



Proyecto AgTech19056

“HUB-SmartFruit-ALC: Soluciones Inteligentes Para Sistemas Familiares Frutícolas ALC, en el Escenario De Cambio Climático”

PRODUCTO 30. INFORME TECNICO FINAL

2023





Códigos JEL: Q16

FONTAGRO (Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria) es un mecanismo único de cooperación técnica entre países de América Latina, el Caribe y España, que promueve la competitividad y la seguridad alimentaria. Las opiniones expresadas en esta publicación son de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), FONTAGRO, de sus Directorios Ejecutivos ni de los países que representan.

El presente documento ha sido preparado por:

Dra. Alejandra Ribera Fonseca, Directora del Proyecto, UFRO.

Ariel Muñoz, Coordinador de Operaciones del Proyecto, UFRO.

Rodrigo Ramos, Gestor Tecnológico del Proyecto, UFRO.

Copyright © 2022 Banco Interamericano de Desarrollo. Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons IGO 3.0 Reconocimiento-NoComercial- SinObrasDerivadas (CC-IGO 3.0 BY-NC-ND) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo/legalcode>) y puede ser reproducida para cualquier uso no comercial otorgando el reconocimiento respectivo al BID. No se permiten obras derivadas. Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la CNUDMI (UNCITRAL). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID no están autorizados por esta licencia CC-IGO y requieren de un acuerdo de licencia adicional. Note que el enlace URL incluye términos y condiciones adicionales de esta licencia.

Esta publicación puede solicitarse a:

FONTAGRO

Correo electrónico: fontagro@fontagro.org

www.fontagro.org



Tabla de Contenidos

Abstract	4
Resumen	5
Antecedentes.....	6
Objetivos	8
Metodología	9
Resultados	15
Indicadores Técnicos	17
Hallazgos Destacados.....	18
Historias en el campo.....	19
Discusión.....	20
Conclusiones.....	21
Recomendaciones.....	22
Referencias Bibliográficas.....	23
Instituciones participantes	24



Abstract

During the 2.5-year execution of this project, we successfully fulfilled all committed deliverables (n=31). The key outcomes of this proposal include:

1. The formation of Hub-SmartFruit-LAC, which engaged with stakeholders from national and international, public and/or private sectors in the fruit value chain.
2. The development of a collaborative, free-access technology tool called OpenFruit, which has been validated and adopted successfully.

Despite the challenges posed by the COVID-19 pandemic in 2020 and 2021, which severely impacted face-to-face activities, the project continued to make significant progress.

Regarding Outcome 1, aligned with Component 1 of this proposal, the Hub-SmartFruit-LAC Human Platform currently consists of 27 representatives from participating institutions, as well as special, both permanent and temporary, national and international guests. These include stakeholders from both the public and private sectors related to the fruit value chain and AgTech solutions. Representatives from the productive sectors in Chile and Costa Rica are also part of this Hub, including expert researchers in climate change, environmental models, precision agriculture, pest management, irrigation control, and communication and information technologies. As a team, we have prepared the first Operational Manual for this Hub in Chile, aiming to facilitate knowledge transfer, social capital generation, and networking with key actors supportive of AgTech solutions in the LAC fruit sector. Further details about the formation and objectives of the Hub are described in related deliverables (Product 1, 2, and 3).

As for Outcome 2, the OpenFruit computer system, based on Web-GIS architecture, was developed through an interactive process involving the active participation of potential users and key members of the SmartFruit-LAC Hub. The system's design and development phases have been successfully completed. The co-design process for OpenFruit, in collaboration with associated fruit growers and advisors, included induction workshops on topics such as sustainable fruit growing and precision agriculture. To date, these efforts have trained a significant number of producers and/or professionals (~600). In recent months, the team has focused on implementing and validating OpenFruit through continuous monitoring and field studies with selected farmers (Products 19, 20, and 21). Additionally, we have been working on developing an informational platform to support training on OpenFruit usage (Products 22, 23, and 24). During the final year of this project, research was also conducted to create a Climate Change Vulnerability Index for orchards.

Keywords: AgTech Solutions, Fruticulture Sector, Satellite Indices

Resumen

Durante 2,5 años de ejecución de este proyecto, se logró dar cumplimiento total a todos los productos comprometidos (n=31). Los principales resultados de esta propuesta son: 1) Hub-SmartFruit-ALC articulado con actores nacionales, internacionales, públicos y/o privados de la cadena de valor frutícola; 2) Herramienta tecnológica colaborativa de libre acceso OpenFruit validada y adoptada exitosamente. A pesar de la situación sanitaria por COVID-19 que afectó la ejecución del proyecto durante el año 2020 y 2021, complejizando fuertemente el desarrollo de actividades presenciales, el proyecto pudo avanzar exitosamente.

Respecto al Resultado 1, asociado al Componente 1 de esta propuesta, a la fecha la Plataforma Humana Hub-SmartFruit-ALC se encuentra exitosamente conformada por representantes (n=27) de las instituciones que forman parte del proyecto, como por invitados especiales, tanto permanentes como especiales, nacionales e internacionales, incluyendo la participación de actores del sector público y privado asociado de la cadena de valor frutícola y de soluciones AgTech. Forman parte de este Hub, representantes del sector productivo de Chile y Costa Rica, a través de mesas territoriales de trabajo, investigadores expertos en: cambio climático y modelos ambientales, agricultura de precisión, manejo de plagas, control de irrigación y tecnologías de la información y comunicación. Como equipo, hemos elaborado un Manual Operativo de este Hub, único en Chile, cuyo objetivo es propiciar la transferencia de conocimiento, generación de capital social y desarrollo de vínculos con actores claves que sustenten la adopción y creación de soluciones AgTech aplicadas al sector frutícola ALC. La conformación del Hub y sus propósitos se describieron en mayor detalle en los productos relacionados (Producto 1, 2 y 3). Por otra parte, durante la primera etapa de ejecución de este proyecto, se levantó y sistematizó información respecto de las brechas digitales de los productores frutícolas familiares de Chile y Costa Rica (Producto 9).

