



Ecosistema de plataformas y modelos que soportan el desarrollo de servicios digitales para toma de decisiones en el sector agropecuario en Latinoamérica

Carlo Montes¹, Camilo Barrios-Perez², Irma Ayes³, Marlon Durón³, Diego Obando³, Steven Sotelo², Andrea Gardezabal⁴, Julian Ramirez-Villegas^{4,5}

¹International Center for Maize and Wheat Improvement (CIMMYT), Texcoco, México

²Alliance of Bioversity International and the International Center for Tropical Agriculture (CIAT), c/o CIAT, Cali, Colombia

³Alliance of Bioversity International and the International Center for Tropical Agriculture (CIAT), c/o DICTA, Tegucigalpa, Honduras

⁴Alliance of Bioversity International and the International Center for Tropical Agriculture (CIAT), c/o Bioversity International, Rome, Italy

⁵Plant Production Systems group, Wageningen University & Research, Wageningen, The Netherlands

Resumen

Centroamérica es una de las regiones más vulnerables a los efectos de la variabilidad climática, eventos extremos, y el cambio climático. Los servicios de información y sistemas de apoyo a la toma de decisiones son herramientas claves para adaptarse a la variabilidad climática, y anticipar y responder a eventos extremos. Esta nota describe de manera general el ecosistema de plataformas y modelos que soportan el desarrollo de servicios digitales para la toma de decisiones en el sector agropecuario de Honduras y Guatemala. Los hallazgos que se resumen aquí hacen parte de la iniciativa AgriLAC Resiliente del CGIAR. Como primera medida, se realizó un diagnóstico general de herramientas digitales y sistemas de apoyo a la toma de decisiones, que brinda un panorama general del ecosistema. Para cada herramienta, se realizó una evaluación de su proceso de desarrollo, ciclos de aprendizaje, y proceso de diseño centrado en el usuario. De igual manera, como parte de la fase de evaluación llevada a cabo en 2022, se llevaron a cabo reuniones y entrevistas con las partes interesadas con el fin de recopilar información, identificar fortalezas y desafíos actuales, lo cual permitió identificar algunas de las principales necesidades existentes en los servicios meteorológicos en cuanto a la generación de información e implementación de plataformas de difusión de servicios de información que permitan proveer a los usuarios de servicios de monitoreo meteorológico y climático regional y de pronóstico a diferentes escalas.

Ecosistema de plataformas y sistemas de soporte a toma de decisiones

La Figura 2 presenta un inventario de herramientas en dos áreas clave para avanzar en la reducción del riesgo agroclimático y la intensificación sustentable de la agricultura en Latinoamérica. La primera área es la de monitoreo y análisis de la actividad productiva, que incluye herramientas como E-Agrology, y SIRIA, que son sistemas de monitoreo de la actividad productiva, así como herramientas de agronomía guiada por datos,



que permiten analizar los factores limitantes de la actividad productiva (Jiménez et al., 2019; Ramirez-Villegas et al., 2018). E-Agrology es un sistema de captura de datos de campo, para el monitoreo del manejo agronómico, seguimiento técnico al productor y validación de recomendaciones implementados. SIRIA también permite monitorear la actividad productiva al nivel de finca, pero además facilita el reporte de estadísticas de comercialización de insumos agrícolas. Por otra parte, la agronomía guiada por datos es una colección de rutinas (*scripts*) para analizar datos de producción comerciales, identificar factores limitantes, y derivar recomendaciones agronómicas.



Figura 1 Inventario de plataformas digitales y sistemas de predicción agroclimática y de apoyo a la toma de decisiones de mayor visibilidad en Latinoamérica

Un segundo grupo de herramientas corresponde a predicción de agroclimática y del tiempo meteorológico. En este grupo se encuentran plataformas como Aclimate (Sotelo et al., 2020), que provee recomendaciones sitio-específico de manejo de cultivos con base en pronósticos estacionales. Una plataforma similar es ¿Va a Llover?, desarrollada por la Federación Nacional de Arroceros de Colombia (FEDEARROZ). Esta plataforma provee pronósticos de tiempo, y calendarios que le permiten al productor hacer una planeación de la actividad productiva. De igual modo, se encuentran plataformas y modelos que hacen parte de la base del ecosistema (e.g., IRI NextGen, IRI Data Library), que proveen datos base y/o abordajes específicos para generar pronósticos estacionales y sub-estacionales. La última categoría contiene una mezcla de herramientas que abordan temas como el monitoreo de la seguridad alimentaria, el manejo de la roya del café (Coffee Cloud), y el desarrollo de puntajes de crédito.

