



Programa de
Digitalización
Agroalimentaria

Ecosistema Agtech en Centroamérica

Estado actual y propuestas para su desarrollo
derivadas de la experiencia de los pioneros



Ecosistema Agtech en Centroamérica

Estado actual y propuestas para su desarrollo
derivadas de la experiencia de los pioneros

Informe final

Bert, Federico

Gerente del Programa Hemisférico de Digitalización Agroalimentaria del IICA

Lachman, Jeremías

Investigador del Instituto Interdisciplinario de Economía Política, Universidad de Buenos Aires - CONICET

del Río, Juan A.

Economista especializado en agro, consultor independiente

6 de enero de 2025

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), 2025



Ecosistema Agtech en Centroamérica: Estado actual y propuestas para su desarrollo derivadas de la experiencia de los pioneros por IICA se encuentra publicado bajo Licencia Creative Commons Atribución/Reconocimiento-Compartir Igual 4.0 Internacional Deed (CC-BY-SA 4.0)

(<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>)

Creado a partir de la obra en www.iica.int

El Instituto promueve el uso justo de este documento, así como el tratamiento de los datos personales, de acuerdo con la normativa del IICA vigente. Se solicita que sea citado apropiadamente.

Esta publicación está disponible en formato electrónico (PDF) en el sitio web institucional en <https://repositorio.iica.int/>

Coordinación editorial: Muhammad Ibrahim
Corrección de estilo: Unidad de Idiomas del IICA
Diagramado: Federico Asin

Ecosistema Agtech en Centroamérica: Estado actual y propuestas para su desarrollo derivadas de la experiencia de los pioneros/ Federico Bert; Jeremías Lachman; Juan Andrés del Río- San José, Costa Rica; IICA, 2025, 56p; 21 x 16 cm.

ISBN: 978-92-9273-150-2

1. Cambio tecnológico 2. Tendencia
3. Innovación digital 4. Agtech I. IICA II. Título

AGRIS
E21

DEWEY
631.5

San José, Costa Rica
2025



TABLA DE CONTENIDOS

TABLA DE CONTENIDOS.....	4
RESUMEN EJECUTIVO.....	6
1. Introducción.....	8
2. El ecosistema de innovación Agtech en Centroamérica.....	11
Empresas.....	12
Instituciones de educación, ciencia y tecnología.....	14
Instituciones de extensión agrícola.....	15
Articuladores y facilitadores.....	16
Incubadoras y aceleradoras.....	17
Financiamiento al capital emprendedor.....	18
Usuarios/clientes.....	22
Bienes públicos: infraestructura y marco regulatorio.....	23
3. Breve caracterización del sector agroindustrial en Centroamérica.....	24
4. Casos de actores pioneros en el ecosistema de innovación Agtech en Centroamérica.....	27
4.1 Pioneros emprendedores.....	28
4.1.a Aerobots (Guatemala).....	28
4.1.b AgtechApps (Guatemala).....	31
4.1.c SIOMA (Colombia, con operaciones en Centroamérica).....	38
4.2 Instituciones de ciencia y tecnología.....	45
4.2.a SENACYT (Panamá).....	45
4.2.b Universidad Zamorano (Honduras).....	48
4.3. Instituciones de extensión agrícola.....	52
4.3.a CR-CAFÉ (Costa Rica).....	52
4.4. Articuladores y facilitadores.....	55
4.4.a CAPCA (Guatemala).....	55
4.5. Incubadoras y aceleradoras.....	58
4.5.a Pomona Impact (Guatemala).....	58
4.5.b Activa-CATIE (Costa Rica).....	63

4.6. Financiamiento.....	68
4.6.a Innogen Capital (El Salvador).....	68
4.6.b The Yield Lab LATAM.....	72
4.7 Usuarios/clientes.....	75
4.7.a Grupo Agrex (Guatemala).....	75
4.7.b Café Orgánico Marcala S. A. (Honduras).....	77
5. Conclusiones.....	80
El rol de los pioneros en el ecosistema Agtech centroamericano.....	80
Obstáculos al desarrollo del ecosistema y posibles líneas de acción.....	82
6. Referencias.....	86
Anexo I. Análisis de empresas.....	88
Anexo II. Entrevistas realizadas.....	92

RESUMEN EJECUTIVO

La transformación digital es un fenómeno global que influye de modo cada vez más acelerado en diversos ámbitos sociales y económicos. Lejos de ser una excepción, el sector agropecuario se está viendo expuesto de forma creciente a un conjunto de nuevas soluciones digitales con diversas aplicaciones, denominado Agtech¹. Desde hace algunos años la región centroamericana está siendo testigo de cómo estas nuevas herramientas contribuyen a enfrentar diversos desafíos productivos: p. ej., permiten aumentar los rendimientos físicos, mejorar la aplicación de insumos, reducir el impacto ambiental de la actividad agropecuaria y generar inclusión social en sectores alejados de los principales circuitos de mercado.

Es en este contexto en que realizamos este análisis del ecosistema Agtech en la región centroamericana. El concepto de ecosistema de innovación se refiere a los diversos actores que intervienen en las diferentes etapas del desarrollo y la difusión de nuevas tecnologías, entre ellas, incubadoras, aceleradoras, instituciones públicas de investigación y desarrollo y fondos de inversión, además de las empresas (muchas de reciente creación) que lideran la generación de las nuevas tecnologías y sus usuarios.

En este estudio, que constituye el primero en su clase con respecto a la región centroamericana, se localizan los actores del ecosistema Agtech y se determinan sus principales roles y actividades. En el estudio se elabora una base de datos con los principales actores del ecosistema de la región y se analizan las principales tendencias. Asimismo, se identifican diversos obstáculos que el ecosistema en su conjunto está enfrentando y se proponen alternativas para superarlos.

En términos generales, resulta evidente un proceso sostenido de crecimiento del ecosistema Agtech en la región, para lo cual resultó esencial la iniciativa y el rol de ciertos “actores pioneros”, quienes favorecieron el desarrollo de capacidades tecnológicas, promovieron la ampliación de conocimientos empresariales e invirtieron o contribuyeron a canalizar inversiones hacia el sector Agtech en Centroamérica; sin embargo, en el estudio también se muestra la existencia de importantes desafíos para que el ecosistema de innovación Agtech de esta región pueda alcanzar el desempeño de otros relativamente más maduros de América Latina, como los de Argentina, Brasil, Chile y Colombia.