Respecto al Resultado 2, el diseño del sistema informático OpenFruit (arquitectura Web-SIG), se realizó mediante un proceso interactivo, que contó con la participación activa de los potenciales usuarios y los actores claves del Hub SmartFruit-ALC. Las etapas de diseño y desarrollo de OpenFruit finalizaron exitosamente. El proceso de co-diseño de OpenFruit, en colaboración con productores y asesores frutícolas asociados, consideró la realización de talleres de inducción a la temática abordada (fruticultura sustentable, agricultura de precisión, co-diseño de plataformas informáticas), a través del cual a la fecha de ha logrado capacitar a un alto número de productores y/o profesionales (~600). Durante los últimos meses de ejecución de este proyecto, el equipo trabajó fuertemente en el proceso de implementación y validación de OpenFruit, a través de un acompañamiento continuo y el desarrollo de estudios de campo con usuarios seleccionados (Productos 19, 20 y 21), y además, en la creación de una plataforma informática de capacitación para apoyar la transferencia tecnológica de OpenFruit (Productos 22, 23 Y 24). Además, durante el último año ejecución, se dedicaron esfuerzos al proceso de creación del Índice de Vulnerabilidad al Cambio Climático de los Huertos.

Palabras Clave: Índices Satelitales, Soluciones AgTech, Sector Frutícola.



Antecedentes

La adaptación al cambio climático se puede definir como el rango de acciones que se toman en respuesta a cambios en las condiciones climáticas (Smit et al., 2000). El cambio frecuente de las condiciones climáticas genera grandes pérdidas económicas en el agropecuario. Costa Rica reporta un déficit hídrico de hasta un 50%, de igual modo en Chile, y en específico en la región de La Araucanía, el déficit hídrico alcanzó un 70% durante el período estival 2019. Esta variación climática genera un efecto negativo en el rendimiento y calidad de la fruta. Frente a este panorama, la necesidad de disponer de herramientas que ayuden a reducir el impacto del efecto del cambio climático toma una gran relevancia, especialmente para sistemas frutícolas familiares (SFF) de América Latina y El Caribe (ALC).

Con base al escenario anterior, las soluciones AgTech generan una alternativa tecnológica de valor para el sector frutícola en América Latina y el Caribe (ALC). Este proyecto propuso conformar una plataforma regional de innovación entre Argentina, Chile, y Costa Rica, denominada Hub SmartFruit-ALC. Esta plataforma se orienta a promover el desarrollo y adopción de soluciones tecnológicas basadas en agricultura de precisión para fortalecer la competitividad y sustentabilidad de sistemas familiares frutícolas (SFF) de ALC. La plataforma desarrollará una herramienta informática colaborativa y de libre acceso “OpenFruit” como tecnología de agricultura de precisión a pequeños productores y asesores frutícolas de los países participantes. Esta herramienta apoyará la toma de decisiones del manejo agrícola para aumentar el rendimiento y promover el uso eficiente de recursos. Chile y Costa Rica liderarán las actividades de desarrollo tecnológico, validación, capacitación y transferencia, bajo la coordinación de la Universidad de La Frontera y la Universidad de Costa Rica. Las capacidades de ambas instituciones, serán complementadas con las competencias del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) y la Universidad de Talca de Chile. Por su parte, la Universidad de Buenos Aires (Argentina), apoyará la implementación de aplicaciones tecnológicas en SFF. Se propiciará la articulación de un ecosistema de emprendedores AgTech y empresas vinculadas a la cadena de valor de la industria frutícola en torno al Hub SmartFruit-ALC, para promover el desarrollo de nuevas soluciones AgTech en base a información generada en OpenFruit. Este ecosistema contribuirá a la sustentabilidad y escalabilidad de la propuesta.

En el transcurso del siglo XXI, se proyecta que los efectos del cambio climático reducirán el crecimiento económico y debilitarán los esfuerzos por reducir la pobreza y la seguridad alimentaria (Field *et al.*, 2014). En ALC, la diversidad agroecológica y demográfica hace que las expectativas para las distintas regiones sean muy variadas. Se espera que al sureste de América del Sur la productividad se mantenga o incremente para mediados de siglo, mientras que en Centroamérica la productividad podría disminuir. Tanto el incremento de temperaturas como la disminución de las precipitaciones han superado los límites para alcanzar mayores márgenes de producción (Ordaz *et al.*, 2010). Según el Estudio de la variabilidad climática en Chile para el siglo XXI, realizado por el Departamento de Geofísica de la Universidad de Chile, la temperatura promedio aumentará entre 2°C y 4°C en las zonas agrícolas del país. Dicho incremento, causaría además una sostenida disminución de las precipitaciones. En efecto, las modificaciones en la temperatura y otras variables climáticas generan un escenario de mayor demanda hídrica por



parte de las plantas. Estas alteraciones climáticas, continuarán modificando las condiciones agroecológicas y edáficas de las zonas frutícolas tradicionales, y al mismo tiempo están ocasionando el desplazamiento de la fruticultura hacia el sur de Chile.

El presente proyecto generó la conformación de una plataforma regional de innovación (PRI) denominada *Hub SmartFruit-ALC*, entre Chile, Argentina y Costa Rica. Esta plataforma está constituida por universidades (UFRO y UTALCA de Chile, UBA de Argentina y UCR de Costa Rica), un instituto de investigación (INIA-Carillanca, Chile), servicios públicos (INDAP, Chile), una red de emprendedores *AgTech* (AP Software, Chile), una empresa de control de plagas (BIOFUTURO, Chile) y pequeños productores y asesores vinculados al sector frutícola (LONCOFRUT y CAPACITEC de Chile; Cooperparrita Tropical y Coopecerroazul de Costa Rica). Chile y Costa Rica fueron los dos países beneficiarios directos, por tanto, en ambas regiones se ejecutarán las actividades de desarrollo tecnológico, validación, capacitación y transferencia consideradas en la propuesta, en conjunto a los pequeños productores y emprendedores de cada país. Ello dado que, a pesar de sus diferentes condiciones y especies frutales predominantes, las brechas productivas fueron similares, incluyendo problemas fitosanitarios y el manejo de irrigación.

