

CAMBIO CLIMÁTICO, INCIDENCIA DE PLAGAS Y PRÁCTICAS AGROECOLÓGICAS RESILIENTES

Luis L. Vázquez

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE SANIDAD VEGETAL, LA HABANA

En: Innovación agroecológica, adaptación y mitigación del cambio climático. Compiladores: Ríos, Vargas y Funes-Monzote. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA). La Habana. 2011. 242p. ISBN 978-959-7023-53-1

El estudio del cambio climático se aborda desde diferentes dimensiones. Particularmente en la producción agropecuaria, los efectos conocidos del cambio climático son de gran magnitud. Esto se debe a que generalmente la agricultura se desarrolla en sistemas abiertos, expuestos al clima y dependientes de su comportamiento, sea para tener éxitos productivos o por los efectos negativos que se manifiestan, acentuados por el calentamiento global.

En los sistemas agrícolas se han podido comprobar incrementos o decrecimientos en la incidencia de plagas que se asocian a eventos extremos de cambios en el clima, como sequías prolongadas, huracanes, lluvias fuertes y fuera de época, entre otros. Desde luego, estos muchas veces no son perceptibles, debido a que los desastres provocados por tales eventos a los cultivos no permiten apreciar los cambios en las manifestaciones de las plagas. Sin embargo, estas contribuyen a aumentar las pérdidas, lo que obliga a los agricultores a realizar gastos excesivos en plaguicidas que generalmente no logran resolver el problema.

De hecho, algunas investigaciones realizadas en Cuba han abordado los efectos del cambio climático sobre los problemas fitosanitarios, principalmente el incremento de la temperatura sobre *Thrips tabaci* Lind en cebolla,¹ de los eventos El Niño Oscilación del Sur (ENOS) sobre enfermedades causadas por

¹ S. Jiménez, A. Porras y Y.J. Cortiñas, 1999. Evaluación del impacto del cambio climático sobre el comportamiento de *Thrips tabaci* Lind. (Thysanoptera: Thripidae) en el cultivo del ajo en Cuba. *Fitosanidad* 3 (4): 27-30.

fitopatógenos en hortalizas² y de la sequía prolongada sobre plagas de insectos y sus enemigos naturales en diferentes cultivos.³

Estos estudios son aún insuficientes, pero demuestran la importancia de atender este tema con mayor detalle, como lo expresan Jiménez y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO),⁴ donde se dan argumentos acerca del incremento de enfermedades en los cultivos favorecidas por efecto del cambio climático.

Se conoce que a escala global los patrones estacionales de temperaturas y precipitaciones constituyen los factores principales para determinar la distribución de organismos en el espacio.⁵ Los insectos y las plantas llegan a adaptarse a combinaciones de estos factores mediante selección natural, aunque insectos con brotes periódicos ocurren en especial en áreas que son físicamente severas o estresadas, fenómeno que se considera es consecuencia del calentamiento global.

Queda demostrado que los brotes de insectos, tanto en zonas templadas como tropicales, han seguido a períodos de sequía, fuerte actividad de manchas solares o combinaciones de sequía y humedad excesiva,⁶ entre otros eventos. Por otra parte, la comunidad científica internacional ha aceptado que el cambio climático conduce al calentamiento global, de forma tal que se percibe como una situación real, seria y precipitada.⁷

En el caso de la agricultura cubana, la mayor preocupación se ha centrado en las pérdidas por efectos de los huracanes y la sequía, debido a su frecuencia y magnitud. No obstante, resulta necesario identificar los diferentes efectos de los eventos que suceden, incluso los de carácter local, y lograr que los agricultores conozcan las prácticas agroecológicas que contribuyan a mitigar pérdidas en sus fincas. Estas prácticas de adaptación generalmente

² M.N. Urquiza, 2004. El programa de acción nacional de lucha contra la desertificación y la sequía en Cuba. *Agricultura Orgánica* 10 (2): 10-12.

³ L.L. Vázquez, 2007. *Contribución de la sequía a los desastres fitosanitarios causados por insectos y recomendaciones para mitigar sus impactos*. Portal del Medioambiente: Agricultura. 10 p. Disponible en: <http://www.portaldelmedioambiente.com>

⁴ R. Jiménez, 2008. Impactos potenciales del cambio climático sobre las enfermedades de los cultivos. *Phytoma* 203: 64-69.

FAO, 2009. *El cambio climático, las plagas y las enfermedades transfronterizas*. Disponible en: <ftp://ftp.fao.org>. Consultado el 15 de julio.

⁵ L.C. Birch, 1957. The role of weather in determining the distribution and abundance of animals. *Cold Spring Harbor Symp. Quant. Biol.* 22: 203-218.

⁶ W.E. Wallner, 1987. Factors affecting insect population dynamics: Differences between outbreak and non-outbreak species. *Ann. Rev. Entomol.* 32: 317-340.

⁷ M. Mejía, 2005. Calentamiento global y la distribución de plagas. *Boletín de la NAPPO*: 5-6.

tienen efectos múltiples y en su mayoría pueden ser realizadas por el agricultor con un mínimo de insumos externos.

Percepción sobre cambio climático e incidencia de plagas agrícolas

La percepción que tienen quienes viven y trabajan en los sistemas agrícolas sobre los cambios en el comportamiento del clima –que muchas veces no se deben al cambio climático sino a procesos normales–, adquiere cada día mayor importancia. Al observar el comportamiento del clima, surgen preocupaciones e inquietudes, porque los eventos climáticos tienen efectos sobre toda la vida, pero son particularmente decisivos para la producción agropecuaria.

En un estudio de percepción realizado con técnicos de sanidad vegetal en sistemas agrícolas del occidente, centro y oriente de Cuba,⁸ hubo consenso en cuanto a los eventos extremos de cambios en el clima que ocurren en el país. Se consideraron como más importantes los huracanes, las sequías prolongadas, el incremento de la temperatura anual y las lluvias más intensas; sin embargo, la percepción para el resto de los eventos fue diferente (tabla 1).

Como consecuencia de los eventos extremos de cambios en el clima, se consideró que pueden ocurrir los siguientes problemas fitosanitarios:

- Aparición de nuevas plagas para el territorio
- Manifestación de plagas ocasionales como habituales
- Incremento de plagas habituales
- Reducción de plagas habituales
- Incremento de arvenses
- Cambios en el período de manifestación de plagas habituales
- Reducción de reguladores naturales
- Reducción de la efectividad de métodos de control

Resultó interesante que estas personas, que trabajan directamente en los sistemas agrícolas con la función de observar y luchar contra las plagas, hayan desarrollado habilidades para detectar cambios en la conducta de estos

⁸ L.L. Vázquez, M. Veitía, E. Fernández, J. Jiménez y S. Jiménez, 2009. Diagnóstico rápido de la ocurrencia de plagas en sistemas agrícolas de Cuba por eventos extremos de cambios en el clima. *Revista Brasileira de Agroecología* 4 (2): 2149-2152. <http://www.abagroecologia.org.br/ojs2/index.php/rbagroecologia/.../5650>.

Tabla 1. Percepción de técnicos de sanidad vegetal de sistemas agrícolas cubanos* sobre eventos extremos derivados de cambios en el clima y que tienen efectos sobre la fitosanidad

Eventos extremos	Efectos Fitosanitarios**	Frecuencia en cada región***		
		Occidental (9 talleres)	Central (4 talleres)	Oriental (5 talleres)
Huracanes más frecuentes e intensos (vientos, lluvias, inundaciones)	a, c, d, f, g, h	9 (100)	3 (75)	5 (100)
Sequías prolongadas	b, c, d, e, f, g, h	7 (77,7)	3 (75)	5 (100)
Temperatura media anual más elevada	b, c, f, g	8 (88,8)	1 (25)	5 (100)
Lluvias más intensas en período lluvioso	d, e, f, g, h	3 (33,3)	3 (75)	3 (60)
Estaciones de lluvia y seca desplazadas	b, c, e, f	1 (11)	3 (75)	1 (20)
Temperatura en invierno con fluctuaciones más bruscas (noche y día)	c, f	1 (11)	1 (25)	2 (40)
Neblinas más intensas y continuas	c, e, f, g, h	0	2 (50)	1 (20)
Tornados más frecuentes e intensos	a, f, g	0	1 (25)	2 (40)
Sequías prolongadas seguidas de lluvias intensas	b, c, d, e, f, g	0	0	2 (40)

* Proceso participativo realizado durante el primer semestre de 2009 en diecisiete sistemas agrícolas de las provincias de La Habana, Matanzas, Cienfuegos, Ciego de Ávila, Granma y Holguín, donde participaron 657 técnicos fitosanitarios de UBPC, CPA, CCS, granjas y empresas, especialistas de sanidad vegetal de las provincias y Estaciones Territoriales de Protección de Plantas.