¹ Si bien la Real Academia Española recomienda el uso del término ‘agrotecnológico’, se utiliza el término Agtech dada la difusión del mismo. Ver

<https://www.fundeu.es/recomendacion/el-sufijo-tech-puede-ser-prefijo-tecno/>

La dinámica reciente de este ecosistema en la región demuestra su gran potencial para convertirse en un centro que no solo promueva el desarrollo local de soluciones tecnológicas de base digital, sino también se transforme en un líder en la incorporación de estas soluciones. El despliegue de este fenómeno podría mejorar la productividad del sector agropecuario en Centroamérica, contribuir a mitigar el impacto ambiental y a fomentar la inclusión social de segmentos poblacionales actualmente marginados. Para lograrlo sería necesario ampliar y apoyar diversas actividades de los pioneros del ecosistema local, así como impulsar el ingreso de actores de otras regiones con gran trayectoria en el mundo Agtech. El ecosistema Agtech en Centroamérica se beneficiaría ampliamente a partir de espacios que permitan acercar a sus diversos actores (p. ej., startups con posibles usuarios de sus desarrollos), algo que podría lograrse, por ejemplo, a partir de programas de innovación abierta. Por otro lado, sería de vital importancia que las actividades de impulso al desarrollo de nuevas soluciones Agtech y de su difusión sean de alcance regional, con el fin de dar más dinamismo al ecosistema y más escala a los mercados para los desarrollos.

1. Introducción

El uso de herramientas digitales está transformando todas las actividades económicas en el mundo, lo que altera las cadenas de suministro, sus procesos productivos y los conocimientos y habilidades de los trabajadores (Lee et al. 2020, Verhoef et al. 2021). Las cadenas de valor agropecuarias no son una excepción a este fenómeno, en el que, de forma creciente, las tecnologías digitales reconfiguran procesos y tareas a lo largo del proceso de producción, transformación, distribución y comercialización de los alimentos y los diversos subproductos (Lachman y López 2022, Klerkx y Villalobos 2023).

En los sistemas agroalimentarios y, en especial, en la agricultura, el surgimiento de un tipo de empresas, denominadas Agtech, ejerce influencia en el proceso de transformación de esta cadena de valor. Si bien existen diversas definiciones, en este trabajo se emplea el término “Agtech” para referirse a las soluciones tecnológicas esencialmente de base digital empleadas en la producción (procesos de siembra, aplicación de insumos, monitoreo, etc.), así como también a las tareas previas a esta (suministro de insumos, créditos financieros para el sector, seguros, etc.) y en las múltiples labores posteriores (procesamiento industrial, comercialización, etc.) (Liu et al. 2021). Como elemento común, todas estas empresas prestan servicios basados en conocimientos o desarrollan productos innovadores, entre los cuales se destacan las herramientas de big data (o macrodatos), inteligencia artificial, internet de las cosas y blockchain (cadena de bloques) (AgFunder 2022, MacPherson et al. 2022).

Los avances en el marco de la Agtech pueden generar efectos positivos a lo largo de la cadena de valor en términos económicos, p. ej., la reducción de costos mediante el ahorro de insumos, la detección temprana de plagas y enfermedades o el aumento de ingresos por medio de la diferenciación de productos, así como beneficios ambientales, p. ej., a través del mejoramiento de prácticas productivas, la aplicación selectiva de fitosanitarios, etc. (Klerkx y Rose 2020, Lachman y López 2022). Asimismo, algunos emprendimientos Agtech contribuyen a la inclusión de actores típicamente excluidos de los principales circuitos del mercado mediante plataformas de asistencia técnica, microcréditos bancarios, comercialización digital, etc. (Bert et al. 2023).

Los países que componen la región de América Latina y el Caribe (ALC) y, en particular, los centroamericanos, están presenciando importantes cambios asociados al surgimiento y la difusión de soluciones Agtech. El primer estudio en ALC fue realizado en 2019 por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), dentro del cual se identificaron en total 450 emprendimientos con diversos grados de avance en el desarrollo de sus tecnologías (Viton et al. 2019). En Centroamérica, la subregión con menor cantidad de emprendimientos, se identificaron solo dos; no obstante, la misma está transitando por un proceso pleno de expansión, ya que al menos 40 emprendimientos con origen en esta subregión brindan servicios digitales para diversas tareas agrícolas o ganaderas.

Al igual que en otras regiones, el desarrollo de emprendimientos Agtech y el impulso a su utilización podrían mejorar significativamente la competitividad de la actividad agropecuaria de la región. Estas soluciones pueden contribuir al desarrollo de la producción y la inserción internacional de los países, la mejora de la calidad de los bienes, el cumplimiento de estándares de comercio, etc., para lo cual resulta esencial el crecimiento y desarrollo del ecosistema de innovación local.

El término “ecosistema de innovación” fue ganando terreno en los ámbitos académicos y de negocios como instrumento para estudiar el fenómeno actual asociado a la generación y difusión de soluciones tecnológicas desarrolladas por nuevos emprendimientos, también llamados empresas emergentes (Ferasso et al. 2018). El concepto de “ecosistema de innovación” se refiere al entorno social y económico donde se desarrollan determinados tipos de emprendimientos. El establecimiento de estos ecosistemas es relevante para promover el espíritu empresarial y la innovación, así como para facilitar el acceso a recursos para el surgimiento y la ampliación de los emprendimientos en los planos local, regional y global (Lachman y López 2022).

El entorno de los ecosistemas de innovación se relaciona también con importantes transformaciones derivadas de los nuevos patrones de innovación que emergen de las tecnologías de base digital (Baldwin et al. 2024). En particular, las tecnologías digitales reconfiguraron los esquemas de innovación y desarrollo tecnológico más tradicionales, sobre todo a partir de importantes reducciones en las barreras a la entrada de nuevas empresas, así como con respecto al tamaño óptimo de las firmas para gestionar procesos de innovación disruptivos. En consecuencia, se produjo un aluvión de nuevos emprendedores, quienes conforman empresas de muy baja escala, aunque con un alto potencial de ampliación, y lideran, al menos en sus etapas iniciales, la generación de grandes saltos innovadores. Asimismo, esta reconfiguración de los patrones de innovación y cambio tecnológico fue respaldada por un nuevo entramado de instituciones, p. ej., incubadoras, aceleradoras, fondos de inversión, etc., que, desde distintos planos, contribuyen al surgimiento y crecimiento de estas nuevas empresas. Finalmente, esta transformación también exigió (y sigue exigiendo) nuevas formas de articulación entre ciertas instituciones tradicionales en lo que respecta al respaldo al desarrollo empresarial entre las organizaciones de ciencia, tecnología e innovación, políticas públicas de financiamiento a la innovación, etc. (Guerrero y Siegel 2024).

