of temperature, humidity, and rainfall on field population trend of *Stomoxys calcitrans* (Diptera: Mucidae) in a semiarid climate in México. Parasitología Latinoamericana 59:99-103.
- Ewel, J. 1971. Experiments in Arresting Success with Cutting and Herbicides in Five Tropical Environments. Tesis Ph.D. Department of Botany, University of North Carolina, Chapel Hill, USA. 248 p.
- FAO (Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura); CIPF (Convención Internacional de Protección Fitosanitaria). 2006. Glosario de términos fitosanitarios (en línea). 24 p. Consultado 15 de may. 2017). Disponible en https://www.ipcc.int/largefiles/adopted_ISPMs_previousversions/es/ISPM_05_2005_Es_2006-05-02.pdf
- FAO (Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura); CIPF (Convención Internacional de Protección Fitosanitaria). 2009. Entrada en vigor de la CIPF (en línea, sitio web). Consultado 15 de may. 2017. Disponible en <https://www.ipcc.int/es/core-activities/governance/convention-text/>
- IPCC (Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático). 2002. Cambio climático y biodiversidad (en línea). 93 p. Consultado 15 de May. 2017. Disponible en: <https://www.ipcc.ch/pdf/technical-papers/climate-changes-biodiversity-sp.pdf>
- Kurz, W; Dymond, C; Stinson, G; Rambley, G; Neilson, E; Carroll, A; Ebata, T; Safranyik, L. 2008. Mountain Pine Beetle and Forest Carbon Feedback to Climate Change. Nature 452:987-990.
- Lactin, D; Holliday, N; Johnson, D; Craigen, R. 1995. An Improved Rate Model of Temperature-Dependent Development by Arthropods. Environmental Entomology 28(1) 22-29.
- MINAE (Ministerio de Ambiente y Energía, Costa Rica); IMN (Instituto Meteorológico Nacional, Costa Rica); PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo, Costa Rica); CRRH (Comité Regional de Recursos Hidráulicos, Costa Rica). 2008. Cambio Climático (en línea). San José, Costa Rica. 75 p. Consultado 15 de May. 2017. Disponible en http://cambioclimaticocr.com/multimedia/recursos/mod-1/Documentos/el_clima_variabilidad_y_cambio_climatico_en_cr_version_final.pdf
- NASA (National Aeronautics and Space Administration, Estados Unidos). 2017b. Global Climate Change. Vital signs of de planet. Facts, Causes (en línea, sitio web) Consultado 10 de ene. 2017 Disponible en <http://climate.nasa.gov/causes/>
- NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration). 2017. Trends in Atmospheric carbon Dioxide (en línea, sitio web) Consultado 10 de ene. 2017. Disponible en <https://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/global.html#global>

ONU (Organización de las Naciones Unidas, Estados Unidos). 1992. Convenio sobre la diversidad biológica (en línea). 32 p. Consultado 22 jun. 2017. Disponible en <https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf>

Porter, J; Parry, M; Carter, T. 1991. The potential effects of climate change on agricultural insects pests. *Agricultural Forest Meteorology* 57(1-3): 221-240.

Rojas, T; Calvo, B; Porras, S; Chavarria, A. 2003. Problemática de la mosca del establo, *Stomoxys calcitrans*, originada por los desechos del cultivo de la piña (*Ananas comosus*) en la Región Huetar Atlántica de Costa Rica. *Boletín de Parasitología*. 4(3):2-3.

Salazar, L. 2006. Estudio Sobre *Meloidogine incognita* en plantaciones de melón. Costa Rica. Proyecto para la Reducción de Bromuro de Metilo en Costa Rica. PNUD. 15 p.

SFE (Servicio Fitosanitario del Estado, Costa Rica). 2006. Definen procedimientos en el manejo de desechos orgánicos para el control de (*Sotomoxys calcitrans L*). San José, Costa Rica. MAG. Boletín no. 28. 3 p.

Southwood, T; Comis, H. 1976. A Synoptic Population Model. *Journal of Animal Ecology* 45(3):949-965.