** Principales efectos fitosanitarios, que aparecen a continuación de esta tabla.

*** Cantidad y porcentaje, según el número de sistemas agrícolas en que se realizaron los talleres.

organismos nocivos, en particular la modificación de sus patrones poblacionales, incluyendo sus reguladores naturales y sus efectos sobre los métodos de control, entre otros muchas veces no perceptibles. En todos los ejercicios realizados durante el estudio, cada evento extremo fue argumentado con ejemplos locales de plagas que modificaban su comportamiento en el cultivo donde habitualmente se manifiestan.

Estos resultados demuestran que los técnicos que trabajan en los sistemas agrícolas están convencidos de que los efectos del cambio climático también se manifiestan en la sanidad de los cultivos. De ahí la necesidad de realizar investigaciones que profundicen en el tema, así como de disponer de un sistema participativo para el seguimiento de tales eventos, base para adoptar prácticas adaptativas bajo las condiciones particulares de las diferentes regiones agrícolas del país.⁹ Generalmente, en la producción agropecuaria solo se le otorga importancia al efecto físico directo sobre los cultivos y su producción, sin considerar que los problemas fitosanitarios se incrementan o reducen durante o después de los eventos extremos.

El calentamiento de la atmósfera es inequívoco, como evidencian ya los aumentos observados en el promedio mundial de la temperatura del aire y del océano, el deshielo de los casquetes polares, y el incremento del nivel del mar, así como las variaciones de la cubierta terrestre y de la radiación solar, que alteran el equilibrio energético del clima, elementos suficientes para estar alertas y tomar las decisiones pertinentes.¹⁰

Efectos de las lluvias y vientos intensos sobre las poblaciones de insectos y sus reguladores naturales

La mayoría de los eventos que conducen a lluvias y vientos intensos en Cuba se debe a los huracanes, aunque en determinados años se han registrado fuertes lluvias fuera de época o vientos localmente severos. Como se conoce, los huracanes tienen dos características físicas fundamentales: los vientos fuertes y las precipitaciones en forma de lluvia, que ocasionan efectos directos combinados. Cuando se manifiestan de manera extrema para las capacidades de tolerancia de la estructura de las plantas y del suelo, así como de los organismos causales de plagas y los reguladores naturales que los habitan, ocasionan cambios en las poblaciones.

⁹ Ídem.

¹⁰ IPCC, 2007. *Cambio climático 2007: Informe de síntesis*. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. IPCC, Ginebra, Suiza. 104 p.

Como señalaran Emanuel, Sundararajan y Williams,¹¹ los huracanes han incrementado su intensidad, predominando los de categoría 4 y 5. Las lluvias que los acompañan son extremadamente variables y difíciles de predecir. Pueden ser muy fuertes y durar varios días o se pueden disipar en horas. En la incidencia de la precipitación se reconocen como importantes la topografía local, la humedad y la velocidad de avance de un huracán, pero los intentos para determinar una conexión directa hasta ahora han sido estériles.

Los principales efectos de los huracanes sobre las plagas de insectos y sus reguladores naturales son: 1) alteraciones que ocasionan a las poblaciones que habitan en el área de incidencia del evento, 2) contribución a la dispersión de poblaciones de plagas, y 3) reducción de efectividad o imposibilidad de realizar tácticas supresoras (control).

Alteraciones a las poblaciones de plagas y sus reguladores naturales

Los efectos físicos de los huracanes son el resultado de la combinación de vientos y precipitaciones en forma de lluvia. Debido a su elevada magnitud, no solo afectan la planta y el suelo, sino también las plagas y sus reguladores naturales, sean los estados que se encuentren expuestos directamente, los que estén en el interior de los órganos de la planta o en los niveles inferiores del suelo.

La combinación de viento y lluvia ejerce un efecto mecánico directo sobre la planta, que generalmente es perceptible porque se parten los órganos, se caen los frutos o se dobla el tallo, mientras que el suelo puede saturarse y llegar a inundaciones que derivan en fuertes corrientes de agua que fluyen en diferentes direcciones (figura 1).

Los efectos físicos de esta combinación sobre las plantas y el suelo, así como su repercusión sobre las plagas y sus reguladores naturales, muestran que los órganos de la planta se afectan sensiblemente y que este daño físico también repercute, de forma directa e indirecta, sobre las poblaciones de insectos fitófagos y sus reguladores naturales (tabla 2).

También se aprecian efectos sobre las condiciones ambientales, que al alterarse y cambiar a valores extremos, influyen directamente sobre la dinámica de las poblaciones de estos organismos, así como en sus tasas de reproducción y sobrevivencia, entre otros parámetros bioecológicos. Esto significa que los efectos de los huracanes sobre las poblaciones de plagas y sus reguladores naturales son múltiples, lo que obliga a que las investigaciones para identificarlos y medirlos requieran de análisis complejos.

¹¹ K. Emanuel, R. Sundararajan y J. Williams, 2008. Hurricanes and Global Warming: Results from Downscaling IPCC AR4 Simulations. *Bull. Am. Meteorol. Soc.* 89 (3): 347-367.

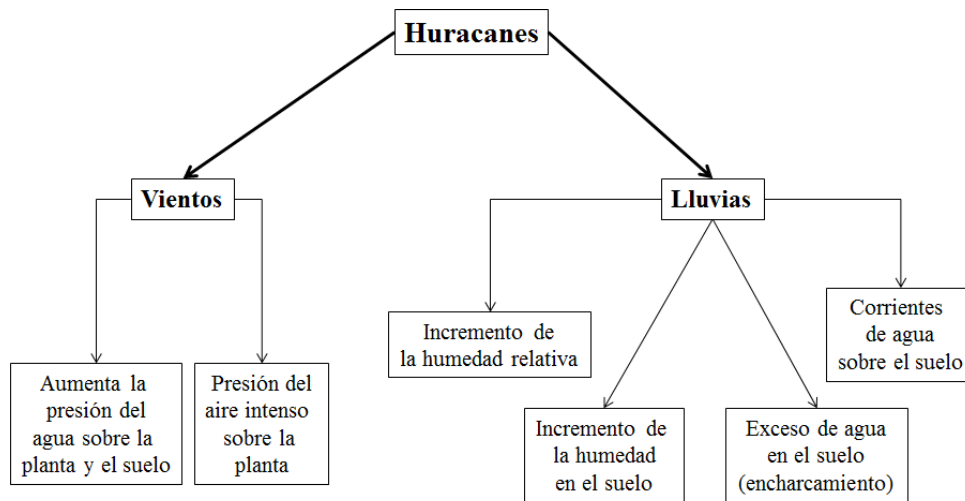


Figura 1. Representación de los efectos físicos de los huracanes sobre el hábitat de las plagas de insectos y sus reguladores naturales

Tabla 2. Síntesis de efectos de las lluvias y vientos intensos sobre las poblaciones de insectos en los agroecosistemas

Efecto	Afectaciones a las plantas	Efectos sobre plagas y reguladores naturales
Aumento de la presión del agua y el viento sobre la planta	Presión de la fuerza del agua y el viento sobre la superficie de los órganos de las plantas	Daño directo a las poblaciones expuestas de plagas y sus reguladores naturales
	Debilitamiento de los órganos de la planta (tallo, ramas, raíces y otros)	Aumento de susceptibilidad a plagas secundarias Emanación de olores que atraen a ciertas plagas (como perforadores de ramas)
	Afectaciones de plantas que son hospedantes secundarios (arvenses, otras)	Cambios en el comportamiento de las poblaciones de plagas
	Desprendimiento de órganos de la planta (hojas, flores, frutos, ramas y otros)	Dispersión de plagas junto con los órganos donde habitan (dispersión por el viento o por las corrientes de agua)