En este marco, el objetivo de este estudio es caracterizar el ecosistema de innovación Agtech de Centroamérica, por medio de la identificación de sus actores más relevantes y de sus respectivos roles. Adicionalmente, se discute una serie de lecciones y propuestas de políticas públicas que podrían contribuir a un mayor desarrollo de este ecosistema.

En este trabajo se efectuó un abordaje cuantitativo y cualitativo. En primer lugar, se realizó un mapeo lo más exhaustivo posible de los actores ligados al ecosistema Agtech con operaciones en Centroamérica. Esto permitió, entre otras acciones, analizar

cuantitativamente el perfil de soluciones digitales desarrolladas por empresas emergentes centroamericanas, así como caracterizar el grado de avance de cada uno de los países de la región. Por otra parte, se llevaron a cabo 15 entrevistas semiestructuradas a diversos actores de este ecosistema de innovación, a través de las cuales se identificaron diversos elementos que contribuyeron al despliegue Agtech en la región, así como obstáculos a un desarrollo más acelerado de este ecosistema.

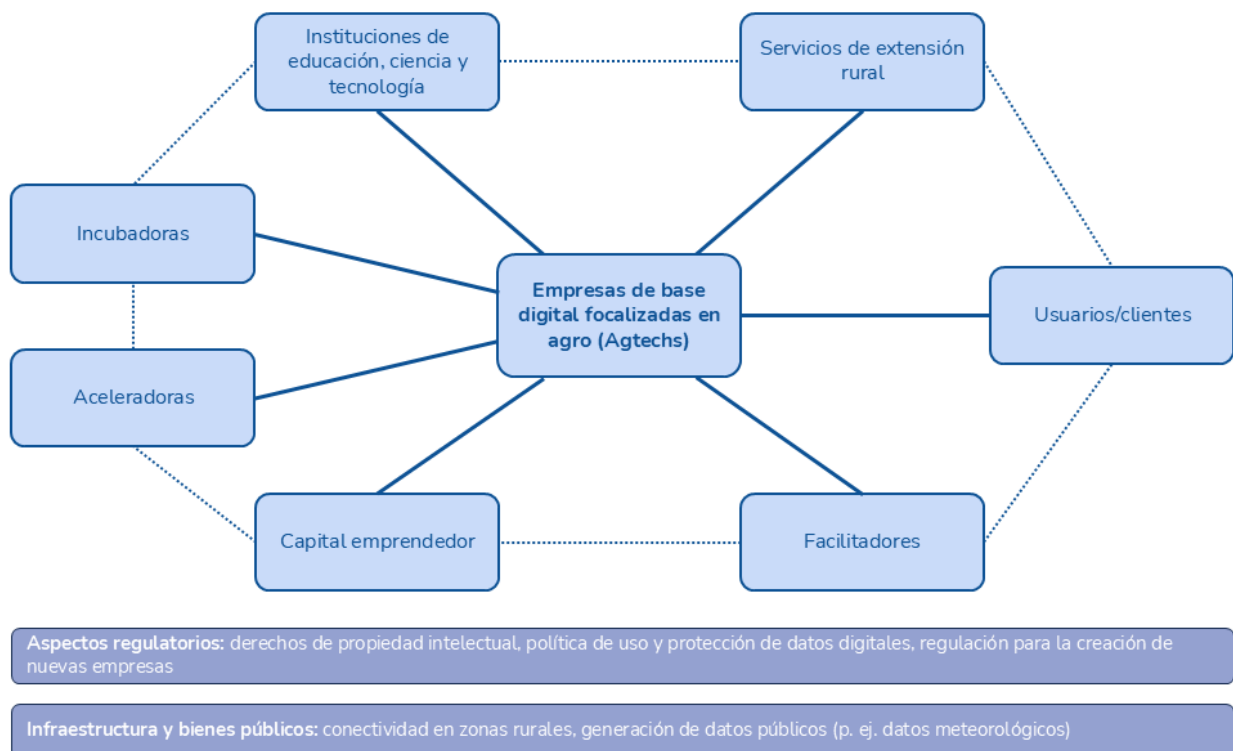
Este estudio se estructura en 5 secciones. En la sección 2 se discute conceptualmente el término “ecosistema de innovación Agtech” y, de manera conjunta, se presenta un relevamiento de los actores pioneros identificados en el caso específico de la región centroamericana. En la sección 3 se exponen de forma estilizada las principales características del sector agropecuario en Centroamérica. Luego, en la sección 4 se ofrece una serie de casos de actores relevantes del ecosistema de innovación de la región, donde se abordan sus principales funciones, así como sus respectivas visiones y perspectivas con base en la experiencia. Finalmente, en la sección 5 se exponen las principales lecciones aprendidas de este estudio y se ofrece una serie de recomendaciones de intervención público-privada que contribuirían a abordar y superar las barreras que limitan el desarrollo del ecosistema Agtech en Centroamérica.

2. El ecosistema de innovación Agtech en Centroamérica²

Tal como se mencionó en la introducción, los ecosistemas de innovación constituyen entramados de organizaciones que promueven la generación de nuevas tecnologías y soluciones productivas que diversos sectores económicos pueden demandar. A partir de este esquema conceptual, Lachman y López (2022) presentan un marco analítico para el estudio de ecosistemas de innovación Agtech fundamentado en el caso de Argentina.

En la figura 1 se presentan de forma esquemática los actores que habitualmente intervienen en un ecosistema de innovación, así como sus principales funciones³. Cabe destacar que un actor en particular podrá estar asociado a más de uno de los roles (p. ej., una universidad que apoya el codesarrollo de Agtechs puede contar también con una incubadora de emprendimientos).

Figura 1. Mapa de actores relevantes en un ecosistema de innovación Agtech.



Fuente: Elaborado con base en Lachman y López 2022.

² Los elementos conceptuales de esta sección se basan en el estudio intitulado *Metodología consensuada sobre los alcances del concepto de ecosistema Agtech para su estudio por parte de los INIAs de la región de 2023*, elaborado por el Programa Cooperativo para el Desarrollo Tecnológico Agroalimentario y Agroindustrial del Cono Sur.

³ Cabe destacar que, si bien esta figura fue elaborada para el ecosistema Agtech de Argentina, los roles desempeñados son extrapolables a otros países o regiones.

A continuación, se describen de forma estilizada los principales roles de cada uno de estos actores. Asimismo, para cada uno de los componentes de un ecosistema de innovación, se presentan los actores identificados en el caso puntual del mundo Agtech en Centroamérica.