El Hub SmartFruit-ALC incorporó a pequeños productores, asesores y extensionistas en el proceso de co-diseño, desarrollo y validación de las soluciones desarrolladas. Para ello, en Chile se trabajarán con al menos 130 pequeños productores de berries (60 de arándano alto y 70 de frambuesas) de la región de La Araucanía, entendiendo por pequeño productor a la persona natural que explota una superficie inferior a 12 ha de riego básico. En Chile, en La Araucanía se cultivan 2.000 ha de berries en alrededor de 395 explotaciones. En la región se producen 15.700 toneladas de arándanos y frambuesas, con ingresos medio de más de 40 millones de dólares. Argentina (UBA, Argentina) por su parte, debido a su alta experiencia en la transferencia de este tipo de tecnologías en la pequeña y mediana agricultura, proporcionará asistencia técnica. La UBA participó activamente en la construcción de lineamientos para actividades de capacitación, transferencia y diseño de modelo de negocios y escalabilidad. En Costa Rica, se incorporaron 2 cooperativas de pequeños productores, considerando 110 productores de naranja de la Cooperativa Coopecerroazul y 30 productores de papaya de la Cooperparrita Tropical. De acuerdo con el último censo agropecuario (2014), existen 3.264 fincas que cultivan papaya, y 12.913 fincas que cultivan naranja. La solución generada, permitió fortalecer la vinculación con emprendedores *AgTech* de las dos zonas geográficas. A la fecha, se dispone del apoyo e interés de una red de emprendedores de base tecnológica en Chile. Se espera que un futuro cercano, los emprendedores contribuirán al desarrollo de la herramienta *OpenFruit* desde una perspectiva de usuario y beneficiario, contribuyendo con su experiencia a la transformación del conocimiento científico en transferencia tecnológica, utilizando sensoramiento remoto. Además, la ejecución de este proyecto facilitó la articulación de un ecosistema emprendedor *AgTech*, el cual estableció vínculos con el *Hub SmartFruit-ALC* para promover el desarrollo de nuevas soluciones *AgTech* en base a los datos generados en *OpenFruit*, contribuyendo a la sustentabilidad y escalabilidad este proyecto.



Objetivos

Objetivo General

El Objetivo principal de esta iniciativa es mejorar la productividad y uso eficiente de recursos en sistemas frutícolas familiares de Chile y Costa Rica, generando y promoviendo el uso de soluciones inteligentes basadas en agricultura de precisión y TICs, con miras a fortalecer la competitividad y sustentabilidad de productores familiares ALC en el escenario de cambio climático.

Objetivos Específicos

- i) Conformar una PRI Hub SmartFruit-ALC propiciando la transferencia de conocimiento, la generación de capital social, y el desarrollo de vínculos con el ecosistema emprendedores que sustenten la creación de nuevas soluciones AgTech.
- ii) Propiciar la adopción exitosa de soluciones AgTech en SFF, a través de la generación e implementación de una herramienta tecnológica colaborativa de libre acceso "OpenFruit".

Metodología

COMPONENTE 1. CONFORMACIÓN DE LA PLATAFORMA HUB SMARTFRUIT-ALC Y ARTICULACIÓN CON EL ECOSISTEMA DE EMPRENDEDORES AGTECH. El objetivo de este componente fue conformar una Plataforma Regional de Innovación (PRI) denominada *Hub SmartFruit-ALC* propiciando la transferencia de conocimiento, la generación de capital social, y el logro de vínculos con el ecosistema emprendedores para promover el desarrollo de soluciones *AgTech*.

Para ello, se realizaron las actividades de (i) formalizar la gobernanza y el funcionamiento del *Hub SmartFruit-ALC* y (ii) crear espacios virtuales de integración y articulación para productores SFF, emprendedores *AgTech* y otros actores de la cadena de valor frutícola, propiciando la generación de capital social y el compromiso con el fin del proyecto entre los co-ejecutores, asociados y actores clave. A la vez, se realizaron las actividades de (iii) promover la generación de soluciones *AgTech* complementarias a la herramienta *OpenFruit* y (iv) disponibilizar la prueba de concepto de *OpenFruit* para otras regiones de ALC, con el fin de contribuir a la sustentabilidad y escalabilidad de la propuesta.

El resultado de este componente fue la conformación de la plataforma *Hub SmartFruit-ALC* articulada con actores nacionales, internacionales, públicos y/o privados de la cadena de valor frutícola.

A continuación, se describen las actividades y metodologías aplicadas para obtener los productos asociados a este Componente:

Actividad 1.1. Conformación y formalización de la Gobernanza de la Plataforma "Hub SmartFruit-ALC". Se realizó un taller de arranque virtual que incluyó a los co-ejecutores y organismos asociados para formalizar la plataforma, su estructura de gobernanza, y propiciar el intercambio de experiencias entre los distintos actores. Además, se realizó un proceso de reclutamiento (llamado a concurso) y de selección de capital humano (entrevistas), para complementar el equipo de trabajo en sus distintas áreas. Estas nuevas contrataciones participaron de un proceso de inducción. Posteriormente, se formuló un manual operativo conjunto, que detalla la implementación de esta iniciativa en Chile y Costa Rica. Se evaluó y seleccionó las herramientas digitales que apoyaron el trabajo a distancia, a nivel grupal e individual. Esta información fue incorporada en la metodología global de trabajo. En este ámbito, se identificaron las siguientes alternativas: i) coordinación del equipo en espacios de trabajo virtuales: correo electrónico y/o plataformas como Slack, Trello, MS Teams; ii) capacitación a distancia: Google Classroom, Moodle (UFRO), MS Teams; iii) ejecución de reuniones virtuales: Google Meet, Zoom (Reuna-UFRO), Teams; iv) Gestor de contenidos -GMS- del sitio web informativo (Wordpress, Joomla, Magento); v) difusión por redes sociales y tráfico hacia el sitio web del proyecto: Facebook, Twitter, Instagram, Mailchimp (email marketing para llegar a productores y emprendedores a través de Newsletters); vi) repositorio de documentos: Google Drive, Dropbox. Algunas de estas configuraciones fueron subcontratadas.



Producto 1. Plataforma "*Hub SmartFruit-ALC*" conformada.

Producto 2. Manual Operativo del *Hub SmartFruit-ALC* desarrollado.

Actividad 1.2. Articulación del Hub con productores SFF, emprendedores

AgTech y otros actores de la cadena de valor frutícola en Chile y Costa Rica. Se realizaron actividades virtuales de integración y articulación para actores clave de la propuesta con el fin de asegurar su participación activa y su compromiso con el *Hub SmartFruit-ALC*.

Para los productores y asesores SFF, se constituyeron Mesas Frutícolas Territoriales (MFT) en Chile y Costa Rica. Las reuniones de las MFTs, se ejecutaron de forma remota y periódica con representantes público-privados, entre ellos SFF, asesores y extensionistas, de academia y servicios públicos. El objetivo de esta instancia fue incorporar activamente a los productores y asesores SFF en el diseño, desarrollo y validación de la herramienta tecnológica *OpenFruit* (ver Componente 2), igual que en la organización y ejecución de las capacitaciones asociadas a la herramienta.