Efecto	Afectaciones a las plantas	Efectos sobre plagas y reguladores naturales
	Muerte de plantas completas (cortadas y caídas)	Reservorios de plagas
	Condiciones extremas de lluvia y viento	Refugio en el interior de los órganos de la planta (perforadores)
Incremento de la humedad (alrededor de la planta y en el suelo)	Condiciones extremas	<p>Aceleración del ciclo biológico de ciertas especies de plagas</p> <p>Favorecimiento del desarrollo de reguladores naturales en algunas especies, principalmente de hongos entomopatógenos y reducción de la actividad de ciertos reguladores naturales (parasitoides, predadores)</p>
Exceso de contenido de agua en el suelo (encharcamiento)	Muerte de plantas	<p>Reservorios de ciertas plagas</p> <p>Muerte de plagas y sus enemigos naturales</p>
Corrientes de agua sobre la superficie del suelo	Debilitamiento y muerte de plantas	<p>Dispersión de poblaciones de plagas</p> <p>Muerte de plagas y sus reguladores naturales</p>
Cambios en las propiedades del suelo	<p>Debilitamiento de las plantas</p> <p>Reducción del contenido de materia orgánica</p>	<p>Aumento de la susceptibilidad a ciertas plagas</p> <p>Afectación de poblaciones de reguladores naturales, principalmente predadores y patógenos</p>
Cambios bruscos y temporales en el clima	Nuevas condiciones de humedad, temperatura y otras variables del clima	<p>Desarrollo de poblaciones de plagas habituales y ocasionales</p> <p>Cambios en la actividad de reguladores naturales</p>

Dispersión de poblaciones de plagas

Las características de los vientos de los huracanes constituyen una vía reconocida de dispersión de poblaciones de plagas.¹² Particularmente en la subregión Caribe de la región Neotropical, donde se inserta el archipiélago cubano, la formación regular de huracanes ha contribuido al flujo de organismos vivos, entre los que se encuentran las poblaciones de insectos, dentro de un mismo país y entre países, incluidas las islas y el continente. Esta dispersión sucede mediante dos vías principales:

- Directa. Cuando las poblaciones de adultos que están sobrevolando las plantas, volando de una planta a otra o emigrando hacia campos cercanos, son elevadas por encima de las plantas por los vientos fuertes de los huracanes.
- Indirecta. Cuando las poblaciones de adultos e inmaduros que habitan en el interior de los órganos de la planta o permanecen adheridos a la superficie de los órganos (sésiles), se trasladan junto con estos al desprenderse por la acción del viento y se elevan, como sucede frecuentemente con hojas, flores, frutos y ramas y, en algunos casos, plantas herbáceas completas.

En ambos casos, al elevarse y entrar en el sistema de rotación del huracán, son trasladadas a cortas, medianas y largas distancias, y son depositadas en otros hábitats, que pueden ser desde campos o fincas vecinas, hasta otras regiones del país, e incluso hacia otros países cercanos. También puede ocurrir que se depositen sobre la superficie de mares o ríos y sean arrastradas por el agua hacia sus orillas. El éxito de que estas poblaciones arriben a nuevos hábitats en buenas condiciones biológicas depende de disímiles factores, al igual que las posibilidades de sobrevivir y luego establecerse; pero se ha demostrado que es un proceso que ha contribuido a la dispersión de diversas especies de insectos y otros organismos.¹³

¹² L.C. Birch, Ob. cit. en n. 5; M. Mejía, Ob. cit. en n. 7; L.L. Vázquez e I. Pérez, 1997. Introducción y dispersión del minador de la hoja de los cítricos (*Phyllocnistis citrella* Stainton) en la región neotropical. *Levante Agrícola* 36 (338): 4-7; L.L. Vázquez, E. Blanco y A. Navarro, 2002. *Riesgos de la cochinilla rosada* (*Maconellicoccus hirsutus*) para Cuba. INISAV, La Habana. 41 p.; y P.J. Webster, G.J. Holland, J.A. Curry y H.R. Chang, 2005. Changes in Tropical Cyclone Number, Duration, and Intensity in a Warming Environment. *Science* 309: 1844-1846. http://zfacts.com/metaPage/lib/Webster_Science_2005_Hurricanes.pdf.

¹³ L.L. Vázquez, E. Blanco y A. Navarro, 2002. Ob. cit. en n. 12; y P.J. Webster, G.J. Holland, J.A. Curry y H.R. Chang, 2005. Ob. cit. en n. 12.

Efectos físicos de la sequía sobre el hábitat y las poblaciones de insectos y sus reguladores naturales

Los efectos físicos directos e indirectos se hacen sentir en los cambios en el contenido de humedad de los órganos de la planta que les sirven de alimento a los insectos, así como en la estructura de su superficie y el funcionamiento de los estomas. Los que se producen en la temperatura exterior de estos órganos, que en muchos casos puede ser adversa para la ovoposición o la alimentación, son especialmente importantes. De igual forma sucede con la superficie del suelo, donde muchas especies habitan durante parte de su ciclo de vida (figura 2).

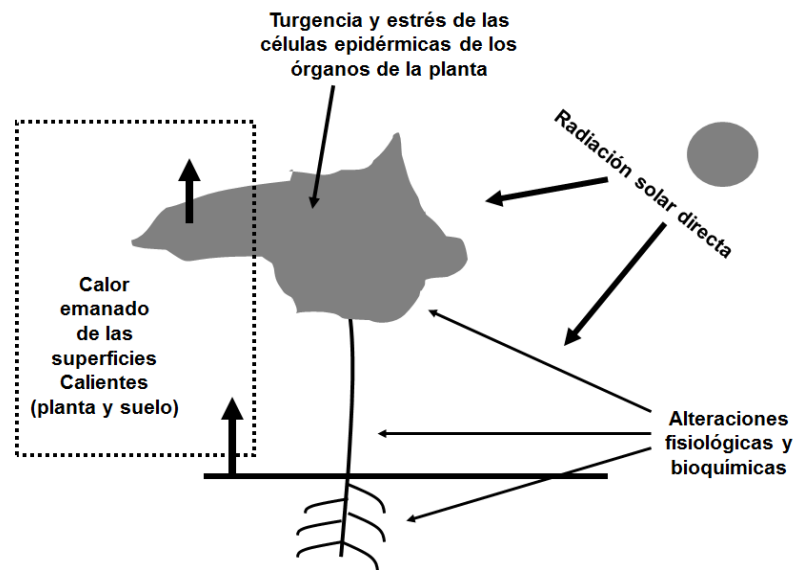


Figura 2. Síntesis de los principales efectos físicos de la sequía prolongada sobre el hábitat de las poblaciones de insectos¹⁴

Al respecto, Lorimer expresó que los factores de estrés medioambiental, como las fluctuaciones de temperatura y la sequía, afectan a los insectos porque reducen la variabilidad fenotípica en la población de sus plantas hospedantes.¹⁵ Ello puede desencadenar simultáneamente respuestas metabólicas y

¹⁴ L.L. Vázquez, 2007. Ob. cit. en n. 3.

¹⁵ N. Lorimer, 1980. Pest outbreaks as a function of variability in pests and plants. In: Resistance to diseases and pests in forest trees. *Proceedings 3rd International Workshop on Genetic Host-Parasite Interactions*. Wageningen, pp. 287-294.

fisiológicas entre plantas individuales, lo cual resulta en una rápida selección de poblaciones de los fitófagos que se pueden reproducir exitosamente en estas plantas y originar un brote.