Empresas

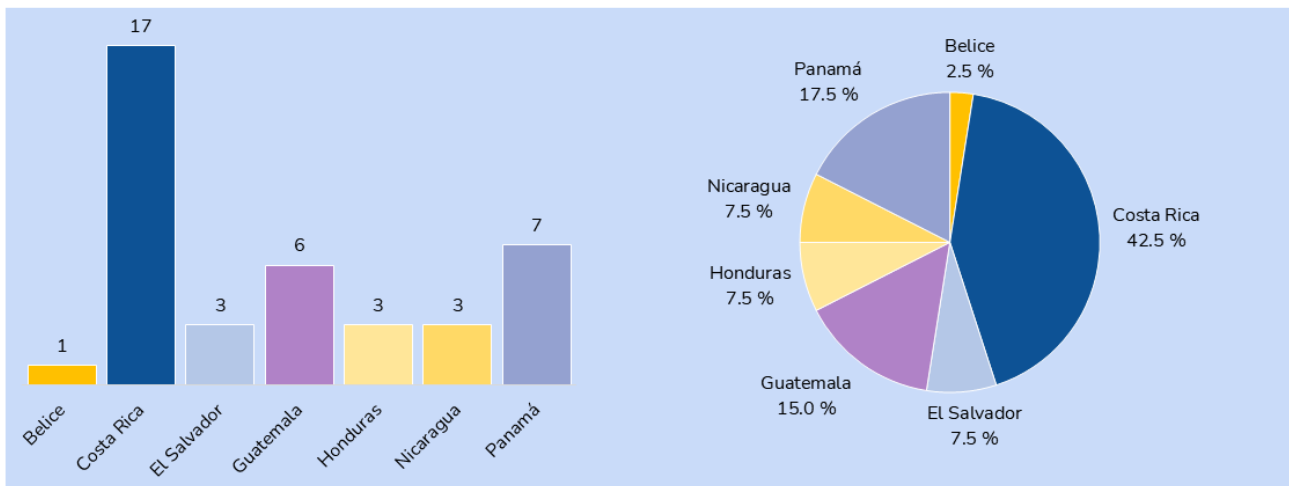
A efectos de este trabajo, se consideran emprendimientos o empresas Agtech a aquellas cuyo objetivo central es desarrollar y ofrecer tecnologías innovadoras, especialmente las que utilizan elementos digitales (sensores, software, conectividad, actuadores, etc.) y se especializan en el sector agropecuario.

Con el fin de efectuar un primer dimensionamiento de las empresas de este tipo en Centroamérica, se realizó un análisis por país de los emprendimientos del ecosistema Agtech, tomando como base un listado inicial elaborado por el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), de acuerdo con información recabada para las ediciones de 2022 y 2023 de la Semana de la Agricultura Digital, la cual fue complementada con datos derivados de la evaluación de empresas de la región efectuada por The Yield Lab y de consultas realizadas en la web.

El listado de empresas elaborado incluye la caracterización individual de estas, con datos relativos al país de origen y al sector o eje principal al que se dirige el emprendimiento (para cuya determinación se emplearon las categorías de innovación propuestas por The Yield Lab) y un breve detalle de la solución/producto ofrecido. Finalmente, en las entrevistas realizadas a los actores del ecosistema emprendedor el análisis fue revisado junto con técnicos de las representaciones de dicho instituto en los países centroamericanos para identificar empresas relevantes que no habían sido mapeadas. Teniendo en cuenta que el propósito del análisis era determinar posibles casos de estudio, cabe mencionar que este no necesariamente abarcó la totalidad de las empresas Agtechs de cada país. Asimismo, la identificación de emprendimientos como parte del vertical Agtech se realizó con un criterio amplio, a fin de incluir casos que quizás no se enfocan en innovaciones digitales (p. ej., productos biológicos).

Como resultado del análisis se identificaron 40 empresas en los siete países (Gráfico 1), con una concentración de casos en Costa Rica (17 empresas). En orden de importancia, Panamá y Guatemala suman 7 y 6 casos respectivamente, mientras que Belice, El Salvador, Honduras y Nicaragua presentan entre 1 y 3 casos por país.

Gráfico 1. Análisis de empresas de la región (40 casos).



Fuente: elaboración propia con base en relevamiento realizado para el estudio.

Con respecto al sector/eje principal al que se dirigen las soluciones, se destacan los emprendimientos de ciencia de datos y agricultura de precisión, con 16 casos (Gráfico 2). Otros ejes destacados son los de 1) nuevos canales de comercialización y 2) genética, protección de cultivos y bienestar animal, con 7 y 6 empresas analizadas, respectivamente.

Gráfico 2. Empresas Agtech según sectores/ejes.



Fuente: elaboración propia con base en relevamiento realizado para el estudio.

En el caso de otros sectores como los de 1) información, gestión de fincas y servicios educativos, 2) nuevos sistemas de producción agrícola, 3) bioenergía, biomateriales y otras

energías renovables, 4) alimentos y bebidas innovadores, 5) plataformas comerciales, de tercerización y financiamiento para la agricultura y 6) tecnologías para la cadena de suministro, se analizaron entre 1 y 2 emprendimientos por eje.

Instituciones de educación, ciencia y tecnología

Estas instituciones se caracterizan por disponer de conocimientos avanzados en un amplio rango de campos científicos, entre los que se incluyen la agronomía, las ciencias atmosféricas, la mecánica, la electrónica, la robótica, la programación, el desarrollo de software, la inteligencia artificial, big data, etc. Estas organizaciones pueden ser públicas y privadas y estar o no especializadas en alguno de los campos de conocimiento científico recién mencionados.

En el trabajo elaborado por Lachman et al. (2022) sobre el ecosistema Agtech de Argentina se determinaron las capacidades técnicas de las instituciones de ciencia y tecnología de dicho país, con base en lo cual es posible señalar las siguientes funciones o acciones de apoyo relevantes que cumplen estas instituciones en lo referido al desarrollo de nuevas tecnologías:

- Desarrollar y transferir nuevos algoritmos, software y hardware (incluidos big data, inteligencia artificial, internet de las cosas o IoT, robots autónomos, etc.) y realizar simulaciones y pruebas de concepto como parte del proceso de desarrollo y validación de tecnologías. Dominan diversas áreas tecnológicas de última generación aplicadas en el agro y cuentan con capacidad de cómputo de alto desempeño y avances innovadores protegidos por patentes nacionales e internacionales.
- Formar recursos humanos en áreas específicas del conocimiento científico relevantes para el desarrollo de tecnologías Agtech.
- Con la ayuda de expertos, ofrecer respaldo a las empresas en los procesos de ideación y validación de tecnologías, a fin de desarrollar e implementar protocolos para dicha validación.
- Prestar servicios tecnológicos a las empresas en materia de incubación, formulación y gestión de proyectos, capacitación, apoyo al comercio exterior y asesoramiento técnico para la estandarización de las comunicaciones.
- Generar datos abiertos a la comunidad y realizar simulaciones y pronósticos sobre variables meteorológicas que impactan en la agricultura, p. ej., predicciones estacionales a largo plazo, simulaciones de granizo, tormentas y lluvias extremas, entre otros.

