

# Ecosistemas de servicios climáticos en tiempos de la COVID-19

por Lisa Goddard<sup>1</sup>, Carmen González Romero<sup>1</sup>, Ángel G. Muñoz<sup>1</sup>, Nachiketa Acharya<sup>1</sup>, Shamsuddin Ahmed<sup>2</sup>, Walter Baethgen<sup>1</sup>, Benno Blumenthal<sup>1</sup>, Mélody Braun<sup>1</sup>, Diego Campos<sup>3</sup>, Xandre Chourio<sup>1</sup>, Rémi Cousin<sup>1</sup>, Catalina Cortés<sup>3</sup>, Ashley Curtis<sup>1</sup>, John del Corral<sup>1</sup>, Dannie Dinh<sup>1</sup>, Tufa Dinku<sup>1</sup>, Francesco Fiondella<sup>1</sup>, John Furlow<sup>1</sup>, Alan García-López<sup>4</sup>, Diana C. Giraldo<sup>5</sup>, Rosario Gómez<sup>4</sup>, Amanda Grossi<sup>1</sup>, Kinfe Hailemariam<sup>6</sup>, James Hansen<sup>1</sup>, Quamrul Hassan<sup>2</sup>, Lam Hoang<sup>8</sup>, Pamela Jordan<sup>1</sup>, Geneva List<sup>1</sup>, Md. Abdul Mannan<sup>2</sup>, Simon J. Mason<sup>1</sup>, Jeimmy Melo<sup>9</sup>, Carlos Navarro-Racines<sup>5</sup>, Ousmane Ndiaye<sup>10</sup>, Trung Nguyen-Quang<sup>7</sup>, Thang Nguyen-Van<sup>7</sup>, Juan Pablo Oliva<sup>4</sup>, Daniel Osgood<sup>1</sup>, Diego Pons<sup>1</sup>, Steven D. Prager<sup>5</sup>, Mónica Hernández Quevedo<sup>4</sup>, Andrew W. Robertson<sup>1</sup>, Julián Ramírez-Villegas<sup>5</sup>, José Franklyn Ruiz<sup>9</sup>, Oscar Rojas<sup>11</sup>, Lena Schubmann<sup>12</sup>, Fetene Teshome<sup>6</sup>, Madeleine Thomson<sup>13,1</sup>, Jacquelyn Turner<sup>1</sup>, Sylwia Trzaska<sup>1</sup>, Khiem Van Mai<sup>8</sup>, Audrey Vadillo<sup>1</sup>, José Miguel Vicencio<sup>3</sup>, Thang Vu-Van<sup>7</sup> (en nombre del proyecto ACToday)

Ante la mayor crisis de salud pública de nuestro tiempo, todos debemos trabajar de forma conjunta y aprender unos de otros para superar los complejos desafíos a los que se enfrentan nuestra sociedad, los países y el mundo. Los peligros relacionados con el clima son uno de esos desafíos, que complican las ya difíciles condiciones de

salud pública y afectan no solo a las personas, sino también a las infraestructuras, el comercio y el apoyo comunitario de los que depende la sociedad. A través de AcToday (acrónimo inglés de “Adapting Agriculture to Climate Today, for Tomorrow” [Adaptando la agricultura al clima hoy, para el mañana]), el primer proyecto de ColumbiaWorld Projects de la Universidad de Columbia, las interacciones proactivas en seis países en desarrollo ayudan a identificar y a crear los ecosistemas locales de servicios climáticos necesarios para abordar los objetivos de seguridad alimentaria, sostenibilidad agrícola y nutrición.

En tiempos de crisis e incertidumbre, como la actual pandemia mundial de COVID-19, la preparación ante los impactos climáticos se convierte a menudo en reacción y respuesta. Sin embargo, los riesgos climáticos no cesan a pesar de la crisis de la COVID; así pues, resulta fundamental contar con sistemas que permitan a unas instancias decisorias ya sometidas a presión comprender y gestionar mejor los riesgos –y también las oportunidades– vinculados al clima. Unida, la sociedad debe prepararse y gestionar los desafíos que puede anticipar con el fin de ser más resiliente a los que no puede prever y, en ese sentido, los ecosistemas de servicios climáticos pueden ser de gran ayuda.