Creación de servicios de información agroclimática para la agricultura en Honduras

Esta línea de acción está motivada por la interrogante sobre cuáles son servicios de información climática más adecuados para poder reducir el riesgo climático y mejorar la eficiencia en el uso de los recursos por parte de los actores del sistema agroalimentario en Honduras. La relevancia de esta pregunta radica en que no se han realizado esfuerzos significativos en esta línea en Honduras. Esto último considerando que a pesar de la creciente disponibilidad global de información meteorológica y climática, y sistemas de pronóstico



meteorológico y predicción climática estacional, la mayoría de los agricultores realizan su toma de decisiones en base a tradiciones y de manera intuitiva para la planificación agrícola.

Existen múltiples oportunidades para incrementar la resiliencia de los sistemas agrícolas a los eventos meteorológicos adversos. Sin embargo, la mejora en la respuesta en los sistemas alimentarios utilizando servicios climáticos comienza necesariamente con el análisis de los registros históricos del clima, los cuales muy frecuentemente son escasos y de calidad subóptima, transformándose en una limitante que reduce el potencial de creación de resiliencia. AgriLAC busca generar información confiable, aplicable y procesable a partir de la investigación con el fin de proporcionar herramientas para la toma de decisiones y la planificación por parte de los agricultores e instituciones de manejo de recursos y de extensión en Honduras. Las actividades realizadas en 2022 se centraron en la evaluación de los productos meteorológicos y climáticos actualmente generados por CENAOS-COPECO. Para ello, se llevó a cabo una reunión entre profesionales de AgriLAC y CENAOS-COPECO, en la cual se avanzó en el conocimiento sobre las capacidades técnicas existentes y en las oportunidades de colaboración en el contexto de la iniciativa AgriLAC. Inicialmente se identificaron cuatro áreas de apoyo técnico, incluyendo (1) el desarrollo y mejora de productos de monitoreo relevantes para la agricultura, (2) la evaluación y actualización del pronóstico meteorológico generado actualmente por CENAOS-COPECO, (3) la mejora en los canales de comunicación de los productos y servicios desarrollados (boletín agrometeorológico, sitio web), y (4) la implementación de un sistema de pronóstico climático estacional para Honduras.

Las herramientas de monitoreo que permitan estimar los impactos del clima en la producción agrícola son un componente importante de la resiliencia. El área de apoyo (1) busca generar productos de monitoreo del clima relevantes para la agricultura, con el objetivo de proveer a CENAOS-COPECO de datos de alta calidad que permitan, por ejemplo, regionalizar áreas de mayor impacto de eventos meteorológicos, generar datos para áreas no cubiertas por estaciones meteorológicas, realizar estimaciones de producción agrícola con modelos de simulación de cultivos, o diseñar estrategias de adaptación de los sistemas agrícolas a los riesgos climáticos. De esta manera, análisis como las tendencias observadas o la estacionalidad del clima permiten caracterizar los riesgos existentes. Un ejemplo de los avances en esta actividad es la evaluación en curso de productos grillados de precipitación de alta resolución y de largo plazo para Honduras, considerando la lluvia como un factor tanto de producción como de riesgo climático. Como resultado de la reunión inicial entre AgriLAC y CENAOS-COPECO, se sugirió un enfoque de comparación entre productos grillados con datos de estaciones locales. La Figura 2 muestra un ejemplo de la evaluación realizada, en este caso en términos de lluvia anual en Honduras. Estos mapas muestran que existe un patrón de distribución comparable entre productos, con ciertas diferencias espaciales, y que requieren ser contrastados con datos de estaciones locales. La validación y selección de un producto grillado permitirá contar con datos continuos de calidad caracterizada para ser utilizados posteriormente en la generación de productos de monitoreo de eventos extremos como lluvias intensas o sequías, entre otros.