Se realizaron conversatorios virtuales con mujeres que forman parte de los SFF en ambos países ejecutores, con el objetivo de levantar información respecto de las Brechas de Género, actividad que se espera sea apoyada en el futuro por la recientemente creada Dirección de Equidad de Género de la Universidad de La Frontera.

Para propiciar la articulación con el Ecosistema de Emprendedores *AgTech*, se incorporaron representantes de la asociación AP Software y otros emprendedores en todas las fases del proyecto, lo cual contribuyó significativamente a establecer una colaboración recíproca sostenida en el tiempo. Se generaron diversas instancias remotas para promover la creación de redes entre los emprendedores, los productores SFF y otros actores de la cadena de valor frutícola. Estos eventos permitieron un trabajo colaborativo para identificar desafíos y/o problemáticas específicos de los distintos actores, lo cual apoyó la validación de la herramienta *OpenFruit*, lo cual impulsará el diseño futuro de soluciones complementarias a la herramienta por parte de los emprendedores *AgTech*.

Producto 3. Mesas Frutícolas Territoriales en Chile y Costa Rica conformadas y memoria de resultado de las mesas.

Producto 4. Eventos de networking virtuales en Chile y Costa Rica realizados y memoria de resultado de los trabajos colaborativos de los mismos.

Actividad 1.3. Promover el desarrollo de nuevas soluciones AgTech complementarias y/o basadas en la herramienta OpenFruit. En base a los desafíos y problemáticas identificados en las MFT y eventos de networking, se identificaron y evaluaron oportunidades de negocio y/o de innovación social para generar nuevas soluciones *AgTech*, complementarias, y/o basadas en los datos *OpenFruit*. Estas formaron parte del modelo de sustentabilidad del Hub, elaborado con ayuda de profesionales subcontratados, durante la ejecución de este proyecto.

Producto 5. Nota técnica conteniendo la metodología de identificación y evaluación temprana de oportunidades de negocio *AgTech* creada.



Actividad 1.4. Disponibilización de metodologías y prueba de concepto *OpenFruit* para el escalamiento del *Hub SmartFruit-ALC*. La estrategia para el escalamiento del *Hub SmartFruit-ALC* se basó en la búsqueda de nuevos socios estratégicos en ALC, y el fomento a la generación de Hubs locales en cada país. Los socios de los nuevos Hubs locales, se vincularon estratégicamente con el *Hub SmartFruit-ALC*, creando un consorcio internacional entre los países participantes, velando por asegurar un capital social de tipo internacional y la transferencia de conocimiento al largo plazo. El proyecto permitió generar un “paquete” exportable con los resultados clave del proyecto, para su transferencia gratuita como bien público a dichas regiones. Se espera que, en un futuro próximo, las soluciones *AgTech* desarrolladas e implementadas de manera local (ej.: Chile, Costa Rica), puedan ser adaptadas para y por otros países ALC. Se logró transferir, a través de actividades remotas, la metodología de trabajo y su respectiva documentación: (1) del modelo del Hub y su funcionamiento; (2) de las metodologías de intervención dirigidas a SFF; (3) de los programas y material de capacitación; (4) de las metodologías para articular emprendedores *AgTech* con el *Hub SmartFruit-ALC*.

Producto 6. Modelo operativo para el escalamiento del *Hub SmartFruit-ALC* desarrollado, conteniendo el modelo de transferencia, metodologías documentadas y el paquete tecnológico.

COMPONENTE 2. DISEÑO, IMPLEMENTACIÓN Y ADOPCIÓN DE UN SISTEMA INFORMÁTICO COLABORATIVO *OpenFruit*. El objetivo de esta componente fue propiciar la adopción exitosa de soluciones *AgTech* en SFF, a través de la generación e implementación de una herramienta tecnológica colaborativa de libre acceso *OpenFruit*.

Para ello, se realizaron las actividades de (i) inducción y (ii) creación de una línea base de datos en los huertos de Chile y Costa Rica. Además, durante esta etapa se trabajó activamente en: (iii) diseño colaborativo de un sistema informático *OpenFruit*, (iv) implementación de *OpenFruit* con productores SFF seleccionados en ambos países ejecutores e (v) investigación de campo en los predios de estudio, con el fin de lograr el (vi) desarrollo y validación de un modelo predictivo preliminar de adaptabilidad al cambio climático. Las actividades de este Componente finalizaron con (vii) talleres virtuales de estudios de casos utilizando la herramienta *OpenFruit* y (viii) el desarrollo de un programa de capacitación virtual respecto del uso y aplicaciones de la herramienta *OpenFruit*.

A continuación, se describen las actividades de este componente:

Actividad 2.1. Proceso de Inducción. Para asegurar la adopción de la herramienta *OpenFruit* por parte de los productores y asesores SFF de Chile y Costa Rica, se desarrolló un programa de capacitación virtual basado en talleres introductorios, el cual abordó los siguientes tópicos: presentación resumida del proyecto, manejo técnico-productivo frutícola, aplicaciones de agricultura de precisión en sistemas frutícolas y diseño colaborativo de sistemas informáticos. Con el propósito de garantizar el éxito de los talleres y determinar los requerimientos básicos de diseño de la interfaz de *OpenFruit*, tanto en Chile como en Costa Rica, se trabajó con asesores SFF y los productores con un apropiado nivel de conectividad. Esta información se obtuvo desde las bases de datos de brechas digitales disponibles en la gerencia de las agrupaciones de productores que participan en este proyecto (Capacitec y Loncofrut en Chile; Coopeparrita



Tropical y Coopecerroazul en Costa Rica). En base a la información recopilada, un 30% de los productores de las agrupaciones de Chile y Costa Rica, disponían de un buen nivel de conectividad y conocimiento respecto de herramientas para la realización de capacitación virtual. En una etapa posterior a la ejecución del proyecto, los asesores, extensionistas y productores capacitados transfirieron el uso y aplicaciones de las soluciones generadas a un mayor número de productores y profesionales vinculados al Agro.

Producto 7. Talleres de inducción “Uso de TICs y Agricultura de Precisión aplicada a Fruticultura” realizados y memoria técnica de los talleres.

Producto 8. Cantidad de productores capacitados por taller.

Producto 9. Diagnóstico de brechas digitales de los productores SFF completado.