Desde luego, cuando estos factores estresantes se prolongan por largos períodos de manera ininterrumpida, habrá una mayor contribución a la selección de poblaciones de insectos, que serán más tolerantes o resistentes a tales condiciones, y pueden alcanzar el estado de plagas si se prolongan.¹⁶

La sequía prolongada, al igual que otros fenómenos derivados del calentamiento global, favorecerá más a las especies de insectos que son invasoras (transfronterizas) que a las nativas y establecidas, ya que están adaptadas a mayores extremos de temperatura y, por tanto, muestran una mayor plasticidad ecológica. De igual forma, algunas especies de insectos fitófagos, sean plagas o no, se irán incrementando, mientras otras se debilitarán o reducirán su desarrollo, pero el efecto final será el aumento de la presión de las plagas sobre los cultivos.¹⁷

Existen especies de insectos que naturalmente son tolerantes o de cierta forma favorecidas por la sequía prolongada, por lo que al crearse estas condiciones aumentan su tasa reproductiva cuando el efecto es sobre su desarrollo o incrementan sus daños cuando el efecto es sobre el órgano de la planta del cual se alimentan, como sucede de manera general con los Thysanoptera y Hemiptera, para citar dos ejemplos muy conocidos.

Con las afirmaciones de Wellington¹⁸ y lo analizado hasta aquí, se puede concluir que el concepto de liberación climática está estrictamente ligado a la composición genética y distribución espacial de la población del insecto en cuestión. Las especies capaces de sobrevivir a períodos de estrés medioambiental son altamente resilientes, pero inestables, y se les suele considerar como plagas, mientras que para las especies que no brotan, las condiciones climáticas no son un factor tan crítico en su dinámica poblacional como en el caso de las especies brotantes.

Las investigaciones biológicas y ecológicas sobre el desarrollo de los insectos han esclarecido las relaciones de estos organismos con la temperatura y la humedad relativa como los factores abióticos que más inciden en su comportamiento poblacional.¹⁹ Este aspecto se considera de manera práctica en el

¹⁶ W.E. Wallner, 1987. Ob. cit. en n. 6.

¹⁷ L.L. Vázquez, 2007. Ob. cit. en n. 3.

¹⁸ W.G. Wellington, 1980. Dispersal and population change. In: Berryman, A.A., Safranyik, L. (eds.) *Dispersal of Forest Insects: Evaluation, Theory and management Implications*. Proc. Int. Union For. Res. Org. Sandpoint, Idaho, 1979. pp. 11-24.

¹⁹ D.W. Hagstrum y G.A. Milliken, 1991. Modeling differences in insect developmental times between constant and fluctuating temperatures. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 84: 369-379; y

manejo de plagas y en la reproducción de las especies benéficas (entomófagos), pues como expresara Marco,²⁰ al igual que otros organismos vivos, los insectos son capaces de sobrevivir únicamente dentro de ciertos límites, marcados por factores ambientales como la temperatura, la humedad relativa o el fotoperíodo. Dentro de este rango, tales factores influyen a su vez sobre el nivel de respuesta de actividades, como la alimentación, la dispersión, la puesta o el desarrollo.

Probablemente, la temperatura es el factor ambiental que ejerce mayor influencia sobre el desarrollo de los insectos. Esto se debe principalmente a su importante incidencia sobre los procesos bioquímicos, al ser organismos poiquiloterms, es decir, «de sangre fría».²¹

Un estudio realizado en Cuba pronosticó que en la medida que se produzca el cambio climático, la especie de insecto *Thrips tabaci* (Lind.) resultará cada vez más favorecida en su desarrollo por las variaciones previstas en la temperatura y las precipitaciones.²² Asimismo, se producirán ataques más intensos sobre el ajo y otras liliáceas, fundamentalmente en los primeros meses del año. En nuestro país la sequía y sus efectos se han convertido en uno de los problemas socioeconómicos y medioambientales de mayor repercusión,²³ principalmente en los últimos años, debido a sus impactos en las regiones central y oriental del país.

Cambios en la incidencia de plagas

Las observaciones realizadas en los sistemas agrícolas cubanos han conducido a definir tres tipos de efectos principales de los eventos extremos del cambio climático sobre las poblaciones de plagas de insectos, a saber:

- Cambios en las poblaciones de plagas
- Afectaciones a los reguladores naturales de plagas
- Introducción y dispersión de plagas exóticas

D.J. Lactin, N.J. Holliday, D.L. Johnson y R. Craigen, 1995. An improved rate model of temperature-dependent development by arthropods. *Environ. Entomol.* 24: 68-75.

²⁰ V. Marco, 2001. Modelación de la tasa de desarrollo de insectos en función de la temperatura. Aplicación al manejo integrado de plagas mediante el método de grados-días. *Aracnet (Bol. S.E.A.)* 7 (28): 147-150.

²¹ T.L. Wagner, H. Wu, P.J.H. Sharpe, R.M. Schoolfield y R.N. Coulson, 1984. Modeling insect development rates: a literature review and application of a biophysical model. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 77: 208-225.

²² S. Jiménez, A. Porras y Y.J. Cortiñas, 1999. Ob. cit. en n. 1.

²³ M.N. Urquiza, 2004. Ob. cit. en n. 2.

Este es un tema que trabaja continuamente la red de estaciones del servicio de sanidad vegetal del país, por lo que en el futuro habrá nuevos elementos que contribuyan a enriquecer la información, en especial sobre las sequías y los huracanes, los eventos que ocurren con mayor frecuencia y magnitud.

Cambios en las poblaciones de plagas

Las especies de plagas de insectos que se incrementan o reducen por los efectos físicos de los huracanes no han sido suficientemente documentadas, aunque existen varias evidencias en los sistemas agrícolas más afectados por estos eventos que han sido informadas como resultado de un estudio de percepción,²⁴ así como en observaciones hechas por algunos agricultores durante los últimos años (tabla 3).

Por otra parte, los problemas de plagas de insectos durante y después de la sequía prolongada en diferentes regiones de Cuba, han sido evidentes y muchos de ellos documentados;²⁵ aunque es preciso continuar las investigaciones, sobre todo de manera sistemática (tabla 4). Como se aprecia, las plagas insectiles son en gran medida insectos con estrechas relaciones coevolutivas con sus plantas hospedantes, principalmente con sus órganos, sea porque habitan parte de su ciclo de vida dentro o sobre estos, o porque prefieren órganos específicos.

Según se ha podido observar en diferentes agroecosistemas, los casos de mayor connotación son los picadores-chupadores (Hemiptera) y los raspadores (Thysanoptera), cuyo desarrollo poblacional se favorece con el incremento de la temperatura. Ello deriva en el aumento de la transmisión de enfermedades causadas por virus y micoplasmas, evidente en cultivos como los ornamentales, las solanáceas (tomate, pimiento, tabaco), los granos (frijol, maíz) y ciertos frutales (papaya), entre otros. Esta combinación entre insecto vector-virus o micoplasma-cultivo-hospedantes secundarios, resulta muy favorecida por la sequía prolongada y potencialmente puede ser un problema fitosanitario de gran magnitud.

²⁴ L.L. Vázquez, M. Veitía, E. Fernández, J. Jiménez y S. Jiménez, 2009. Ob. cit. en n. 8.

²⁵ L.L. Vázquez, 2007. Ob. cit. en n. 3; y L.L. Vázquez, M. Veitía, E. Fernández, J. Jiménez y S. Jiménez, 2009. Ob. cit. en n. 8.

Tabla 3. Alteración de poblaciones de plagas luego del paso de los huracanes

Especie	Efectos
Mosca blanca <i>Bemisia tabaci</i> Gennadius (Hemiptera: Aleyrodidae)	Incremento de poblaciones en tomate, frijol y otros cultivos por debilitamiento de las plantas y atrasos e ineffectividad de los métodos de control
Psílido de los cítricos <i>Diaphorina citri</i> Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae)	Dispersión de poblaciones e incremento por cambios fenológicos en el cultivo
Cochinillas harinosas (Hemiptera: Pseudococcidae)	En cultivos con poblaciones más expuestas, se producen daños físicos; y donde están protegidas, se incrementan las poblaciones por afectación a sus reguladores naturales
Chinche del aguacate <i>Pseudacysta perseae</i> (Heid.) (Hemiptera: Tingidae)	Dispersión de poblaciones
Minadores de las hojas <i>Liriomyza trifolii</i> (Burguess) (Diptera: Agromyzidae)	Incremento de las poblaciones en papa, frijol y otros cultivos, por afectación de sus reguladores naturales
Centella de la yuca <i>Lonchaea chalybea</i> Wied (Diptera: Lonchaeidae)	Incremento de poblaciones por afectación del hábitat
Moscas de la fruta <i>Anastrepha obliqua</i> (Macquart) y <i>A. suspensa</i> (Loew) (Diptera: Tephritidae)	Reducción de poblaciones por efectos de inundaciones sobre las pupas en el suelo
Thrips de la papa <i>Thrips palmi</i> Karny (Thysanoptera: Thripidae)	Reducción de poblaciones de adultos y larvas por daño físico en las hojas y reducción de pupas por inundaciones
Hormiga santanica <i>Wasmannia auropunctata</i> F. (Hymenoptera: Formicidae)	Incremento y dispersión de poblaciones por afectaciones en su hábitat por lluvias intensas
Primavera de la yuca <i>Erinnyis ello</i> L. (Lepidoptera: Sphingidae)	Incremento de poblaciones por afectación de sus reguladores naturales
Palomilla <i>Spodoptera frugiperda</i> J. E. Smith (Lepidoptera: Noctuidae)	Incremento poblacional en maíz por afectación a sus reguladores naturales y por reducción de arvenses que son hospedantes secundarios
Tetuán del boniato <i>Cylas formicarius</i> (Summers) (Coleoptera: Brentidae)	Incremento de poblaciones en lluvias fuertes y reducción de las poblaciones cuando ocurren inundaciones