## ACToday

El proyecto ACToday se puso en marcha en 2017 y ha estado apoyando a las instancias decisorias para

- 1 Instituto Internacional de Investigación sobre el Clima y la Sociedad (IRI), Instituto de la Tierra de la Universidad de Columbia.
- 2 Departamento Meteorológico de Bangladesh (BMD, Bangladesh).
- 3 Dirección Meteorológica de Chile (DMC, Chile).
- 4 Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH, Guatemala).
- 5 Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT, Colombia).
- 6 Servicio Meteorológico Nacional (NMA, Etiopía).
- 7 Instituto de Meteorología, Hidrología y Cambio Climático de Viet Nam (IMHEN, Viet Nam).
- 8 Centro Nacional para la Predicción Hidrometeorológica, Administración Meteorológica e Hidrológica de Viet Nam (Viet Nam).
- 9 Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM, Colombia).
- 10 Agencia Nacional de Aviación Civil y Meteorología (ANACIM, Senegal).
- 11 Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, Italia).
- 12 Programa Mundial de Alimentos (PMA), Oficina de Guatemala (Guatemala).
- 13 Fundación Wellcome Trust, Londres NW1 2BE (Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte).

combatir el hambre en seis países en desarrollo que son particularmente dependientes de la agricultura y vulnerables a los efectos de la variabilidad del clima y el cambio climático: Bangladesh, Colombia, Etiopía, Guatemala, Senegal y Viet Nam. Dirigido por el Instituto Internacional de Investigación sobre el Clima y la Sociedad (IRI) de la Universidad de Columbia, y en estrecha colaboración con organizaciones nacionales e internacionales, ACToday fortalece los servicios climáticos locales para satisfacer las necesidades nacionales en las esferas de la seguridad alimentaria, la agricultura sostenible y la nutrición, entre otras.

En conjunto, los servicios climáticos aumentan la resiliencia de los países vulnerables ante crecidas, sequías y otros riesgos relacionados con el clima (Vaughan y Dessai, 2014; Vaughan y otros, 2017). En su prestación interviene una gran variedad de expertos y partes interesadas para producir conjuntamente información y adaptarla a contextos decisorios específicos, lo que aumenta la capacidad de todos los involucrados, propicia el crecimiento económico y permite a los gobiernos adaptarse al cambio climático y a la variabilidad del

clima. Por lo general, los servicios climáticos responden a las necesidades climáticas del presente y del futuro cercano mediante una mejor comprensión de los riesgos climáticos, así como también con medidas que se pueden tomar para prepararse, planificar y desarrollarse, especialmente en tiempos de crisis. Siguiendo la terminología de los "cuatro pilares de los servicios climáticos" (figura 1), la importancia de la información climática de calidad (generación) expresada en los términos apropiados (traducción) es la clave de unos servicios climáticos eficaces. A continuación, la información traducida debe comunicarse o difundirse a los destinatarios (difusión) en un formato y con un nivel de calidad adecuados para facilitar su utilización efectiva. El formato y la calidad también dictan el uso. Para favorecer un uso apropiado de la información, los productos y las herramientas, su desarrollo conjunto efectivo y su difusión eficaz a las instancias decisorias deben mantenerse como máximas prioridades para los servicios climáticos subnacionales, nacionales e internacionales.

Unos servicios climáticos eficaces requieren un desarrollo conjunto para garantizar que los recursos limitados