Tal como se explicará más adelante con mayor detalle, en Centroamérica existen importantes instituciones de ciencia y tecnología focalizadas en el sector agropecuario,

entre las cuales se destacan la Universidad Zamorano de Honduras, así como la Universidad Earth y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) de Costa Rica. Estas instituciones de formación profesional ofrecen programas de grado y posgrado y disponen de campos experimentales y laboratorios para llevar a cabo diversos proyectos de investigación. Además, suelen brindar asistencia a empresas particulares para acompañarlas en desarrollos técnicos.

Instituciones de extensión agrícola

Los sistemas de extensión rural se centran en apoyar el proceso de intercambio de información y conocimientos para desarrollar las capacidades de adopción de tecnologías de productores de pequeñas comunidades rurales, de mayor escala e incluso de zonas periurbanas y urbanas, debido a lo cual los servicios de extensión rural suelen estar anclados en el territorio y mantener lazos estrechos con el resto de los actores de la zona.

En cuanto a los desarrollos Agtech, estos servicios pueden desempeñar un rol protagónico en la difusión de la tecnología y la vinculación de los desarrolladores con los usuarios; p. ej., los técnicos de las instituciones de extensión rural pueden ser actores clave en la generación de las capacidades necesarias para la correcta implementación de diversas soluciones digitales.

Entre las principales instituciones de extensión rural de Centroamérica, donde también se llevan a cabo actividades de investigación aplicada, se incluyen el Instituto de Desarrollo Rural de Costa Rica, el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas de Guatemala, el Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria, el Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal “Enrique Álvarez Córdova” de El Salvador, la Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria de Honduras y el Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá. Cabe destacar que en algunas instituciones los servicios de extensión rural son provistos también por organizaciones de educación, ciencia y tecnología, donde se llevan a cabo diversas tareas de investigación y desarrollo.

Articuladores y facilitadores

Estas instituciones, normalmente de la sociedad civil, están orientadas a promover la sinergia del ecosistema, p. ej., mediante proyectos específicos que acercan a los oferentes de soluciones a su eventual demanda. Dentro de este rol se pueden destacar las cámaras empresariales u otros tipos de asociaciones civiles que agrupan a actores con intereses en común.

Estos actores suelen ejecutar programas de innovación abierta, en los que primero se identifican demandas tecnológicas insatisfechas y luego se realizan convocatorias abiertas al público para que se propongan soluciones específicas. Se designa a los actores específicos que señalaron la demanda tecnológica para que trabajen en las propuestas seleccionadas, a fin de aportar elementos críticos para que los emprendedores avancen

con su propuesta. Típicamente, en estos programas los emprendedores seleccionados obtienen recursos financieros para sustentar el desarrollo de la tecnología.

En este sentido, cabe destacar a CAPCA como una asociación relevante para el ecosistema de la región, ya que se centra en la promoción del financiamiento al capital emprendedor. Asimismo, la Semana de la Agricultura Digital, un espacio creado por el IICA, impulsó el establecimiento de vínculos de trabajo entre todos los actores del ecosistema Agtech de América Latina, por medio de encuentros celebrados en 2022, 2023 y 2024. En estos eventos participaron 46 Agtechs (15 en los 2 primeros años y 16 en el último) de 21 países diferentes, seleccionadas entre más de 280 emprendimientos. También tomaron parte decisores políticos, corporaciones del agro y la tecnología, fondos de inversión, asociaciones de agricultores, etc. De este evento surgieron decenas de colaboraciones y sinergias entre varios actores⁴.

Es frecuente que, como articuladores o facilitadores del ecosistema, organizaciones que nuclean a productores rurales lleven a cabo este tipo de tareas. P. ej., en Argentina, Paraguay y Uruguay se destacan los Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola, que ofrecen diversos espacios de interacción entre emprendedores Agtech y productores rurales; sin embargo, en Centroamérica no se identificó ninguna organización de productores que cumpliera dicho rol. La creación de este tipo de espacios sería positiva para el ecosistema Agtech centroamericano.

Incubadoras y aceleradoras

La función de las incubadoras y aceleradoras es contribuir a resolver las múltiples situaciones críticas que se presentan en los emprendimientos, incluidos la definición de la propuesta de valor y el diseño de un plan de negocios, la oferta o provisión de información sobre cursos y capacitaciones en temas específicos y, en ciertos casos, el aporte de recursos financieros (o el apoyo para la búsqueda de dichos recursos). Las incubadoras suelen actuar en las etapas tempranas del emprendimiento, mientras que las aceleradoras contribuyen en sus fases más avanzadas.

Según el tipo de vertical, en algunos casos las incubadoras también aportan elementos relevantes para el desarrollo de una solución tecnológica; p. ej., a partir de pruebas de laboratorio esenciales para el futuro desarrollo de la empresa, efectuadas con equipamiento crítico o la asistencia de personal especializado, que es fundamental en los procesos de incubación de proyectos biotecnológicos.

En otros casos el proceso de incubación puede facilitar el acceso a centros de cómputo de alto rendimiento para la ejecución de modelos complejos de inteligencia artificial, el diseño de equipos a partir de software específico y el desarrollo de simulaciones del

⁴ Véase una experiencia específica de colaboración en <https://www.linkedin.com/feed/update/urn:li:activity:7198516093827592192/>.

desempeño de estos equipos a través de software. Asimismo, los programas de incubación pueden proporcionar a los emprendedores conocimientos específicos sobre técnicas y modelos agronómicos para mejorar el desarrollo de ciertas tecnologías.

Por otra parte, las aceleradoras tienden a enfocarse en proyectos más avanzados, por lo que respaldan su proceso de ampliación en los ámbitos local, regional o global. Estas instituciones se valen de una red de contactos que facilitan el crecimiento de las empresas, entre ellos, usuarios potenciales, capitales emprendedores -también llamados venture capitals (VCs)- o capitales emprendedores corporativos -también llamados corporate venture capitals (CVCs)- así como contactos con referentes en temas tecnológicos o comerciales. Por lo general, el objetivo central de las aceleradoras es preparar a una empresa para que reciba financiamiento de capitales emprendedores regionales de USD 100 000 o mayores.

Cabe destacar que algunos programas de incubación y aceleración pueden estar focalizados en el vertical agropecuario. Cada institución busca posicionarse en el ecosistema emprendedor mediante la oferta de una serie de aportes a los emprendedores que tomen parte en sus programas.