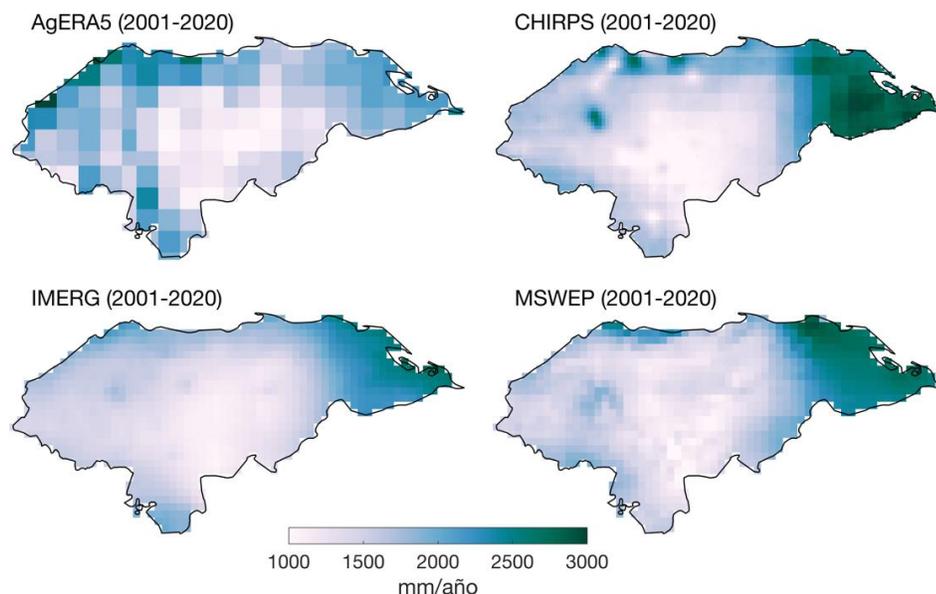


Figura 2 Mapas de lluvia anual acumulada promedio (2001-2020) para cuatro productos de grilla evaluados: AgERA5, CHIRPS, IMERG, y MSWEP.

El área de apoyo (2) contempla el diagnóstico del pronóstico meteorológico actualmente generado por CENAOS-COPECO utilizando el modelo *Weather Research and Forecasting Model* (WRF), el fortalecimiento institucional de las capacidades de pronóstico, y la mejora en los productos generados. Para esto, siguiendo los requerimientos de CENAOS-COPECO, actualmente se realiza un análisis de sensibilidad del modelo WRF a esquemas físicos (microfísica, cúmulos y capa límite) para Honduras, y una calibración para extender el pronóstico actual de 5 días a 10 días, y pronosticar eventos extremos. La extensión del pronóstico de 5 a 10 días permitirá realizar seguimiento y pronóstico a eventos de alto impacto como lo son los ciclones tropicales, cuya duración alcanza más de los 5 días. Como ejemplo, la **Figura 3** muestra el pronóstico de lluvia obtenido con WRF durante la ocurrencia de un ciclón tropical en 2020 (huracán IOTA). Este pronóstico debe ser contrastado con datos observacionales de superficie con el fin de entender la incertidumbre y poder reducir el error de estimación del pronóstico. No obstante, un herramienta de pronóstico confiable de este tipo de eventos extremos podría ser utilizado para la alerta temprana en agricultura y otros sectores.

Los ejemplos aquí presentados se enlazan con la mejora de los productos y servicios desarrollados para la comunicación, en lo cual se contempla la mejora en el actual boletín agrometeorológico y el sitio web de CENAOS-COPECO, integrando más productos y plataformas de visualización. Además, con el fin de proveer información para la planificación agrícola, las actividades conducentes a la implementación de un pronóstico estacional para Honduras permitirá incrementar el rango de posibilidades de decisiones a otras escalas temporales. El uso de pronósticos estacionales junto con datos históricos de calidad y en formatos adecuados permitirá a los agricultores contar con información de respaldo de alto valor para reducir el riesgo climático.