Actividad 2.2. Creación de una línea base de datos en los huertos de Chile y Costa Rica. Se levantó información relacionada a la exposición y sensibilidad de los huertos al Cambio Climático. Para ello, se construyó una *Línea Base* con información de 270 huertos distribuidos en Chile (60 de arándanos y 70 de frambuesos) y Costa Rica (110 de naranjos y 30 de papayos), a fin de establecer los niveles de exposición de los predios al estrés climático. A partir de la ubicación geoespacial (polígonos), se establecieron los límites geográficos para cada huerto. Además, se estudió la magnitud y frecuencia de eventos climáticos extremos (precipitaciones, heladas tardías, alzas de temperatura, sequía) y su correlación con los índices satelitales. Cabe mencionar que esta actividad no consideró reuniones presenciales.

Producto 10. Nota técnica con información de Línea base creada.

Producto 11. Base de datos geoespaciales creada.

Producto 12. Documento científico “Integración de Línea Base con Datos Geoespaciales y propuesta de un Índice de Vulnerabilidad” preparado.

Actividad 2.3. Diseño colaborativo de un sistema informático *OpenFruit*. Se creó un sistema informático colaborativo *OpenFruit*, conteniendo una interfaz con arquitectura Web-SIG basada en un software de libre acceso y una aplicación para teléfonos celulares. El diseño fue optimizado mediante un proceso iterativo, que contó con la participación activa de los potenciales usuarios y los actores clave del *Hub SmartFruit-ALC*, a través del desarrollo de talleres de trabajo virtuales.

Producto 13. Talleres de capacitación “Diseño Colaborativo de Sistemas Informáticos” realizados y memoria técnica de los talleres.

Producto 14. Cantidad de usuarios capacitados por taller.

Producto 15. Plataforma informática *OpenFruit* diseñada.

Actividad 2.4. Implementación de *OpenFruit* con productores SFF seleccionados en Chile y Costa Rica. En primera instancia, se seleccionaron un total de 110 predios (huertos de estudio), 70 en Chile y 40 en Costa Rica, con los cuales se trabajó a través de la interfaz *OpenFruit*. La plataforma informática se implementó con 3 capas de información: (i) información obtenida a partir de imágenes satelitales de cada huerto, correspondiente a índices y firmas espectrales de la vegetación analizadas en estados fenológicos específicos; (ii) información meteorológica y



edafoclimática de cada predio y, (iii) información primaria de los huertos, referida a la especie frutal, cultivar, año de establecimiento, diseño de plantación, fenología, aspectos de manejo agronómico, rendimiento y calidad de fruta, la cual se obtuvo a partir de las bases de datos disponibles en las gerencias de las agrupaciones de productores que participan en este proyecto y desde información entregada directamente por los productores. Con la información obtenida, se realizó la evaluación de indicadores de exposición, sensibilidad y adaptabilidad al Cambio Climático, para la construcción de un Índice de Vulnerabilidad al Cambio Climático, de acuerdo a lo propuesto por Monterroso *et al.* (2012). Se espera que un futuro próximo, los productores SFF puedan acceder a la información antes descrita a través del acceso a *OpenFruit*, lo cual les permitirá aplicar medidas correctivas preventivas. A través de talleres de implementación virtuales (en Chile y Costa Rica), se levantó información referida a las potenciales brechas agronómicas y tecnológicas (manejo fitosanitario, nutrición y/o gestión hídrica intrapredial), que podrían explicar los bajos niveles de productividad y calidad detectados para algunos productores. Estos talleres fueron orientados a los productores, como también a asesores, extensionistas e investigadores del proyecto.

Producto 16. Talleres de implementación de la plataforma *OpenFruit* realizados y memoria técnica de los talleres.

Producto 17. Cantidad de usuarios capacitados por taller.

Producto 18. Plataforma *OpenFruit* implementada, incluyendo información de brechas agronómicas y tecnológicas de los huertos en estudio.

Actividad 2.5. Etapa de investigación de campo en huertos de Chile y Costa Rica. Se seleccionaron 3 huertos de experimentación tanto en Chile como en Costa Rica. Dichos predios debían haber evidenciado en años anteriores alguna problemática productiva, ya sea de tipo fitosanitaria, hídrica o nutricional, que haya limitado los rendimientos y/o la calidad de la fruta obtenida. Se obtuvo un diagnóstico de la condición suelo, planta y clima. Además de la evaluación de sintomatología visual en las plantas, se realizaron análisis químico/físico de suelos, análisis foliares y determinaciones fisiológicas y bioquímicas. Se analizó la información meteorológica y edafoclimática de cada huerto. Se recopiló información productiva y de manejo agronómico de los predios, la cual fue obtenida a través de la participación de los productores, en la herramienta *OpenFruit*. La información antes mencionada, se relacionó con la data obtenida a partir de imágenes satelitales, de drones habilitados con cámaras multiespectrales y de sensores portátiles (e.j. espectralradiómetros). Esta actividad permitió avanzar en la predicción y/o monitoreo de las problemáticas identificadas a través de información de Sensoramiento Remoto.

Producto 19. Documento científico del Modelo Predictivo Preliminar *OpenFruit* preparado.

Actividad 2.6. Desarrollo y validación de un modelo predictivo preliminar de adaptabilidad al cambio climático. Se avanzó exitosamente en el desarrollo de un Modelo Predictivo Preliminar de alerta de problemáticas productivas, empleando la información generada en las actividades descritas anteriormente (2.2 Línea Base, 2.4 Implementación de *OpenFruit*, 2.5 Etapa de Investigación). Esta actividad fue apoyada por actores claves del Hub y contó con la participación de todos los actores involucrados en la PRI. Para la validación del Modelo, se



realizaron estudios de campo en los huertos de experimentación descritos en la Sección 2.3 (al menos 3 huertos por país). El modelo predictivo preliminar validado, permitirá generar mapas de vulnerabilidad climática, alertas de problemáticas productivas y notificaciones de manejo agronómico. Así, se prospecta que los productos generados en esta etapa, permitirán a los SFF incrementar tanto la eficiencia de uso de recursos mediante estrategias sitio-específicas que consideren la variabilidad intrapredial, como sus niveles de productividad y calidad de fruto.

Producto 20. Taller “Desarrollo del modelo predictivo *OpenFruit*” realizado y memoria técnica del taller.

Producto 21. Documento científico “Validación del modelo *OpenFruit* y generación de mapas de vulnerabilidad” preparado.