Tabla 4. Ejemplos de algunas plagas insectiles que se manifiestan en altas poblaciones como consecuencia de la sequía prolongada en agroecosistemas de Cuba

Especie	Efectos
Mosca blanca <i>Bemisia tabaci</i> Gennadius (Hemiptera: Aleyrodidae)	Selección de poblaciones de biotipos tolerantes; muy importante en tomate, pepino y frijoles
Mosca blanca del ají <i>Aleurotrachelus trachoides</i> (Back) (Hemiptera: Aleyrodidae)	Incremento de poblaciones en ají y frutales
Mosca blanca del cocotero <i>Aleurodicus dispersus</i> Russell (Hemiptera: Aleyrodidae)	Alta incidencia en algunos cocoteros dispersos, no en cocotales; frecuente en varias localidades y variedades de plátanos
Cochinilla harinosa de la papaya <i>Paracoccus marginatus</i> Williams y Granara de Willink (Hemiptera: Pseudococcidae)	Los efectos son mayores en las ciudades para las plantas ornamentales, por la contribución de otros factores, especialmente sobre sus enemigos naturales
Psílido de la leucaena <i>Heteropsylla cubana</i> Crawford (Hemiptera: Psyllidae)	Incremento de las poblaciones y el complejo de enemigos naturales que las regulan
Psílido de los cítricos <i>Diaphorina citri</i> Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae)	Incremento de poblaciones
Salta hojas del maíz <i>Dalbulus maidis</i> (De Long y Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae)	Las poblaciones en el cogollo de la planta se incrementan y, como consecuencia, aumenta la transmisión de virus y micoplasmas
Salta hojas del maíz <i>Peregrinus maidis</i> (Ashmead) (Hemiptera: Delphacidae)	
Salta hojas de los frijoles <i>Empoasca kraemerii</i> Ross y Moore (Hemiptera: Cicadellidae)	Incremento de poblaciones en frijoles y en hortalizas
Palomita saltadora común <i>Metcalfa pruinosa</i> (Say) (Hemiptera: Flatidae)	Incrementos poblacionales en algunas zonas, particularmente en anonáceas y guayabo
Chinches hediondas <i>Nezara viridula</i> (L.) (Hemiptera: Pentatomidae)	Incremento de las poblaciones en solanáceas y leguminosas

Thrips <i>Frankliniella</i> spp. (Thysanoptera: Thripidae)	Incremento de las poblaciones de algunas especies en hortalizas, frutales, ornamentales, raíces y tubérculos
Thrips de la cebolla <i>Thrips tabaci</i> (Lind.) (Thysanoptera: Thripidae)	Incremento de las poblaciones por cambios en el hábitat, principalmente incremento de la temperatura
Minadores de las hojas <i>Liriomyza trifolii</i> (Burguess) (Diptera: Agromyzidae)	Incremento de las poblaciones en hortalizas y granos
Hormigas cortadoras de hojas <i>Atta insularis</i> Guérin-Meneville (Hymenoptera: Formicidae)	Diversos factores relacionados con la sequía prolongada contribuyen al incremento de las afectaciones en frutales y ornamentales
Hormigas predadoras <i>Solenopsis geminata</i> (Fabricius) <i>Paratrechina fulva</i> Meyr (Hymenoptera: Formicidae)	Incrementos poblacionales en ciertas localidades, principalmente en zonas periurbanas que afectan animales de crianza y otros
Perforadores xilófagos del café <i>Xylosandrus compactus</i> (Eichhoff) <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae)	Incremento de daños en los órganos afectados; reducción de los microorganismos descomponedores de los frutos que caen al suelo; humedad relativa y temperatura adversa para la actividad de las hembras en el café; afectación de las epizootias causadas por <i>Beauveria bassiana</i> a las hembras adultas
Picudo verde-azul de los cítricos <i>Pachnaeus litus</i> Germar (Coleoptera: Curculionidae)	Incremento de afectaciones por larvas en raíces de otros cultivos hospedantes
Minadores de hojas en solanáceas <i>Phthorimaea operculella</i> (Zeller) <i>Keiferia lycopersicella</i> (Walsingham) (Lepidoptera: Gelechiidae)	Incremento de las poblaciones de <i>P. operculella</i> en tabaco y de <i>K. lycopersicella</i> en tomate en cultivos protegidos
Cachazudos <i>Agrotis</i> spp. (Lepidoptera: Noctuidae)	Incremento de las poblaciones en hortalizas y dificultades para su control por esconderse en el suelo
Perforadores de frutos <i>Platynota rostrana</i> (Walker) (Lepidoptera: Tortricidae) <i>Cactoblastis cactorum</i> (Berg) (Lepidoptera: Pyralidae)	Incremento de los daños de especies de insectos que habitan en el mesocarpio de frutos u órganos de plantas carnosas como <i>C. cactorum</i> en cactus (<i>Opuntia dillenii</i>) y <i>P. rostrana</i> en guayabo y naranjo

Efectos sobre los reguladores naturales de plagas

Los enemigos naturales de los insectos fitófagos también son afectados por los factores de estrés asociados a la temperatura y la humedad relativa, en particular la sequía prolongada, que afecta sensiblemente el desarrollo y la sobrevivencia de diversos grupos (tabla 5), contribuyendo a su desequilibrio.

Tabla 5. Resumen del efecto relativo de algunos eventos extremos de cambios en el clima sobre los reguladores naturales de plagas

Actividad del regulador	Grupos	Estados más afectados	Efectos principales		
			Sequías	Lluvias intensas	Vientos fuertes
Predadores	Crisopas (Neuroptera: Chrysopidae)	Adultos y huevos	a, b	g	g
	Cotorritas (Coleoptera: Coccinellidae)	Huevos	a, b	g	g
	Moscas sirfidas (Diptera: Syrphidae)	Larvas	a	g	g, i
	Ácaros (Acari: Phytoseiidae y otros)	Todos los estados	a	g	g, i
Parasitoides	Avispitas (Hymenoptera: Chalcidoidea, Braconidae, Ichneumonidae)	Adultos	a, c	g	g, i
Parásitos	Nemátodos (Heterorhabditidae, Steinernematidae)	Todos los estados	d, e	h, j	-
Patógenos	Hongos, bacterias y virus	Todos los estados	f	h	i

Nota: a) Deshidratación por efecto directo de la temperatura de la superficie de las hojas y las radiaciones solares. b) Deshidratación y dificultades para ovipositar por temperatura de las hojas. c) Deshidratación por corrientes superficiales de aire caliente y por superficies de las hojas calientes y secas. d) Deshidratación por baja humedad del suelo y la planta. e) Limitaciones para desplazarse en busca del huésped por no existir lámina de agua. f) Deshidratación de los estados expuestos a la radiación solar directa y por efecto del calentamiento de los órganos de la planta. g) Daño mecánico por efecto directo sobre adultos. h) Acción de microorganismos secundarios por efecto de humedad excesiva. i) Deshidratación combinada con efecto físico de las corrientes fuertes de aire. j) Muerte por exceso de agua (inundación).