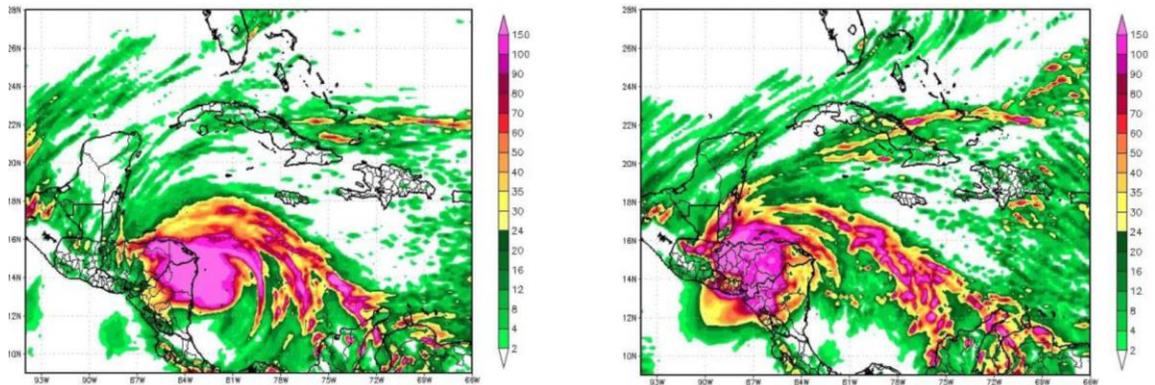


Figura 3 Precipitación acumulada (24 horas) obtenida por el modelo WRF para el lunes 16 y martes 17 de noviembre de 2020 en Centroamérica.

Los próximos pasos en Honduras requieren coordinación y compromiso de parte de AgriLAC y CENAOS-COPECO para aprovechar al máximo las oportunidades que la etapa de evaluación a destacado, y así poder generar productos confiables y con valor agregado que contribuyan a la seguridad alimentaria de Honduras. De igual manera, se buscará apalancar el apoyo técnico a partir de las herramientas ya existentes (ver Figura 1), y expandir el trabajo en servicios agroclimáticos digitales a otras instituciones que generen o usen información agroclimática para la toma de decisiones. Esto último requerirá conectar los diferentes productos, modelos, y plataformas de COPECO-CENAOS a plataformas, espacios, y mecanismos de traducción, y disseminación de la información agroclimática.

Creación de servicios de información agroclimática para la agricultura en Guatemala

En Guatemala, el énfasis respecto a la creación de servicios de información agroclimática ha sido hacia la conexión del sistema de pronósticos NextGen (existente y operacional en Guatemala) y los canales de disseminación incluyendo las Mesas Técnicas Agroclimáticas (MTA). Para este fin, se planteó la implementación de AClimate. AClimate es una plataforma desarrollada por el CGIAR y varios de sus socios, y que ofrece servicios climáticos en tres países: Colombia, Etiopía y Angola (Sotelo et al., 2020).

AClimate genera mensualmente pronósticos climáticos y agroclimáticos para todos los países en los que ha sido desplegado. Cada mes, AClimate genera, automáticamente, pronósticos estacionales de precipitación para los siguientes 3 a 6 meses, y combina esos pronósticos con modelos de cultivo para generar recomendaciones de qué variedad sembrar, y cuándo sembrar. AClimate fue diseñado como un sistema para apoyar la toma de decisiones, por lo cual también cuenta con módulos que ofrecen información histórica, tanto para clima como para cultivos.



Aclimate Guatemala¹ es la implementación que se realizó de la plataforma AClimate para Guatemala. Uno de los principales requerimientos del proyecto fue la integración con los productos que ha venido generando el Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología, e Hidrología (INSIVUMEH). INSIVUMEH es la institución nacional oficial que produce información de pronósticos climáticos en Guatemala. Durante la implementación del sistema para Guatemala, se trabajó en la integración con los productos de pronósticos que son generados por el INSIVUMEH, incluyendo, (1) NextGen, 2) REALTIME, y (3) REALTIME_4_MONTHS, los cuales son publicados en una librería de datos o *Data Library*². Los pronósticos estacionales generados por INSIVUMEH son datos geospaciales para todo el país, que indican cual es la probabilidad de déficit o exceso de precipitación. La Figura 4 muestra la página de inicio de AClimate Guatemala, y la arquitectura general de la plataforma, incluyendo su conexión con la Librería de Datos del INSIVUMEH.