Si bien en Centroamérica existe una gran oferta de programas de incubación y aceleración, los programas centrados en las Agtechs son muy acotados. Entre ellos se destaca Activa-CATIE (incubación), The Yield Lab, Pomona Impact (aceleración) y Data Fund. Cabe aclarar que provienen de instituciones públicas (por lo general en espacios de incubación) y privadas. Asimismo, algunas organizaciones ofrecen programas de incubación y aceleración, así como un fondo de inversión para empresas participantes o no en algunos de sus programas.

Financiamiento al capital emprendedor

El financiamiento para la gestación de Agtechs puede provenir de fondos públicos o privados. Es habitual que el sector público quiera apoyar el desarrollo de emprendimientos de base tecnológica, ya sea en etapas tempranas o a partir de inversiones más grandes, en el caso de empresas con un mayor grado de madurez. En ocasiones estas iniciativas pueden estar respaldadas también por recursos captados por medio de fondos multilaterales, como el Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA) y el programa Innovatech. La participación del sector público suele ser crítica cuando la industria privada de venture capitals (VC) o corporate venture capitals (CVCs) no está muy desarrollada o si se trata de proyectos de innovación, que implican un riesgo muy alto, motivo por el cual los actores privados deciden no brindarles apoyo.

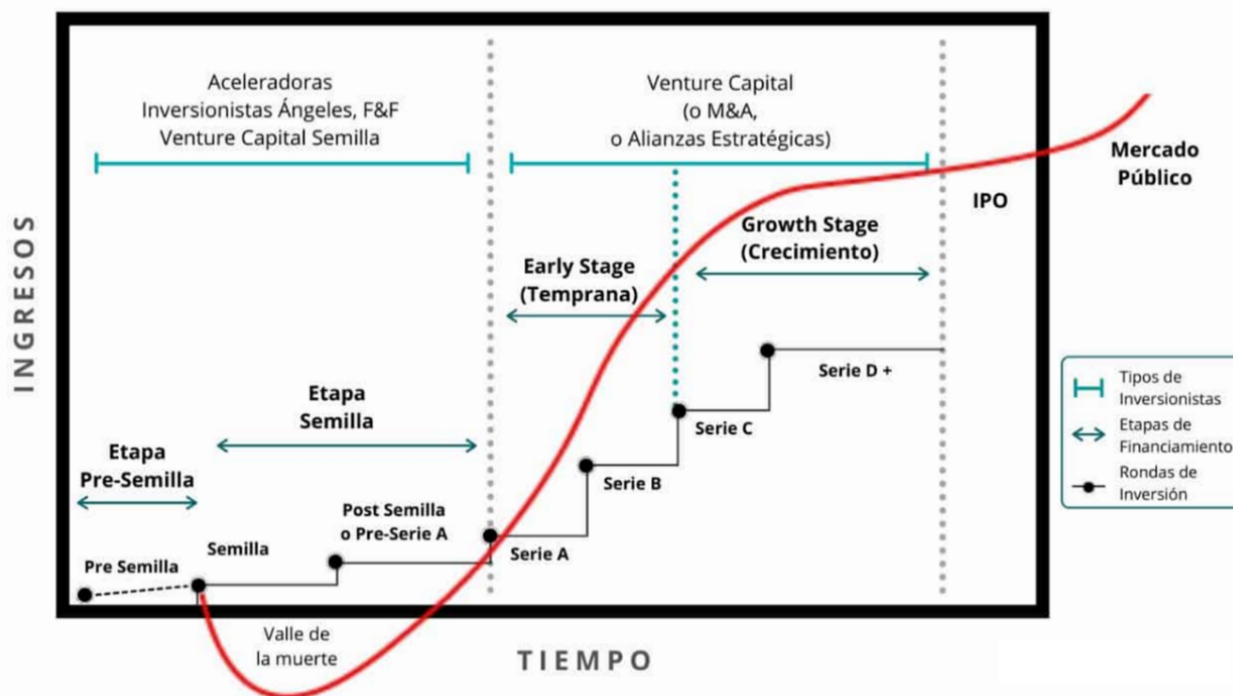
Con respecto al financiamiento privado, existen distintos tipos de fondos para el capital emprendedor, que varían según el monto del financiamiento otorgado⁵ y el grado de madurez de las firmas:

1. Capital semilla (conocido también como seed capital o early stage), con inversiones típicamente menores a USD 1 millón.
2. Capital emprendedor (venture capital o corporate venture capital). Se trata de un fondo conformado por una o más corporaciones, el cual gestiona fondos para invertir, por lo general, en rondas de serie A en adelante, es decir, a partir de USD 1 millón.
3. Capital privado (private equity), con inversiones de gestores de fondos en empresas ya maduras, en el cual se adquiere una participación mayoritaria del emprendimiento.

En la figura 2 se presentan de modo estilizado las fases de financiamiento a una empresa emergente durante su proceso de desarrollo. Si bien el ciclo de crecimiento incluye permanentemente etapas críticas en lo que respecta a la necesidad de financiamiento externo, es la etapa inicial la que reviste mayor relevancia, teniendo en cuenta que los ingresos son muy bajos o nulos. De hecho, existe una etapa denominada “valle de la muerte”, que es el período comprendido entre el momento en que la empresa recibe su primer capital semilla y el momento en que esta puede participar en una ronda de inversión de serie A, durante el cual suele ocurrir el cierre de las empresas.

⁵ Cabe aclarar que los montos según los cuales se categoriza una inversión difieren entre países, por lo que en este documento de trabajo se emplean los valores convencionales, sin que se trate de definiciones cerradas.

Figura 2. Ciclo de financiamiento de una startup.



Fuente: Tomado de startupeable.com, julio de 2023.

En relación con la oferta de financiamiento externo en Centroamérica, en la tabla 1 se presentan los principales fondos de inversión disponibles en esta región⁶, así como su cobertura geográfica, los tipos de emprendimientos en los que se invierte, los sectores más relevantes y las etapas de desarrollo empresarial en las que suelen realizar las inversiones. Cabe destacar que muchos de estos fondos se originaron en Centroamérica.

Tabla 1. Organizaciones privadas y sus fondos de inversión para el capital emprendedor con actividades en Centroamérica

Organización	Nombre del fondo o producto	Cobertura geográfica	Grupo de interés	Sectores	Etapas de la empresa
Beneficial Returns	Reciprocity Fund	América Latina	Empresas sociales con o sin fines de lucro, preferiblemente lideradas por comunidades indígenas	Alimentación y agricultura sostenible, energías renovables, turismo sostenible y gestión de residuos	Temprana o de crecimiento (con más de 1 año de operaciones). Debe demostrar su viabilidad comercial y posibilidad de ampliación.