Actividad 2.7. Talleres de estudios de casos utilizando la herramienta *OpenFruit*. Se realizaron talleres virtuales para productores y asesores de SFF orientados a la puesta en marcha de la herramienta *OpenFruit*, los cuales incluyeron el desarrollo de estudios de casos de problemáticas productivas tanto en Chile y Costa Rica. Estas capacitaciones, contaron con la participación de actores clave del *Hub* (investigadores, asesores, emprendedores *AgTech* y empresas conexas). Además, con la proyección de extender el uso del sistema informático en otras regiones o países miembros de FONTAGRO, se trabajó en una propuesta de capacitación, posible de ser adaptable a los factores locales de cada lugar. La validación de la accesibilidad y adopción exitosa de la interfaz, se realizó en una muestra de al menos el 30% de los productores que participan en el proyecto de cada país. Además, se realizaron talleres en formato desafío (ej.: “Hackaton”), incluyendo el desarrollo ágil de soluciones a partir de *OpenFruit* por parte de emprendedores (ej.: micro-servicios), visualizando aplicaciones en toda la cadena de valor frutícola. Ello se realizó en alianza con organismos con experiencia en el ámbito (Temuco Smart City, incubadoras, entre otras).

Producto 22. Talleres de capacitación para la toma de decisiones agronómicas con uso de *OpenFruit* realizados y memoria técnica de los talleres.

Producto 23. Cantidad de usuarios capacitados por taller.

Actividad 2.8 Programas de capacitación respecto del uso y aplicaciones de *OpenFruit*. Se desarrollaron Programas de Capacitación Remotos en modalidad MOOC (Massive Open Online Course), destinados principalmente a asesores agrícolas, profesionales del Agro en formación y miembros del *Hub* (emprendedores *AgTech* y empresas asociadas a la cadena de valor de la industria frutícola), en los cuales se entrega información respecto del manejo de la herramienta *OpenFruit* y sus potenciales aplicaciones. Los programas de capacitación virtual, constituirán un aporte importante y directo para el impulso de un Ecosistema Emprendedor *AgTech*, como también en su escalamiento.

Producto 24. Programas de capacitación para asesores agrícolas y emprendedores desarrollados.

Producto 28. ISTA año 1 (enviado el 02 de diciembre de 2020, aprobado).

Producto 29. ISTA año 2 (enviado el 02 de diciembre de 2021, aprobado).



Producto 30. Informe Técnico Final contra pago 5 (pendiente, previo a 31 de julio de 2023)

Producto 31. Informe Financiero Final Notarizado contra pago 5 (pendiente, previo a 31 de julio de 2023).

Resultados

La Plataforma de Colaboración Hub SmartFruit ALC se encuentra conformada. Se ha realizado la elaboración y firma de un Acta de Conformación del Hub, donde hay 27 miembros inscritos, de los cuales el 70% han firmado. Además, se ha elaborado un Manual Operativo de la Plataforma, el cual ha sido validado por todos sus integrantes. A la fecha, el Hub se encuentra conformado por más de 23 integrantes, entre expertos, productores y asesores frutícolas, representantes de empresas asociadas al rubro frutícola, soluciones de agricultura de precisión y TICs, además de representantes de instituciones públicas de cada país. La articulación con actores clave ha sido exitosa, permitiendo el encuentro de quienes buscan soluciones, con quienes las ofrecen.

Por otra parte, este Hub prospecta facilitar el proceso de adopción tecnológica de soluciones AgTech en el sector frutícola, lo mismo que la creación de nuevas soluciones. La conformación del Hub se comunicó a la comunidad universitaria, académica, empresarial y organismos públicos de Chile y Costa Rica, a través de la realización de un evento de difusión, el cual resultó del todo exitoso.

Actualmente, nuestra plataforma está conformada por representantes de Chile, Argentina, Costa Rica y Colombia, incluyendo la participación de un líder de Proyecto Fontagro en Chile (Dr. Claudio Balbontín, INIA) en el corto plazo se sumará el Dr. Juan Miguel Ramírez-Cuesta, de CSIC-Murcia, España; quien investiga activamente respecto de las aplicaciones del sensoramiento remoto para el manejo de irrigación en sistemas frutícolas. Por otra parte, el sistema informático OpenFruit, que, a través de la integración de información meteorológica, satelital y productiva de los huertos, permitirá apoyar la toma de decisiones de los productores frutícolas, se encuentra diseñado y en etapa inicial de desarrollo (20% de avance). En paralelo, se construyó la base de datos de la plataforma OpenFruit, que considera información de diferentes variables bio-físicas obtenidas desde sensores satelitales, como también información meteorológica, edafoclimática y caracterización agronómica y de brechas digitales, para cada unidad productiva en Chile y Costa Rica. Esta base de datos se creó bajo un modelo de Entidad-Relación, con una arquitectura geoespacial. El proceso de co-diseño no ha sido fácil debido a que las reuniones de trabajo han sido remotas, no obstante, se ha logrado el propósito.

A la fecha, todos los productos comprometidos fueron enviados y aprobados por el la STA de Fontagro. Para algunos de estos productos, fueron sugeridas mejoras, las cuales fueron incorporadas por el equipo de trabajo.

Es importante destacar que para el desarrollo del producto 19, se realizó un levantamiento de información productiva (sintomatología visual, propiedades de suelo, análisis foliares, brechas productivas, información de manejo agronómico), climática/meteorológica y de imágenes satelitales de 19 cuarteles pertenecientes a 12 productores frutícolas vinculados al proyecto (arándano alto y frambuesa). La integración de la información recopilada, permitió demostrar que los productores, por lo general, aplican dosis de riego que distan significativamente de lo recomendado por la plataforma, y que varios de los huertos, exhibe problemas de toxicidad o deficiencia de nutrientes, a causa de un manejo inapropiado de la fertilización.

Por otra parte, en Costa Rica, durante la misma temporada (2021/2022), se trabajó en la comparación de los resultados de análisis químicos foliares del cultivo de papaya con relación a dos índices de vegetación, obteniendo interesantes resultados.

En lo que respecta a la Actividad 2.6, para la validación del Modelo desarrollado, se realizó un estudio en 8 huertos de SFF (4 de arándano y 4 de frambuesa). Para ello, se definieron unidades experimentales, tratamientos y sistemas de bloqueo a partir de georreferenciación espacial de los polígonos identificados, lo cual permitió posteriormente evaluar distintas variables relacionadas al vigor y productividad de la planta y distintos índices espectrales monitoreados a través de la plataforma OpenFruit. En todos los huertos en estudio, se recolectaron muestras de hojas, raíces y yemas, con la finalidad de determinar el contenido mineralógico, contenido de arginina y almidón respectivamente. Esto permitió relacionar y validar los índices espectrales con el vigor y estado nutricional e hídrico de las plantas.