Lo mismo sucede con los controles biológicos que son liberados o aplicados de forma aumentativa, sean entomófagos o entomopatógenos. Aunque hay grupos de reguladores naturales más sensibles a las condiciones extremas, de forma general la mayoría es afectada, sea por los efectos directos o por la reducción de sus presas, lo que contribuye a disminuir las poblaciones. En particular, los microorganismos entomopatógenos se deprimen significativamente bajo estas condiciones, debido a que son muy sensibles a las altas temperaturas y al ambiente seco.²⁶ Existen muy pocas posibilidades de epizootias.

Introducción y dispersión de plagas exóticas

Las principales evidencias en Cuba sobre dispersión de plagas de insectos por eventos extremos se asocian a los huracanes, cuyas características constituyen una vía efectiva en la introducción y dispersión de poblaciones de insectos en nuestros ecosistemas.²⁷ Muchas de estas especies no han sido evidentes por carecer de importancia o, simplemente, porque no se establecieron. Los casos más conocidos en los últimos años han sido:

- Minador de la hoja (*Liriomyza trifolii* (Burguess) y perforador de la vaina del gandul (*Melanagromyza obtusa* (Malloch) (Diptera: Agromyzidae). Aunque no se realizaron estudios que lo demuestren, se estima que ambas especies fueron introducidas desde otras islas del Caribe, a través de huracanes en los años ochenta y noventa, respectivamente.²⁸
- Prodenia verde (*Spodoptera exigua* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae). Aunque no se realizaron estudios para comprobarlo, se estima que fue introducida a través de los vientos de huracanes, de la misma forma en que se ha dispersado de la región occidental a la central del país.²⁹
- Minador de la hoja de los cítricos (*Phyllocnistis citrella* Stainton) (Lepidoptera: Gracillariidae). Especie cuya introducción ha sido favorecida

²⁶ M.E. Barbercheck, 1992. Effect of soil physical factors on biological control agents of soil insect pests. *Florida Entomologist* 75 (4): 539-548.

²⁷ L.L. Vázquez, A. Navarro y E. Blanco, 2005. Vigilancia territorial de la Cochinilla Rosada de los Hibiscus (*Maconellicoccus hirsutus*) a partir del análisis de riesgos. *Entomología Mexicana* 9: 698-702.

²⁸ L.L. Vázquez, E. Valdés y J.C. Amor, 1994. New manifestations of pests on economically important plants during the period from 1970 to 1991 in Cuba. *Bolletino del Laboratorio di Entomologia Agraria Filippo Silvestri*: 44 (1992): 41-52.

²⁹ Ídem.

por plantas hospedantes secundarias que habitan en cayos y los vientos de huracanes.³⁰

- Gusano de la tuna (*Cactoblastis cactorum* (Berg) (Lepidoptera: Pyralidae). Especie que se ha dispersado por la región del Caribe favorecida debido a por los vientos de los huracanes.³¹
- Psílido de los cítricos (*Diaphorina citri* Kuwayama) (Hemiptera: Psyllidae). Resulta un caso interesante, ya que esta especie se introdujo junto con uno de sus enemigos naturales más eficientes: *Tamarixia radiata* Waterston (Hymenoptera: Eulophidae), dispersada en la región por los huracanes.
- Chinche de encaje del aguacatero (*Pseudacysta perseae* (Heid.) (Hemiptera: Tingidae). Especie que se ha dispersado por el Caribe a través de los vientos de huracanes.
- Cochinilla de la papaya (*Paracoccus marginatus* Williams y Granara de Willink) (Hemiptera: Pseudococcidae). Especie que se ha dispersado en la región a través de los vientos de huracanes sobre órganos de las plantas.

Estas especies de insectos fueron exitosas en la sobrevivencia, establecimiento y dispersión en los sistemas agrícolas de Cuba y se han manifestado como plagas de importancia en diferentes cultivos.

Prácticas de manejo de la finca para lograr resiliencia sobre bases agroecológicas

Los sistemas agrícolas pueden estar estresados por diversos factores y, como resultado, se crean condiciones propicias para incrementar o reducir los índices poblacionales de ciertas plagas y sus reguladores naturales. También se puede mejorar o disminuir la efectividad de las prácticas preventivas y supresoras de los programas de manejo de estas plagas.

Las sequías y los huracanes, al igual que otros eventos extremos asociados al calentamiento global y que pueden afectar países y regiones, tienen una gran connotación por sus disímiles efectos. Ello obliga a las autoridades y organizaciones a encauzar acciones que permitan reducir sus impactos, pues

³⁰ Vázquez e I. Pérez, 1997. Introducción y dispersión del minador de la hoja de los cítricos (*Phyllocnistis citrella* Stainton) en la región neotropical. *Levante Agrícola* 36 (338): 4-7.

³¹ E. Blanco y L.L. Vázquez, 2001. Análisis de los riesgos fitosanitarios asociados al uso de *Cactoblastis cactorum* (Berg) (Lepidoptera: Pyralidae: Phycitinae) como agente de control biológico de *Opuntia dillenii* (Cactaceae) en Cuba. *Fitosanidad* 5 (1): 63-73.

existe consenso internacional en cuanto a que la estrategia correcta es la adaptación al cambio climático, debido a las dificultades para lograr acciones internacionales cooperadas para detener esta situación.

Por supuesto, en el contexto agropecuario en general y del manejo fitosanitario en particular, es importante considerar la vigilancia participativa como el componente de mayor importancia, para detectar a tiempo poblaciones de plagas que llamen la atención y analizar si son habituales o se consideran nuevos problemas. Algunas plagas se manifiestan con posterioridad a los eventos extremos. Otras se han detectado en meses, como ha sucedido con las especies que se dispersan por los vientos de los huracanes, que llaman la atención cuando han logrado desarrollar diferentes generaciones.

Según las experiencias de países tradicionalmente afectados por estos eventos, las mejores alternativas para mitigar sus efectos son las generadas por los propios agricultores, que consideran las condiciones locales y los conocimientos tradicionales mediante procesos participativos bien conducidos, para lograr prácticas sostenibles y duraderas.

De acuerdo con observaciones realizadas bajo nuestras condiciones e intercambios sostenidos en fincas de productores medianos y pequeños de la agricultura urbana y rural, las prácticas agroecológicas ofrecen las mayores perspectivas para lograr la resiliencia de las fincas. Se ha demostrado que las prácticas de la agricultura convencional, más que mitigar los efectos, contribuyen a su incremento, y sus costos económicos y ambientales son elevados. Las prácticas agroecológicas de manejo de plagas para lograr resiliencia se pueden agrupar en:

- Manipulación de la diversidad florística
- Conservación y manejo de la biodiversidad funcional
- Prácticas agronómicas fitosanitarias
- Control ecológico

Por supuesto, el éxito de estas prácticas depende de las características biofísicas de la finca, así como de las exigencias particulares de los diferentes cultivos, por lo que requieren ser ajustadas mediante procesos de innovación local. Para lograr los mejores efectos, es necesario favorecer los procesos de intercambio entre agricultores y tomar en cuenta sus observaciones.

Un ejemplo a gran escala es el caso de Honduras, donde luego del paso del huracán Mitch en 1998, se observó que las fincas que utilizaban métodos convencionales soportaron menos los efectos de la erosión y la escorrentía que las que se valían de prácticas y materiales agroecológicos. Estos incluían

conservación de agua, cultivos escalonados para evitar terrenos vacíos, manejo integrado de plagas y pastoreo mínimo o nulo.³²

Las prácticas que a continuación se describen son el resultado del análisis y síntesis de opiniones de técnicos fitosanitarios³³ y de intercambios con agricultores, principalmente en Bahía Honda (Pinar del Río), Artemisa y San Antonio de los Baños (La Habana),³⁴ Perico y Jagüey Grande (Matanzas), Manicaragua (Villa Clara), Trinidad (Sancti Spíritus), Florida (Camagüey), Buey Arriba (Granma), La Maya (Santiago de Cuba), Maisí (Guantánamo), entre otros, que explicaron sus experiencias en el manejo de su finca para reducir efectos de los vientos y lluvias fuertes o la sequía.