⁶ Se trata de los principales fondos de inversión con presencia en Centroamérica y, por lo tanto, no se trata de un listado exhaustivo de los fondos que operan en América Latina.

	Beneficial Returns	América Latina	Empresa social con o sin fines de lucro	Alimentación y agricultura sostenible, energías renovables, turismo sostenible, gestión de residuos y vivienda asequible	De crecimiento (más de 3 años en operación)
Alterna	Catalyzer	Centroamérica	Pymes con intención de impacto	Sin definir	Temprana. Con una tracción de USD 2000/mes
Alterna y Grupo IDC	Acceso	Centroamérica	Empresas de impacto	Sin definir	De crecimiento
Carao Ventures	Inversiones el Trueno	Centroamérica, República Dominicana, Colombia, Ecuador y Perú	Empresas de impacto	Movilidad, salud, bienes raíces, servicios financieros y empresas emergentes tecnológicas	Presemilla
					Semilla
					Pre serie A
Root Capital	Root Capital	Colombia, Costa Rica, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua y Perú	Empresas agrícolas	Agrícola, con una fuerte preferencia en América Latina por el cacao, el café y la miel	Con al menos 3 años de operación e ingresos anuales mínimos de USD 500 000
CFC - Common Fund for Commodities	ACT Fund	América Latina	Pymes de agricultura	Agricultura y alimentación	Pymes establecidas con ingresos mayores a USD 1 000 000
Catholic Relief Services	Fondo Isidro	Guatemala, El Salvador y Honduras	Empresas agrícolas	Agricultura y alimentación	Con un mínimo de 2 años de ventas y operaciones continuas y ventas mayores a USD 50 000
Agropecuaria Popoyán S. A.	ProCompite	Altiplano occidental de Guatemala	Actividades con beneficios para productores de pequeña escala	Agrícola, con una fuerte preferencia en América Latina por el cacao, el café y la miel	De crecimiento. Modelos de negocio validados y listos para su ampliación

Heifer International	Heifer Ventures	Global	Productores y cooperativas apoyadas por Heifer International	Agricultura y alimentación	De crecimiento
EcoEnterprises Fund		América Latina	Biodiversidad, conservación y regeneración	Agricultura regenerativa, forestación, acuicultura sostenible, ecoturismo y silvicultura certificada	De crecimiento y capacidad de ampliación
Acumen	Fondo Acumen para la Agricultura Resiliente	América Latina	Agricultura	Agricultura	De crecimiento y capacidad de ampliación
	Acumen LatAm Impact Ventures	América Latina, con preferencia por Colombia y Perú	Empresas emergentes en etapa de crecimiento	Educación, energía, resiliencia y mitigación del cambio climático y acceso a servicios básicos	De crecimiento y capacidad de ampliación
	PIONEER	América Latina	Innovación, emprendedores de impacto	Energías renovables	Temprana
MCE Social Capital	MCE Social Capital	América Latina	Mujeres, inclusión financiera, clima y medio ambiente, medios de vida sostenibles y agricultura sostenible	Agricultura, agua, saneamiento y energía limpia	De crecimiento
Banco CHN	Fondo de Apoyo a las Mipymes del Ministerio de Economía	Guatemala	Mipymes	Multisectorial	Mipyme
Banco GyT Continental	Credi empresa GyT	Guatemala	Empresas	Multisectorial	Todas las etapas
	Crédito Capital de Trabajo	Guatemala	Empresas	Multisectorial	Todas las etapas
	GTC Empresarial	Guatemala	Empresas, comerciantes individuales y	Multisectorial	Todas las etapas

			personas individuales		
Banco Industrial	Crédito empresarial express	Guatemala	Empresas, comerciantes individuales y personas individuales	Multisectorial	Todas las etapas
	Crédito empresarial para capital de trabajo	Guatemala	Empresas, comerciantes individuales y personas individuales	Multisectorial	Todas las etapas
Global Partnership	Impact-First	África y América Latina	Bienes y servicios básicos dirigidos a personas que viven en la pobreza	Educación, atención médica, saneamiento, agua potable, energía doméstica y viviendas asequibles	Modelos de negocio capaces de generar un impacto inclusivo a escala
	Venture Loan Pool				
Pomona Impact Foundation	Pomona Impact Fund II	Centroamérica, México, Colombia y Ecuador	Ampliación	Agroprocesamiento, servicios básicos y economía digital	Mipyme
Danta Fund	Fondo para el desarrollo y aceleración	América Latina	Startups en agro	Cadena del agro, con foco en combatir el cambio climático	Startups en expansión

Fuente: Elaborado con base en Pomona Impact y CAPCA, julio de 2023.

Usuarios/clientes

Este segmento incluye una diversidad de actores que pueden implementar las soluciones Agtech en diversas etapas de sus procesos productivos, comerciales o de transformación, entre los cuales se destacan empresas de producción agrícola y ganadera, contratistas de servicios, proveedores de insumos, empresas de maquinaria agrícola, productores de alimentos, bancos, agencias de seguros y entidades del sector público (sellos y certificaciones), entre otros.

No obstante, en los ecosistemas de innovación modernos los usuarios/clientes cumplen un rol protagónico no solo como destinatarios de las soluciones tecnológicas, sino también como interventores activos o pasivos en su desarrollo. En particular, aportan información de gran valor para los emprendedores, relativa a oportunidades comerciales, así como derivada del uso de la nueva tecnología. En las etapas tempranas de las startups, la disponibilidad de actores para probar los productos o servicios en desarrollo constituye un elemento central, ya que sus comentarios sirven de insumo para efectuar

futuras actividades de innovación. Asimismo, los primeros usuarios de una tecnología en desarrollo también pueden aportar recursos financieros en apoyo al proceso.

En Centroamérica aún no se han realizado estudios focalizados en el nivel de difusión de las herramientas digitales (p. ej., en las plataformas para dispositivos móviles) ni en los factores que fomentan su uso o que lo obstaculizan. La falta de este tipo de estudios limita el diagnóstico de la penetración de las tecnologías digitales en las diversas etapas de la cadena de valor del sector agropecuario.