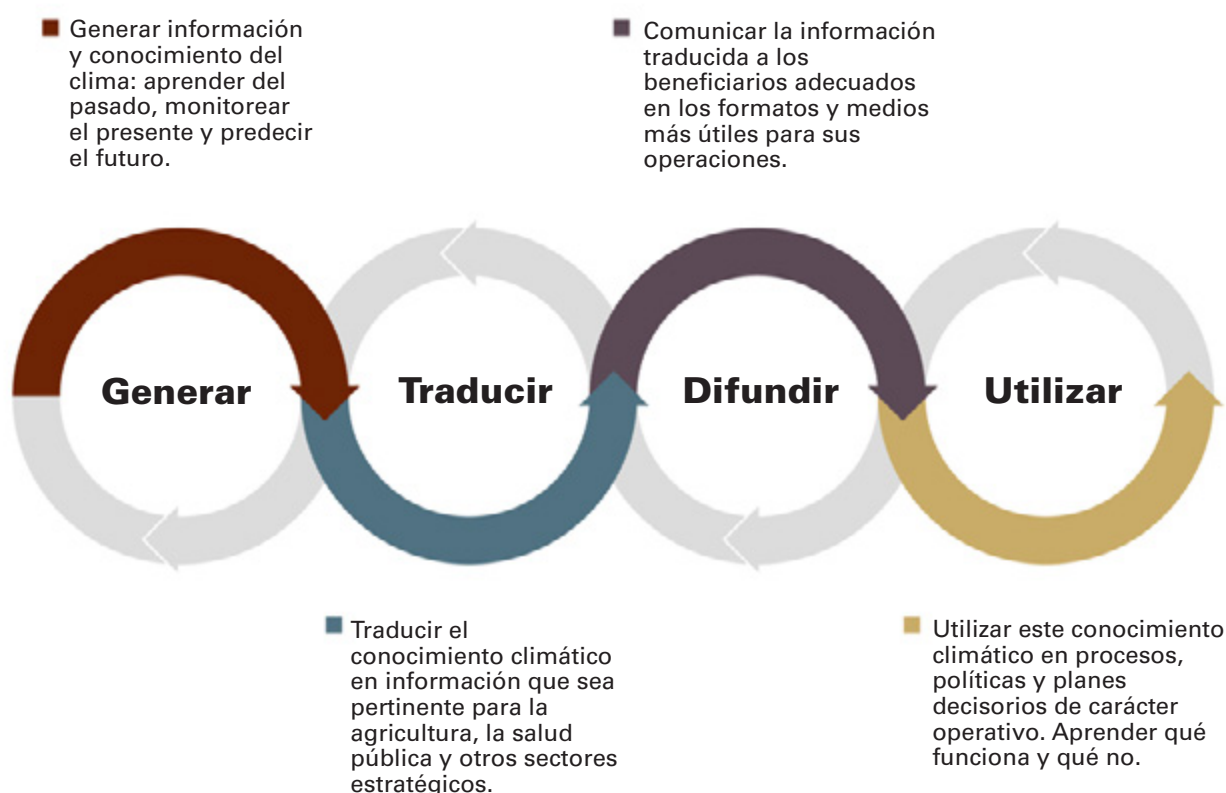


Figura 1. Los cuatro pilares de los servicios climáticos: generación, traducción, difusión y utilización. Créditos: IRI.

se dediquen a aportar las soluciones más prometedoras a las necesidades más acuciantes. Por ello, una vez que se han determinado las demandas concretas con los asociados, ACToday cataliza la generación, traducción, difusión y uso de herramientas diseñadas para apoyar la consecución del Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) número 2: Hambre cero. Algunos de los servicios climáticos desarrollados conjuntamente aplican enfoques como los siguientes:

- La iniciativa ENACTS [acrónimo inglés de “Enhancing National Climate Services” (Mejora de los Servicios Climáticos Nacionales)], que pone en contexto los peligros relacionados con el clima a través de una mejor comprensión de las condiciones climáticas pasadas y presentes en los países al utilizar datos climáticos de alta resolución y de calidad controlada (Dinku y otros, 2017; Nyade y otros, 2012; Ouedraogo y otros, 2018).
- Una nueva generación de predicciones climáticas (NextGen) que se sirve de instrumentos como la Herramienta de Predicción del Clima del IRI para proporcionar predicciones objetivas y adaptadas a múltiples escalas de tiempo, incluida la subestacional y la estacional, en una variedad de formatos y para diferentes variables de interés, como precipitaciones, temperaturas, rendimiento de cultivos, índices de salud de la vegetación, desnutrición aguda y otros (González Romero y otros, 2020; Mason y otros, 2020; Muñoz y otros, 2019, 2020; Pons y otros, 2020).
- Mesas técnicas agroclimáticas (MTA) locales: espacios de debate bidireccional entre las instancias decisorias y los Servicios Meteorológicos Nacionales de América Latina para evaluar las condiciones climáticas actuales, analizar las predicciones y formular recomendaciones específicas para diferentes sistemas de cultivo a fin de reducir los riesgos relacionados con el clima (Loboguerrero y otros, 2018; Giraldo y otros, 2020).
- AclímateColombia: una plataforma de servicios climáticos para la agricultura que facilita la generación, traducción y difusión de pronósticos de NextGen habilitados por ACToday con miras a ofrecer asesoramiento agrícola para múltiples cultivos y localizaciones en Colombia y Etiopía (Sotelo y otros, 2020; Fernandes y otros, 2020).
- Instrumentos financieros complementarios, como seguros basados en índices y financiación basada

en previsiones, para ayudar a transferir los riesgos financieros relacionados con el clima.

A través de ACToday y sus asociados, estos y otros servicios climáticos se discuten a menudo en los Foros sobre la Evolución Probable del Clima de todo el mundo (por ejemplo, el Foro del Clima de América Central [FCAC], el Foro sobre la Evolución Probable del Clima en el Caribe [CariCOF], el Foro sobre la Evolución Probable del Clima en Asia Meridional [SASCOF] o el Foro sobre la Evolución Probable del Clima en el Gran Cuerno de África [GHACOF]).