Variedades y semillas

La disponibilidad de semillas es esencial para la producción agropecuaria, pero en el caso de los sistemas agrícolas estresados por eventos extremos del cambio climático, también es importante disponer de semillas adaptadas a las condiciones locales, que se puedan sembrar en diferentes épocas y sean de ciclo corto y tolerantes o no susceptibles a plagas. Para ello, los agricultores deben disponer de sistemas locales de evaluación, conservación y producción de germoplasma, así como de sistemas efectivos de almacenamiento, protegidos del exceso de humedad y el ataque de plagas de almacén (gorgojos y polillas).

Fundora y otros autores realizaron estudios en la región occidental de Cuba tras el paso de huracanes con el propósito de identificar las estrategias de los campesinos para rescatar cultivos tradicionales frente al cambio climático.³⁵ Los autores destacaron la importancia de la conservación segura de semillas como una de las principales medidas preventivas ante el riesgo de huracanes, especialmente las estrategias de conservación local de semilla tradicional, con vistas a evitar su erosión, así como de otras especies/variedades que permitan una recuperación rápida.

³² E. Holt-Gimenez, 2001. Midiendo la resistencia agroecológica contra el huracán Mitch. *Leisa Revista de Agroecología* 17 (1): 7-10.

³³ L.L. Vázquez, M. Veitía, E. Fernández, J. Jiménez y S. Jiménez, 2009. Ob. cit. en n. 8.

³⁴ Con la nueva división político-administrativa aprobada en enero de 2011 por la Asamblea Nacional, La Habana se dividió en dos provincias: Mayabeque y Artemisa. Estos dos municipios forman parte ahora de la segunda. (*N. de los Eds.*)

³⁵ Z. Fundora, T. Shagarodsky, T. Tellería, L. Fernández, N. León, O. Barrios, L. Castiñeiras, F. Hernández, M. García, V. Moreno, R. Cristóbal, M.C. López, Y. González, Y. Sánchez, D. de Armas y G. Acuña, 2010. Estrategias campesinas para el rescate de cultivos tradicionales frente al cambio climático. En: *Memorias VIII Encuentro de Agricultura Orgánica y Sostenible*. La Habana, mayo.

Agrobiodiversidad

Constituye una de las principales prácticas agroecológicas para lograr la resiliencia de fincas a eventos del cambio climático. En el caso de los ataques de plagas, la diversidad de cultivos en espacio y tiempo es un factor determinante para regular el microclima, favorecer la multiplicación y actividad de los reguladores naturales de plagas, y tiene efectos disuasivos sobre ciertas especies de insectos, entre otros servicios ecológicos que contribuyen a reducir los daños de estos organismos.

En sistemas agrícolas afectados por sequías prolongadas, las fincas que practican los policultivos, la agroforestería y el silvopastoreo son menos vulnerables a plagas de importancia. En estas se ha podido comprobar que los índices de plagas son menores, hay mayor actividad de los reguladores naturales y resulta más efectivo el uso de bioplaguicidas para controlar ciertas plagas, debido a que el microclima es más favorable. En cambio, en las fincas o sistemas simples, los cultivos están más estresados y las afectaciones por plagas son más intensas, a la vez que son menos efectivas las intervenciones para el control.³⁶

El intercalamiento y la asociación de cultivos, sean herbáceos, arbustivos o arbóreos, constituyen una práctica tradicional en los sistemas campesinos. Precisamente, estos arreglos espaciales son los menos afectados por la sequía y los efectos de los huracanes, no solamente en el orden físico de las plantas o en su producción, sino porque bajo estas condiciones se propician servicios ecosistémicos que reducen poblaciones de plagas.

Como expresaran Altieri y Nicholls,³⁷ en muchas áreas del mundo los campesinos han desarrollado sistemas agrícolas adaptados a las condiciones locales que les permiten una producción continua necesaria para subsistir, a pesar de cultivar en ambientes marginales de tierra, con variabilidad climática no predecible y un uso muy bajo de insumos externos. Parte de este desempeño está relacionado con el alto nivel de agrobiodiversidad que caracteriza a los agroecosistemas tradicionales, lo cual tiene efectos positivos en su funcionamiento. La diversificación es, por lo tanto, una estrategia importante para el manejo del riesgo de la producción en sistemas agrícolas pequeños.

Reid y Swiderska consideran que la biodiversidad es clave en el proceso de adaptación del hombre al cambio climático, así como en el modo en que los paisajes pueden absorber y guardar carbono de forma efectiva y también

³⁶ L.L. Vázquez, 2010. Manejo de plagas en la agricultura ecológica. *Boletín Fitosanitario* 15 (1): 117.

³⁷ M.A. Altieri y C.I. Nicholls, 2009. Cambio climático y agricultura campesina: impactos y respuestas adaptativas. *Leisa Revista de Agroecología* 24 (4): 5-8.

en la manera como la vegetación y los ecosistemas pueden reducir los impactos adversos del cambio climático.³⁸ Los sistemas tradicionales y las innovaciones de los campesinos están a la vanguardia en la adaptación a este fenómeno. Alegan que, mientras los científicos y los diseñadores de políticas trabajan en la búsqueda de soluciones, los campesinos ya han acumulado una larga experiencia a partir de la observación y la experimentación en el campo. De hecho, esto ya está ocurriendo alrededor del mundo, pues muchas personas están utilizando recursos naturales y biodiversidad, incluyendo biodiversidad genética, como parte del proceso de adaptación. Estos autores aseguran que, a menudo, para enfrentar los efectos de las sequías y las inundaciones producidas por el cambio climático, se trata de incrementar la producción agrícola a través de métodos de cultivo intensivos. Sin embargo, estos no son efectivos, ya que no promueven la biodiversidad ni el buen funcionamiento de los ecosistemas.

Densidad de siembra

El incremento de la densidad de siembra tiene efectos positivos en la aparición de ciertas plagas, sea en cultivos herbáceos, arbustivos o arbóreos. Entre estos efectos se encuentran:

- Reducir arvenses que son hospedantes secundarios de poblaciones (por ejemplo: mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en tomate y muchos otros) o compiten con el cultivo.
- Reducir la radiación solar directa sobre el suelo, que afecta el desplazamiento de los reguladores naturales por su superficie (por ejemplo: las hormigas predadoras *Pheidole*, *Solenopsis*, *Paratrechina* y otras) o en su interior por disminución del contenido de humedad y de materia orgánica, que afecta el desarrollo y desplazamiento de otros reguladores naturales (por ejemplo: parasitoides, predadores, parásitos y patógenos de larvas, pupas de picudos y gusanos de manteca, de cochinillas harinosas y otros insectos).
- Reducir daños físicos en las ramas, que favorecen ataques de plagas secundarias (por ejemplo: perforadores de ramas como *Xylosandrus compactus*, *Xyleborus affinis* e *Hypochryphalus mangiferae* en frutales y forestales).

³⁸ H. Reid y K. Swiderska, 2008. *Biodiversidad, cambio climático y pobreza: una exploración de los vínculos*. Nota Informativa del IIED (International Institute for Environment and Development). 8 p. Disponible en: <http://www.iied.org>.

- Contribuir al microclima, que influye sobre el desarrollo de epizootias por entomopatógenos (por ejemplo: hongos como *Beauveria bassiana*, *Metarrhizium anisopliae*, *Lecanicillium lecanii* y otros).
- Reducir la dispersión de plagas por arrastre del suelo (ejemplo: fitonemátodos, fitobacterias).

Estas situaciones, que dependen de las características del suelo y de los cultivos, pueden ocurrir a consecuencia de eventos extremos, como sequías, huracanes y otros.

Profundidad de siembra

La mayoría de las plagas del suelo se relaciona de manera directa con su preparación para la siembra y la profundidad a que esta se realice, principalmente en el caso de las semillas agámicas. Por otra parte, las plantas que enraízan superficialmente son más susceptibles a afectaciones por eventos físicos, como las corrientes de agua y los vientos de huracanes. Cuando el sistema radicular está más cercano a la superficie, resulta más accesible a las plagas, sobre todo cuando se trata de fincas estresadas por la sequía (tetúan, *Cylas formicarius*, en boniato). En cambio, cuando se trata de inundaciones por huracanes o intensas lluvias, es menor la incidencia de plagas secundarias y el sistema se recupera en la medida en que el nivel del agua disminuye.