El primer prototipo de AClimate Guatemala incluye un total de nueve localidades (en el departamento de Baja Verapaz), que se seleccionaron como zona de estudio para la implementación inicial de la plataforma. El sitio web está alojado en un servidor de AWS (Amazon Web Services) gestionado, por el momento, por el CGIAR. El portal web está consumiendo servicios web desde la plataforma de AClimate Global, gestionada por el CGIAR. Los datos de pronósticos estacionales son almacenados en el *Data Library* del INSIVUMEH.



Figura 4 Página de inicio (izquierda) y ejemplo de pronóstico estacional (derecha) de AClimate Guatemala.

La arquitectura general de la plataforma se presenta en la Figura 5, incluyendo su conexión con la Librería de Datos del INSIVUMEH. Se espera que la configuración y parametrización sea realizada por personal del CGIAR

¹ Aclimate Guatemala, disponible en <https://guatemala.aclimate.org/>

² Data Library, disponible en <http://dl.insivumeh.gob.gt/SOURCES/.NextGen/.CPT/.Estacional/.CHIRPS/.Guatemala/>

y del INSIVUMEH (Administrators), en tanto que los usuarios finales (técnicos, extensionistas, entre otros), van a poder acceder a la información a través del portal web personalizado para Guatemala.

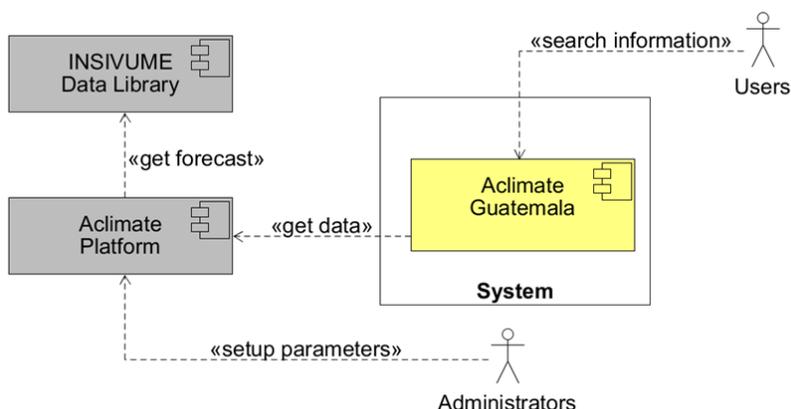


Figura 5 Arquitectura general (nivel 1) de la Plataforma AClimate Guatemala

Como uno de los objetivos de AgriLAC, se espera conectar la plataforma AClimate con servicios de mensajería de texto (SMS), redes sociales (a través de chatbots), con las Mesas Técnicas Agroclimáticas (MTAs), y con los procesos participativos de servicios climáticos para la agricultura (PICSA).

Referencias

- Jiménez, D., Delerce, S., Dorado, H., Cock, J., Muñoz, L.A., Agamez, A., Jarvis, A., 2019. A scalable scheme to implement data-driven agriculture for small-scale farmers. *Glob Food Sec* 23, 256–266. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2019.08.004>
- Ramirez-Villegas, J., Jimenez, D., Lougee, R., 2018. Data-driven farming proves fertile ground for O.R. *ORMS Today* April, 20–23.
- Sotelo, S., Guevara, E., Llanos-Herrera, L., Agudelo, D., Esquivel, A., Rodriguez, J., Ordoñez, L., Mesa, J., Muñoz Borja, L.A., Howland, F., Amariles, S., Rojas, A., Valencia, J.J., Segura, C.C., Grajales, F., Hernández, F., Cote, F., Saavedra, E., Ruiz, F., Serna, J., Jimenez, D., Tapasco, J., Prager, S.D., Epanchin, P., Ramirez-Villegas, J., 2020. Pronosticos AClimateColombia: A system for the provision of information for climate risk reduction in Colombia. *Comput Electron Agric* 174, 105486. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105486>