La mayoría de los servicios climáticos generados conjuntamente a través de ACToday en los diferentes países utiliza la biblioteca de datos del IRI (Blumenthal y otros, 2014), una potente infraestructura que permite a los usuarios consultar y visualizar una amplia variedad de conjuntos de datos y realizar cálculos con ellos. A continuación, los resultados se comunican visualmente a través de sitios web continuamente actualizados, denominados Maprooms, en los que la información se adapta al público al que va destinado y, de ese modo, se contribuye a que la información generada con la ayuda de los servicios climáticos sea útil y comprensible.



*Academia de servicios climáticos de ACToday en Bangladesh, en la que se realizan actividades específicas de carácter educativo y de creación de capacidad concebidas para reforzar los conocimientos climáticos fundamentales.*

Para garantizar la sostenibilidad a largo plazo de estas iniciativas durante y después del proyecto, ACToday puso en marcha una serie de academias nacionales de servicios climáticos que llevan a cabo actividades específicas de carácter educativo y de creación de capacidad concebidas para reforzar los conocimientos climáticos

fundamentales (véanse dos ejemplos por internet en Bangladesh y Colombia). Las academias también apoyan el desarrollo de los Marcos Nacionales para los Servicios Climáticos en los seis países. Además, ACToday ha implantado una estrategia de seguimiento y evaluación para facilitar que estas y otras soluciones puedan reproducirse, y ampliarse, en diferentes regiones y países.

El apoyo a los asociados locales, nacionales e internacionales, a medida que construyen o fortalecen sus servicios climáticos, es solo una parte del rompecabezas. Las amenazas no relacionadas con el clima, como la volatilidad de los mercados, también desempeñan un papel importante cuando se trata de la seguridad alimentaria. Además, los servicios climáticos con un enfoque muy limitado (por ejemplo, la generación de predicciones climáticas con el único fin de prever el rendimiento de los cultivos en una región de un país) pierden oportunidades potenciales, ya que esas mismas predicciones se pueden aplicar a otros sectores socioeconómicos. En consecuencia, ACToday se esfuerza por desarrollar conjuntamente un ecosistema de servicios climáticos que pueda compartir soluciones comunes con distintos sectores y que pueda identificar vínculos e interacciones potenciales con otras no relacionadas con el clima.

## Ecosistemas de servicios climáticos

Los servicios climáticos (figura 1) pueden ofrecer un potente conjunto de datos, herramientas y soluciones combinadas para dotar a las instancias decisorias de la información que necesitan. Sin embargo, si se implementan de forma aislada –o con un solo propósito– se pierden oportunidades, y es posible que el servicio no se pueda sostener o que entre en conflicto con otras actividades paralelas. Es necesario coordinar los esfuerzos para evitar duplicaciones improductivas, si bien cabe reconocer que cierta redundancia es beneficiosa. Una sana superposición de las actuaciones puede conducir a la integración y el intercambio de servicios climáticos que son útiles y valiosos para múltiples sectores. Por ejemplo, el desarrollo de estrategias que puedan dirigirse a diferentes escalas de tiempo (empleando, entre otros, el enfoque “Ready-Set-Go” [Preparados, listos, ya] [Braman y otros, 2013; Goddard y otros, 2014]) ha evidenciado considerables beneficios para los asociados locales de los países de ACToday.

Los ecosistemas de servicios climáticos pueden definirse (modificando ligeramente la definición de Vargo y Akaka (2012), más centrada en la perspectiva empresarial)

como aquellos sistemas relativamente autónomos y autoajustables de las partes que integran los recursos y que están conectados por objetivos institucionales comunes y por la creación de valor mutuo mediante el intercambio de servicios climáticos. En otras palabras, un ecosistema de servicios climáticos implica interacciones entre diferentes sectores que comparten los mismos o similares servicios climáticos, lo que aumenta la resiliencia a las crisis y aporta eficiencia y valor al orquestar de forma óptima las soluciones disponibles. Esos ecosistemas suelen ser más resistentes a los impactos climáticos que un conjunto de servicios climáticos centrados en determinadas demandas o en un solo sector, ya que las perturbaciones en una parte del ecosistema se redistribuyen y amortiguan en toda la red.