Fotografía 1. Imagen del ultimo taller de capacitación realizado, en el cual se presentó a los productores los resultados de los estudios de validación realizados en campo durante la temporada 2022/2023.



Indicadores Técnicos

IOV	Cantidad
Número total de actores que participan de las actividades organizadas por el Hub SmartFruit	40
Número de Mesas Frutícolas Territoriales conformadas.	2
Número de participantes en las Mesas Frutícolas Territoriales, incluyendo un desglose de participación por género.	18
Número total de asesores SFF que completan el programa de capacitación (75% asistencia mínima), incluyendo un desglose de participación por género.	8
Número de acuerdos de colaboración entre los actores del HUB firmados.	1
Número de talleres de lanzamiento del proyecto realizados.	2
Número de manuales operativos sobre el funcionamiento del HUB generados.	1
Número de eventos "Mesas Frutícolas Territoriales" realizados.	8
Número de eventos de networking organizados.	2
% de avance disponibilización del modelo Hub SmartFruit	100
N° de productores y asesores que participan en el diseño OpenFruit. N° de productores que participan en levantamiento de información primaria, incluyendo un desglose de participación por género.	270
N° Talleres de inducción sobre el uso básico de TIC's	6
Línea base diseñada	2
Herramienta informática de Open Fruit desarrollada.	1
Sistema OpenFruit implementado	1
N° de unidades experimentales desarrolladas	8
N° Talleres para productores SFF en el uso de "Open Fruit"	6



Hallazgos Destacados

La conformación del Hub-SmartFruit-ALC, ha permitido la articulación con actores claves, lo cual ha favorecido la ejecución de este proyecto de manera substancial. Este punto de encuentro y colaboración ha permitido a todos sus integrantes identificar las problemáticas contingentes y avanzar en la dirección correcta, sin duplicar esfuerzos. La creación de este Hub ha sido bien valorada por todas las partes, recociendo a la instancia como una oportunidad para la creación y apoyo a la adopción tecnológica.

El trabajo del equipo, a pesar de la modalidad remota de trabajo durante un período, ha sido armónico, grato y fructífero. Los productores y asesores frutícolas vinculados al proyecto, han mantenido su interés en continuar siendo parte de esta iniciativa, lo cual ha sido posible gracias al constante acercamiento y contacto que el equipo ha tenido con ellos y a la realización de actividades de investigación que hoy les permite mejorar su nivel de información respecto de sus sistemas productivos. La información generada, se comparte con nuestros productores, lo cual ha sido clave.

La Plataforma OpenFruit, constituye una herramienta bien valorada por los usuarios, de fácil utilización, que permitirá mejorar la eficiencia de irrigación de huertos frutícolas y que a la vez ha permitido levantar un diagnóstico respecto al nivel de productividad, calidad y tecnología de los huertos en estudio, el cual ha dejado en evidencia que los productores pequeños de los países en estudio, no aplican prácticas eficientes y apropiadas de riego y fertilización.

Nuestro proyecto es bien valorado por el Gobierno Regional de ambos países ejecutores, siendo reconocido como una instancia que facilita la transferencia de conocimiento, la innovación y la adopción tecnológica. La ejecución de reuniones de trabajo con los integrantes del Hub y nuestros productores, han sido planificadas con tiempo y dedicación por parte del equipo, identificando en cada caso los puntos de tabla e hitos. Estas instancias de trabajo han sido concretas y eso es valorado por quienes han participado).

En el contexto del proyecto, se ha generado y avanzado en la creación de un Índice de Vulnerabilidad a Cambio Climático. Esta herramienta, la cual no existía para el sur de Chile ni Costa Rica, permitirá orientar la toma de decisiones y las políticas públicas al momento de direccionar los esfuerzos en investigación, desarrollo e innovación.

Historias en el campo

1. “Desde el inicio de la ejecución del Proyecto, se realizaron diversas visitas a los huertos de los productores asociados al proyecto, durante las cuales siempre se detectó una buena recepción por parte de los productores. Durante estas instancias, se logró levantar información productiva, de suelo y nutricional, de alto valor, desconocida por los beneficiarios, lo cual permitió posteriormente levantar un diagnóstico, no solo productivo sino también de brechas tecnológicas y uso de soluciones tecnológicas”.

Alejandra Ribera Fonseca
Ingeniero Agrónomo
Centro de Fruticultura, Universidad de La Frontera
Directora del Proyecto Fontagro AgTech19056

2. “Durante la ejecución del proyecto, hemos podido fortalecer redes de colaboración público privadas en favor de las cooperativas y agricultores de Sistemas Frutícolas Familiares. La participación en capacitaciones del proyecto y plataforma OpenFruit, hemos podido conocer las ventajas de los sistemas de información de percepción remota y su aplicación a nivel predial. Además, las capacitaciones con especialistas de INIA y la Universidad de La Frontera y La Universidad de Buenos Aires, han permitido profundizar en nuestro conocimiento en cuanto al riego, y uso de TICs, lo que nos permitirá ser más eficientes a nivel productivo. En general ha sido muy positiva la experiencia en la participación del proyecto junto con las 2 cooperativas de la comuna Padre Las Casas, para avanzar en el uso de tecnologías y su aplicabilidad”

Helvia Chepo Huichalaf
Ingeniero Agrónomo
Ejecutivo integral del Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP)
Padre Las Casas, Chile

3. “Desde la realización de los primeros talleres de Inducción, un productor perteneciente a una cooperativa de arándanos presentó gran interés en adoptar las soluciones propuestas en el proyecto. Por lo que participó activamente de todas las instancias de capacitación e implementación de la Plataforma OpenFruit, además de ser uno de los productores que dispuso su predio como huerto piloto. Esto permitió tener una estrecha asesoría durante el periodo productivo, lo que facilitó identificar variaciones de uno de los índices espectrales (NDV) en su huerto. Al realizar la visita en terreno, se logró identificar que las plantas presentaban una baja productividad debido a un periodo de déficit hídrico debido a fallas en su sistema de riego tecnificado. En efecto, el productor generó un plan de acción para realizar una modificación localizada en su sistema, logrando así, recuperar y aumentar el vigor y productividad de su huerto”

Ariel Muñoz Alarcón
Ingeniero Agrónomo, Centro de Fruticultura, Universidad de La Frontera
Coordinador de Operaciones del Proyecto Fontagro AgTech19056



Discusión

La discusión técnica de cada producto puede ser revisada en el documento de los productos respectivos, los cuales han sido entregados en su mayoría en el formato de notas técnicas.