Respecto a los vientos, las plantas débiles o dañadas por estos eventos son más sensibles a la afectación por plagas secundarias, las que prefieren órganos debilitados o enfermos (por ejemplo: perforadores de ramas como *Xylosandrus compactus*). Cuando existe arrastre del suelo por lluvias intensas, las plantas que han enraizado con mayor profundidad tienen más posibilidades de acceder a los nutrientes y, por tanto, toleran mejor ciertas plagas.

Coberturas del suelo

Existen diferentes tipos de coberturas sobre el suelo, lo que constituye una práctica tradicional para la conservación de este recurso y para retener humedad, entre otras ventajas agronómicas. Se ha podido comprobar que cuando el suelo está cubierto con cobertura viva, como las leguminosas, o cobertura muerta, como el arropo, que son dos prácticas comunes, se crean condiciones propicias para la actividad de los reguladores naturales, principalmente parasitoides y entomopatógenos, además de que se logra establecer mejor los controles biológicos que se aplican sobre el suelo, como los entomonemátodos, y se favorece la nidificación, el desplazamiento y la actividad depredadora de las hormigas.

En sistemas afectados por huracanes o lluvias fuertes, la cobertura sobre el suelo, además de contribuir a su conservación, reduce la dispersión de poblaciones de plagas que se trasladan con el suelo arrastrado por las corrientes de agua. Resulta importante mencionar la pérdida de materia orgánica del suelo por calentamiento, ya que las temperaturas más altas del aire pueden acelerar la descomposición de la materia orgánica y afectar la fertilidad del suelo.³⁹ Al disminuir el contenido de materia orgánica, se incrementan problemas de plagas y se reduce la actividad de reguladores naturales.

Barreras vivas

Las fincas diversificadas que manejan diferentes tipos de barreras vivas, sean intercaladas en los cultivos, alrededor de los campos o como cerca viva perimetral, son menos vulnerables al ataque de plagas, tanto en áreas estresadas por la sequía como azotadas por huracanes. Las barreras vivas constituyen la barrera física a poblaciones inmigrantes de plagas, a la vez que ofrecen servicio de refugio y alimentación a poblaciones de reguladores naturales, en especial parasitoides y predadores.

Saneamiento

La poda de árboles es una práctica preventiva que se realiza principalmente en frutales y en las cercas vivas perimetrales para reducir los efectos de los vientos. Esta medida minimiza los ataques de plagas a los órganos debilitados o cortados y se recomienda para cultivos anuales, ya que se trata de reducir las fuentes de infección antes de que ocurran las lluvias fuertes o los vientos.

Conservación y manejo de reguladores naturales

Todas las prácticas que favorezcan la protección, el desarrollo y la actividad de los enemigos naturales en la finca, sea en los campos cultivados, en sus bordes o en otros microambientes de la finca, contribuyen a que cuando ocurren eventos extremos estos organismos estén presentes y actúen sobre las poblaciones de plagas. Por ello se recomiendan prácticas que incrementen la vegetación en espacio y tiempo dentro de los campos cultivados (policultivos, asociaciones e intercalamiento de cultivos, barreras vivas, relevos de cultivos, rotaciones y otras) y a sus alrededores (cerca viva perimetral, arboleda o minibosque, ambientes seminaturales, etc.), todos los cuales ofrecen servicios ecológicos fundamentales para lograr una actividad constante de estos organismos benéficos.

³⁹ M.A. Altieri y C.I. Nicholls, 2009. Ob. cit. en n. 37.

De hecho, como señalaran Reid y Swiderska,⁴⁰ los ecosistemas que poseen una «diversidad funcional» rica, es decir, especies que llenan un amplio espectro de funciones ecológicas, son más estables y se adaptan mejor al cambio climático que los sistemas empobrecidos. Agregan que la biodiversidad y los servicios de ecosistemas son los cimientos sobre los cuales se construyen muchas estrategias de adaptación, que también pueden ser útiles al pensar en la mitigación del cambio climático.

La diversificación de las especies vegetales en la finca, sean cultivadas o no, contribuye al microclima, al desarrollo de los biorreguladores de plagas y mantiene las condiciones para que no se incrementen las poblaciones de insectos que se manifiestan como plagas habituales.⁴¹ Los campos donde hay poca diversidad florística y factores estresantes, como la sequía, generalmente son más afectados por estos organismos.

Control ecológico

Cuando se emplean productos para el control de plagas, sean químicos o biológicos, hay que considerar que las condiciones de sequía, tanto desde el punto de vista del microclima como de la planta, pueden afectar significativamente la efectividad de la aplicación, por lo que se requiere extremar las medidas que garanticen su calidad.

En el caso de los productos químicos, debe disponerse de información acerca de sus efectos colaterales sobre los insectos, las plantas y el suelo bajo estas condiciones de estrés hídrico. Para la aplicación de bioplaguicidas, estas circunstancias son muy adversas, por lo que es necesario disponer de riego y realizar las aplicaciones en horas de la tarde-noche. La liberación de entomófagos también debe realizarse en horarios de la tarde-noche y en los sitios con mayor diversidad de plantas.

Otra dimensión del asunto es que tras períodos prolongados de sequía, en coincidencia con el aumento del régimen hídrico en los agroecosistemas, diversas especies de insectos fitófagos desarrollan altas poblaciones, a causa de las condiciones favorables para su desarrollo y la baja presencia de sus biorreguladores, que fueron afectados por la sequía. Esto significa que luego de las sequías también existen riesgos de desastres fitosanitarios y debe mantenerse la vigilancia, sobre todo por la posibilidad de que se hayan manifestado inmigraciones de nuevas especies de insectos.

⁴⁰ H. Reid y K. Swiderska, 2008. Ob. cit. en n. 38.

⁴¹ L.L. Vázquez, 2004. *El manejo agroecológico de la finca. Una estrategia para la prevención y disminución de afectaciones por plagas agrarias*. ACTAF-Entre Pueblos-INISAV, La Habana. 121p.

El uso de bioplaguicidas (*Bacillus thuringiensis*, *Beauveria bassiana*, *Lecanicillium lecanii*, *Metarhizium anisopliae*), plaguicidas botánicos (nim y otros) y cal, es un método de control ecológico que se ha generalizado, pero que resulta más efectivo cuando el sistema es diversificado.

Vigilancia

Es importante realizar estudios que permitan detectar las variaciones del clima existentes en cada región o localidad, como etapa importante para predecir y mitigar los efectos desastrosos de las especies que brotan bajo estas condiciones. De cualquier manera, según Kozár,⁴² para evaluar el efecto del cambio climático sobre las poblaciones de insectos, resulta importante encontrar buenos indicadores. Son posibles candidatos: 1) los cambios en la distribución y dispersión o expansión, 2) los cambios de densidad espacial y temporal, 3) los cambios en los factores de mortalidad, 4) los cambios de la biodiversidad local, 5) los cambios en la composición de especies en diferentes comunidades, entre otros.

De acuerdo con las características de estos eventos, los mayores éxitos en vigilancia de plagas como consecuencia del cambio climático pudieran estar en la combinación de métodos de seguimiento poblacional por entidades especializadas (puntos fijos, cultivos y variedades representativas, métodos uniformes y cuantitativos, correlaciones con el clima, entre otros) y mediante la percepción de actores relevantes, entiéndase agricultores y técnicos de base, que son personas que habitualmente recorren los sistemas agrícolas.

Desde luego, muchas de estas prácticas agroecológicas son tradicionales en los sistemas campesinos y otras se han desarrollado en procesos de innovación realizados por los propios agricultores, procurando que sus fincas sean menos afectadas por estos eventos, lo que evidencia su capacidad para la solución de problemas.⁴³

⁴² F. Kozár, 1997. Insects in Changing World (Introductory Lectura). *Acta Phytopath. Et Entomol. Hungarica* 32 (1-2): 129-139.

⁴³ L.L. Vázquez, 2008. Desarrollo de la innovación agroecológica por los campesinos cubanos. *Agricultura Orgánica* 14 (1): 33-36.