En consonancia con la definición de ecosistemas de servicios climáticos, ACToday ha aprovechado al máximo la implantación de ENACTS, NextGen y las academias, por mencionar algunos casos. Estas soluciones están disponibles no solo para los sectores de la seguridad alimentaria y la agricultura, sino también para los de la gestión de los recursos hídricos, la salud, la energía, y la reducción y gestión de riesgos de desastre. Los ecosistemas de servicios climáticos desarrollados por ACToday también están ayudando a los países del proyecto a combatir los efectos de la COVID-19 en la sociedad, así como los impactos en otros sectores que dependen de una información climática fiable y de mecanismos de transferencia de los riesgos climáticos.

## Un factor de estrés no deseado: la COVID-19

La inseguridad alimentaria no ha desaparecido durante la actual pandemia de COVID-19, sino que, muy al contrario, ha empeorado.

La pandemia hizo temer una inminente crisis económica y una recesión (Nicola y otros, 2020). Las medidas preventivas para controlar la propagación del virus dieron lugar a una reducción de la mano de obra en todos los sectores económicos. En el ámbito agrícola, esta crisis sanitaria ocasionó una caída de los precios de los productos básicos de hasta el 25 % en algunos mercados (WBG, 2020), reduciendo así los niveles de ingresos de los agricultores. Entre el 30 % y el 50 % de los agricultores de las regiones en las que está implantado ACToday están experimentando una reducción de los ingresos, así como un menor acceso a alimentos y a insumos agrícolas (CCAFS, 2020). Las alteraciones en lo relativo a la mano de obra y las cadenas de suministro, el

endurecimiento de los controles fronterizos, las restricciones comerciales, la reducción de la demanda y la presión de los tipos de cambio también han afectado a los mercados emergentes y a las economías en desarrollo. Por ejemplo, según la Oficina de Coordinación de Asuntos Humanitarios de las Naciones Unidas (OCHA), en América Central la reducción de las remesas debido a la COVID-19 ha hecho que los centroamericanos sean más vulnerables a la inseguridad alimentaria y ha puesto a muchos en riesgo de pobreza extrema (OCHA, 2020).



Elisabeth Gawthrop

En Guatemala, ACToday promueve la traducción y el uso de la información climática mediante el fomento de mesas técnicas agroclimáticas que acercan los proveedores de servicios climáticos a los agricultores y a otros usuarios.

No cabe duda de que la COVID-19 ha agudizado la vulnerabilidad de la sociedad, pero esos efectos negativos pueden compensarse, o al menos atenuarse, mediante los ecosistemas de servicios climáticos. Por ejemplo, las

MTA de Guatemala y Colombia están utilizando las predicciones climáticas de NextGen para elaborar recomendaciones concretas para las asociaciones de campesinos, especialmente para los pequeños agricultores, a fin de guiar la aplicación de estrategias sólidas durante la crisis actual (véanse algunos ejemplos aquí). Guatemala, junto con el Programa Mundial de Alimentos (PMA), está elaborando un programa de seguros basados en índices para proporcionar una red de protección a los segmentos de la población más afectados. En Bangladesh, se está investigando sobre las crecidas y se está impartiendo formación sobre los seguros basados en índices para facilitar la creación y validación de productos basados en índices de crecida en un año en el que el país se enfrenta a las mayores crecidas de la última década.



Jacquelyn Turner

En Viet Nam, ACToday colabora con los asociados internacionales, los responsables del Ministerio de Agricultura y el Servicio Meteorológico para modificar las políticas y las prácticas para facilitar el uso de los servicios climáticos y disminuir el impacto en la seguridad alimentaria.