La vinculación y colaboración es vital para el desarrollo de los SFF en América Latina y el Caribe, esto debido a los múltiples factores que influyen no solo a nivel productivo, sino a nivel de desarrollo, sustentabilidad y uso eficiente de los recursos naturales. En este proyecto, se logró identificar las diferentes ofertas que existen en el mercado para avanzar en la incorporación de soluciones AgTech al mundo agrícola, sin embargo, muchas de estas soluciones no se conectan ni articulan con los SFF. La importancia de esta iniciativa se relaciona en la articulación de productores, cooperativas y extensionistas, con empresas generadoras de soluciones AgTech e instituciones públicas que acompañan a los productores. Finalmente, permite avanzar identificando la realidad productiva, las brechas y dolencias que impactan sobre de desarrollo de una fruticultura en contexto de cambio climático.

La innovación generada en este proyecto es el Sistema Informático OpenFruit, plataforma que se encuentra diseñada e implementada. Detalles respecto de las características y diseño de este software, se pueden revisar en los productos asociados. Además, se ha trabajado en la creación de un Índice de Vulnerabilidad para el Cambio Climático. Actualmente, este recurso no existe para la zona sur de Chile ni para Costa Rica, por lo que su desarrollo permitirá apoyar la toma de decisión a nivel productivo y orientar las políticas y recursos públicos.



Conclusiones

Al término formal del proyecto, el proyecto logró un 100% de ejecución. A pesar de las diversas problemáticas de contingencia sanitaria que afectaron la ejecución de actividades presenciales, tanto de capacitación como de investigación, los productos comprometidos se lograron obtener en el tiempo propuesto, siendo en general bien evaluados por la STA de Fontagro.

La proyección actual del proyecto apunta a extender las actividades asociadas a estudios de validación de la plataforma OpenFruit y la construcción de Mapas de Índices de Vulnerabilidad al Cambio Climático para sistemas frutícolas ALC, para lo cual se pretende postular a futuras convocatorias del programa. La plataforma OpenFruit, tiene un potencial uso para diversos cultivos y productores, por lo que será valiosa la continuidad y sustentabilidad de una nueva etapa. Asegurando la adopción y transferencia de esta tecnología como un componente de éxito para propuesta de objetivos.

Existen brechas importantes que se requiere cubrir a nivel nacional, tanto para Chile como Costa Rica. Esto, asegurará el éxito de la incorporación de soluciones AgTech en los SFF.

Debido a las instancias coordinadas en el proyecto de Networking, se ha logrado apreciar de forma práctica como la colaboración y la generación de capital social favorece el desarrollo de los SFF y la búsqueda de soluciones AgTech. Esto debido al acercamiento de la academia y el sector público-privado hacia los productores.

La ejecución de este proyecto permitió además la creación de la Plataforma Humana HUB-SMART FRUIT ALC, y de Mesas Territoriales AgTech Frutícolas, cuyo propósito es propiciar y facilitar el desarrollo y uso de tecnologías AgTech para el desarrollo frutícola de países de Latinoamérica y el Caribe.



Recomendaciones

El equipo confirma la importancia de realizar un plan de trabajo organizado para las reuniones de las mesas territoriales con productos y el Hub, a modo de potenciar los resultados y avances del proyecto en cada instancia de encuentro. Además, es importante contar con herramientas que permitan animar a los miembros de las Mesas AgTech y el Hub, ya que en ocasiones, se ha dificultado reunir a los miembros del Hub.

Además, se considera relevante realizar un mayor número de eventos de difusión del proyecto y encuentros ciencia-empresa. En general, el trabajo del equipo ha sido coordinado y organizado, lo cual se ha logrado mediante la realización de reuniones de trabajo semanales. Fue importante contratar a un profesional de apoyo en Costa Rica, ya que esto permitirá finalizar las actividades en este país.

Trabajar en la generación de un Índice de Vulnerabilidad para el Cambio Climático es un gran desafío, ya que no sólo se requiere implementar una herramienta que no existe, por lo que para visibilizar este trabajo se incorporó este recurso a la plataforma OpenFruit. Esto consideró jornadas de trabajo de la empresa desarrolladora de software y del equipo de investigadores, específicamente para definir el componente de capacidad adaptativa y visualizar metodologías que favorezcan el proceso de adopción tecnológica.

Para lograr obtener algunos de los productos comprometidos, se tomó la decisión de subcontratar a profesionales especialistas. Esta estrategia se utilizó para la realización de eventos de networking presenciales y para la generación del modelo de sustentabilidad del proyecto.

Referencias Bibliográficas

Departamento de Geofísica Universidad de Chile, 2016. Estudio de la variabilidad climática en Chile para el siglo XXI. http://dgf.uchile.cl/PRECIS/articles-39442_pdf_Estudio_texto.pdf

Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir y L.L. White (eds.) 2014. IPCC, 2014: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press / Cambridge, Reino Unido / Nueva York.

Monterroso, A., Conde, C., Gay, C., Gómez, J., López, J. 2012. Indicadores de vulnerabilidad y cambio climático en la agricultura de México. En: Cambio climático. Extremos e impactos: [Ponencias presentadas al VIII Congreso Internacional de la Asociación Española de Climatología] / coord. por Concepción Rodríguez Puebla, Antonio Ceballos Barbancho, Nube González Reviriego, Enrique Morán Tejeda, M. Ascensión Hernández Encinas, 2012, ISBN 978-84-695-4331-3, págs. 881-890. Texto completo disponible en: INDICADORES DE VULNERABILIDAD Y CAMBIO CLIMÁTICO EN LA AGRICULTURA DE MÉXICO.

Ordaz, J.L., J. Mora, A. Acosta, B. Serna Hidalgo y D. Ramírez. 2010. "Costa Rica: efectos del cambio climático sobre la agricultura", Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Santiago de Chile.

Smit, B., I. Burton, R.J. Klein y J. Wandel. 2000. "An Anatomy of Adaptation to Climate Change and Variability", Climatic Change, vol. 45, núm. 1, pp. 223-251.

Instituciones participantes



Secretaría Técnica Administrativa



Con el apoyo de:



www.fontagro.org

Correo electrónico: fontagro@fontagro.org