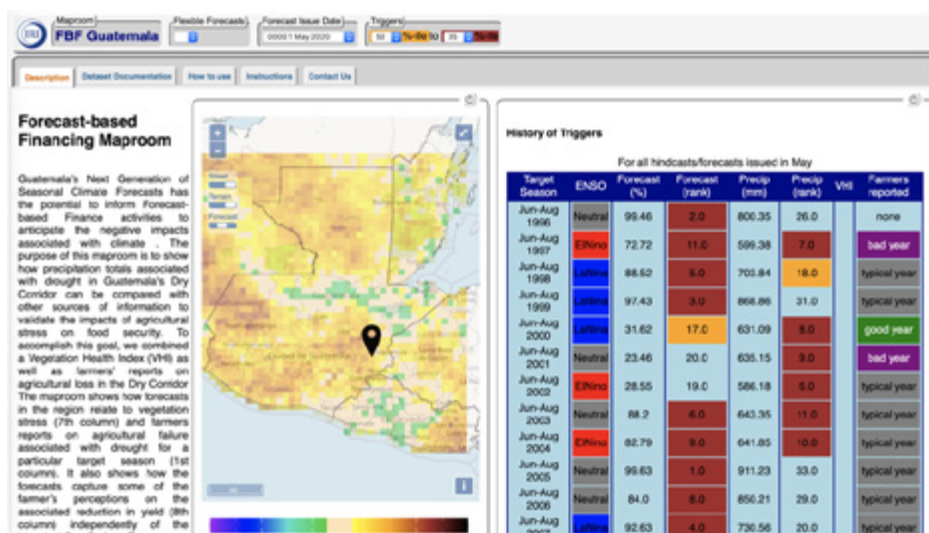


Figura 2. Ejemplo de producto de financiación basado en predicciones que se está elaborando para el Corredor Seco de Guatemala. Las predicciones estacionales de NextGen (izquierda) se utilizan junto con información climática y medioambiental del pasado para determinar los factores desencadenantes (derecha) que pueden activar los mecanismos de financiación a fin de ayudar a los agricultores a combatir la hambruna.



*Tanto las iniciativas de NextGen como las de ENACTS constituyen la base de plataformas de servicios climáticos que pueden facilitar la generación, traducción, difusión y uso de la información climática para ofrecer asesoramiento agrícola para múltiples cultivos y lugares. Izquierda: lanzamiento oficial de la nueva generación de predicciones climáticas (NextGen) por parte del Servicio Meteorológico Nacional de Colombia (IDEAM) en 2019. Derecha: las instancias decisorias en materia de seguridad alimentaria reciben formación sobre ENACTS en Adama (Etiopía), en 2018.*

En el Corredor Seco de Guatemala también se están estudiando mecanismos complementarios de financiación basados en predicciones (figura 2) para ayudar a distribuir los recursos en previsión de episodios climáticos adversos, cuando los umbrales cuantitativos críticos de la predicción se superan con un determinado nivel de confianza. Una buena noticia en ese sentido es que es poco probable que esas medidas sean necesarias este año, dadas las actuales condiciones de La Niña, que todo apunta a que se prolongarán durante el resto de 2020.

Según la predicción estacional de NextGen, se espera que la temporada de siembra postrera reciba lluvias por encima de lo normal en muchos lugares de América Central, donde los cultivos básicos son principalmente de secano.

En Senegal, la comunicación temprana de unas predicciones de lluvia por encima de lo normal ha dado esperanzas a muchos sectores para hacer frente a los efectos adversos de la pandemia y ha creado una verdadera “mentalidad” de inversión en la comunidad agrícola. En Viet Nam, la colaboración de ACToday con los asociados internacionales, los responsables del Ministerio de Agricultura y el Servicio Meteorológico está ayudando a modificar las políticas y las prácticas para facilitar el uso de los servicios climáticos y disminuir el impacto de la actual pandemia en la seguridad alimentaria.

La labor de ACToday para dinamizar los ecosistemas nacionales de servicios climáticos ha permitido que otros sectores clave, además de la agricultura, aprovechen los servicios climáticos que son utilizados por los sectores

locales de la seguridad alimentaria y la agricultura. Por ejemplo, la Organización Panamericana de la Salud/Organización Mundial de la Salud y las instancias decisorias locales en materia de salud en América Central están utilizando las predicciones climáticas de última generación para identificar el mejor plan de acción en relación con la actual epidemia de dengue, la peor de la que se tiene constancia y que se está viendo agravada por la COVID-19 y los altos niveles de inseguridad alimentaria en la región (Muñoz y otros, 2020). Del mismo modo, en Colombia, el sector energético utiliza las predicciones de lluvia de NextGen para decidir si la actual oferta de electricidad es suficiente o si el país necesitará comprar electricidad en el mercado internacional para satisfacer el aumento de la demanda debido al tiempo adicional que la población pasa en casa durante la cuarentena impuesta a raíz de la COVID-19.

En Bangladesh, gracias al apoyo recibido en relación con las predicciones climáticas estacionales de NextGen, el Departamento Meteorológico de Bangladesh (BMD) pudo seguir generando predicciones durante una situación multirriesgos que incluía la COVID-19, el superciclón Amphan –uno de los temporales más fuertes jamás vistos en el golfo de Bengala– y las intensas lluvias monzónicas que provocaron graves inundaciones y corrimientos de tierra, afectando a millones de personas. Tanto el ciclón como las crecidas originaron una movilización masiva de personas y recursos en todos los sectores antes y después del episodio, y un considerable aumento de la demanda de servicios al BMD para que siguiera proporcionando información, a pesar del acceso limitado a sus instalaciones debido a las restricciones vinculadas a la COVID-19.

## Lecciones aprendidas y camino a seguir

El de ACToday es todo un ejemplo de desarrollo de servicios climáticos, en el que se colabora con asociados nacionales e internacionales para atender las necesidades locales de servicios climáticos en los ámbitos de la seguridad alimentaria y la agricultura. El desarrollo conjunto de estos servicios ha sido fundamental para que los asociados del proyecto sean parte activa en la elaboración de las diversas soluciones propuestas, las utilicen y las adapten a sus respectivos contextos. En particular, la creación de capacidades específicas, la disponibilidad de observaciones en tiempo real y el acceso a las mismas, las predicciones objetivas y calibradas, las plataformas de difusión y los foros de debate debidamente atendidos, y los instrumentos financieros permiten que los servicios climáticos respondan a las necesidades de las poblaciones afectadas, incluso durante una pandemia. Los ecosistemas de servicios climáticos están proliferando; empiezan a formarse nuevas redes de servicios climáticos en torno al programa ACToday, impulsadas por la necesidad y la coyuntura. Especialmente en los países en desarrollo, se necesitan estrategias de financiación sólidas para mantener esos servicios. La colaboración entre los sectores público y privado ofrece una vía para crear ecosistemas de servicios climáticos.

La capacidad de extender los servicios climáticos de calidad, no solo a otros lugares sino a otros sectores, y la capacidad de estas redes de servicios climáticos de organizarse en ecosistemas es un elemento fundamental para la resiliencia frente a la variabilidad del clima y el cambio climático. Este modelo ayudará a la sociedad a comprender, anticipar y gestionar los riesgos climáticos, y a aumentar la resiliencia frente a otros muchos desafíos que afrontaremos, tanto conocidos como desconocidos.

## Referencias

Blumenthal, M. y otros, 2014: "IRI Data Library: enhancing accessibility of climate knowledge", en *Earth Perspectives*. Springer Berlin Heidelberg, vol. 1, núm. 1, pág. 19. doi: 10.1186/2194-6434-1-19.

Braman, L. M., M. K. van Aalst, S. J. Mason, P. Suárez, Y. Ait-Chellouche y A. Tall, 2013: "Climate forecasts in disaster management: Red Cross flood operations in West Africa, 2008", en *Disasters*, vol. 37, núm. 1: págs. 144 a 164. doi:10.1111/j.1467-7717.2012.01297.x.

CCAFS, 2020: *COVID-19 impacts on farmer livelihoods Latin America: preliminary results*. Programa de Investigación sobre Cambio Climático, Agricultura y Seguridad Alimentaria (CCAFS) del Grupo Consultivo sobre Investigaciones Agrícolas Internacionales (CGIAR), Wageningen, Países Bajos. <https://ccafs.cgiar.org/research-highlight/agroclimatic-information-helps-fight-covid-19-latin-america-part-1#.X242-S2z1QK>.

Dinku, T., Thomson, M. C., Cousin, R., del Corral, J., Ceccato, P., Hansen, J. y Connor, S. J., 2017: "Enhancing National Climate Services (ENACTS) for Development in Africa", en *Climate and Development*. DOI: 10.1080/17565529.2017.1405784.

Fernandes, K., Muñoz, A. G., Ramírez-Villegas, J., Agudelo, D., Llanos-Herrera, L., Esquivel, A., Rodríguez-Espinoza, J. y Prager, S. D., 2020: "Improving Seasonal Precipitation Forecasts for Agriculture in the Orinoquía Region of Colombia", en *Weather and Forecasting*, vol. 35, núm. 2, págs. 437 a 449. doi:10.1175/WAF-D-19-0122.1.

Giraldo, D. C., Camacho, K., Navarro-Racines, C., Martínez-Baron, D., Prager, S. D. y Ramírez-Villegas, J., 2020: *Outcome Harvesting: Assessment of the transformations generated by Local Technical Agroclimatic Committees In Latin America*. Documento de trabajo n° 299 del Programa de Investigación sobre Cambio Climático, Agricultura y Seguridad Alimentaria (CCAFS) del Grupo Consultivo sobre Investigaciones Agrícolas Internacionales (CGIAR). <https://hdl.handle.net/10568/108492>.

Goddard, L. y otros, 2014: "The International Research Institute for Climate & Society: why, what and how", en *Earth Perspectives*. Springer, vol. 1, núm. 1, pág. 10. doi: 10.1186/2194-6434-1-10.

González Romero, C., Muñoz, A. G., García Solórzano, A. M., Mason, S. J., Chourio, X. M. y Pons, D., 2020: *When Rainfall Meets Hunger: Towards an Early-Action System for Acute Undernutrition in Guatemala*. AGUFM.

Greatrex, H. y otros, 2015: *Scaling up index insurance for smallholder farmers: Recent evidence and insights*. Programa de Investigación sobre Cambio Climático, Agricultura y Seguridad Alimentaria (CCAFS) del Grupo Consultivo sobre Investigaciones Agrícolas Internacionales (CGIAR). doi: 1904-9005.

Loboguerrero, A. M. y otros, 2018: "Bridging the gap between climate science and farmers in Colombia", en *Climate Risk Management*. Elsevier B.V., vol. 22, págs. 67 a 81. doi: 10.1016/j.crm.2018.08.001.

- Nicola, M. y otros, 2020: "The socio-economic implications of the coronavirus pandemic (COVID-19): A review", en *International Journal of Surgery*, vol. 78, págs. 185 a 193. doi: 10.1016/j.ijssu.2020.04.018.
- Mason, S. J. y otros, 2020: *Climate Predictability Tool*, doi: 10.7916/d8-t9jh-q758.
- Muñoz, Á. G. y otros, 2019: "NextGen: A Next-Generation System for Calibrating, Ensembling and Verifying Regional Seasonal and Subseasonal Forecasts", en *AGUFM*, 2019, págs. A23U-3024. Disponible en: <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2019AGUFM.A23U3024M/abstract> (consultado el 23 de julio de 2020).
- Muñoz, Á. G. y otros, 2020: "AeDES: a next-generation monitoring and forecasting system for environmental suitability of Aedes-borne disease transmission", en *Scientific Reports*. Nature Publishing Group, vol. 10, núm. 1, pág. 12640. doi: 10.1038/s41598-020-69625-4.
- Ndiaye O., R. Zougmore, J. Hansen, A. Diongue y E. M. Seck, 2012: "Using probabilistic seasonal forecasting to improve farmers' decision in Kaffrine, Senegal", en *Risk Management-Current Issues and Challenges*, págs. 497 a 504, capítulo 21, editado por Nerija Banaitiene, 584 páginas, doi: 10.5772/2568.
- OCHA, 2020: *Monthly situation snapshot. June 2020*. Disponible en: <https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/2020-06-22%20Monthly%20Situation%20Snapshot%20%28as%20of%2022%20June%29.pdf> (consultado el 25 de agosto de 2020).
- Ouedraogo, I., Diouf, N. S., Ouédraogo, M., Ndiaye, O. y Zougmore, R. B, 2018: "Closing the Gap between Climate Information Producers and Users: Assessment of Needs and Uptake in Senegal", en *Climate*, 2018, vol. 6, pág. 13.
- Pons, D. y otros, 2020: "Connecting Agriculture Stress Index Systems to Next Generation Seasonal Climate Forecast: A General Approach to Move from Monitoring to Forecasting Agriculture Stress at the Sub-Country Level", en *AGUFM*, 2020. Disponible en: <https://www.researchgate.net/project/Connecting-Agriculture-Stress-Index-Systems-to-Next-Generation-Seasonal-Climate-Forecast-A-General-Approach-to-Move-from-Monitoring-to-Forecasting-Agriculture-Stress-at-the-Sub-Country-Level>.
- Sotelo, S. y otros, 2020: "Pronósticos AClimaColombia: A system for the provision of information for climate risk reduction in Colombia", en *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 174, pág. 105486. doi: 10.1016/j.compag.2020.105486.
- Vargo, S. L. y Akaka, M. A., 2012: "Value Cocreation and Service Systems (Re)Formation: A Service Ecosystems View", en *Service Science*, vol. 4, núm. 3, págs. 207 a 217. <https://pubsonline.informs.org/doi/pdf/10.1287/serv.1120.0019>.
- Vaughan, C. y Dessai, S., 2014: "Climate services for society: Origins, institutional arrangements, and design elements for an evaluation framework", en *Wiley Interdisciplinary Reviews. Climate Change*, vol. 5, núm. 5, págs. 587 a 603. <https://doi.org/10.1002/wcc.290>.
- Vaughan, C., Dessai, S., Hewitt, C., Baethgen, W., Terra, R. y Berterretche, M., 2017: *Creating an enabling environment for investment in climate services: The case of Uruguay's National Agricultural Information*.