Bienes públicos: infraestructura y marco regulatorio

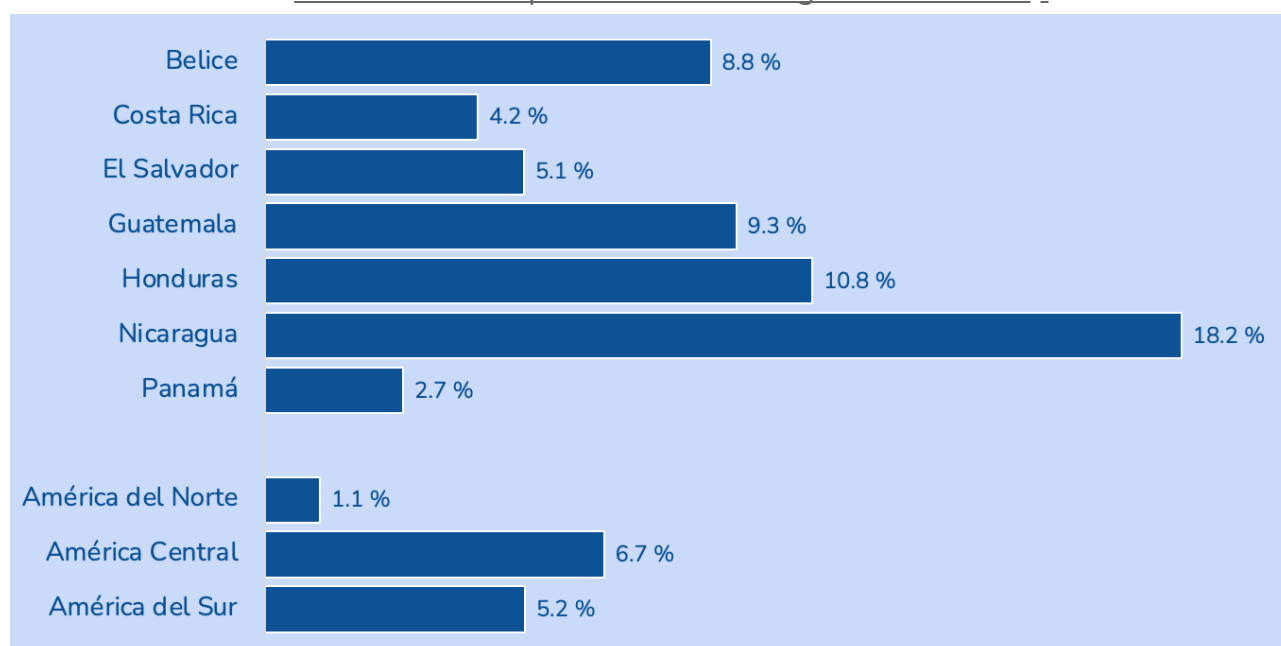
Dos aspectos centrales inciden de forma transversal en el desarrollo de los ecosistemas Agtech: 1) el acceso a conectividad de calidad en las zonas rurales y 2) el marco regulatorio por cumplir en torno a distintos aspectos del desarrollo de startups de base tecnológica, p. ej., los procedimientos para crear nuevas firmas, así como las regulaciones para facilitar el financiamiento del capital emprendedor y en materia de propiedad de los datos. Si bien estos dos ámbitos exceden los objetivos de este informe, basado en la elaboración de una metodología para el estudio de ecosistemas Agtech, cabe destacar que la oferta de estos bienes podrá influir en las posibilidades de crecimiento de las empresas emergentes en este vertical y del ecosistema en general.

3. Breve caracterización del sector agroindustrial en Centroamérica

En América Central y el Caribe el agropecuario es uno de los principales sectores, con una gran importancia económica. Cuenta con gran potencial para mejorar la seguridad alimentaria, aumentar los ingresos de la población rural y reducir la pobreza (Vitón 2019).

Es muy relevante para los países de Centroamérica en términos de valor agregado sectorial, empleo y exportaciones. En particular, durante el período 2021 y 2022 la participación del sector agrícola en el producto interno bruto (PIB) se ubicó por encima del 5 %, a excepción de Panamá (2.7 %) y Costa Rica (4.2 %). En Honduras y Nicaragua representó más del 10 % del valor agregado total, superando los registros promedio de América del Sur y América del Norte.

Gráfico 3. Participación del sector agrícola en el PIB⁷.

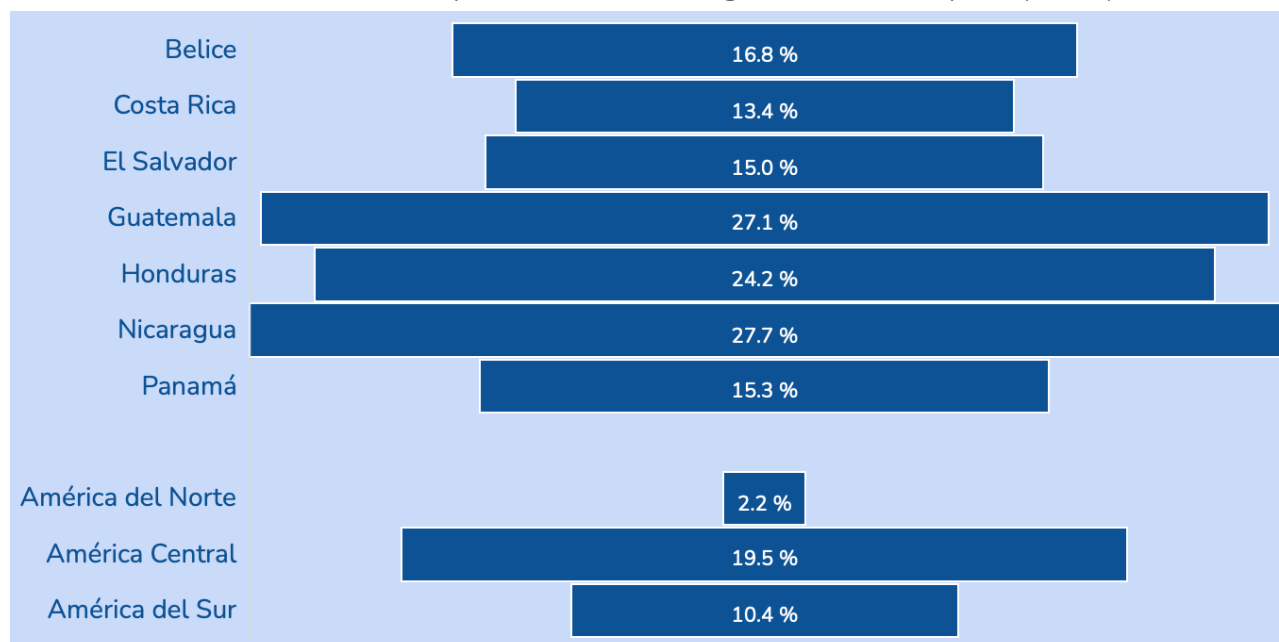


Fuente: Elaborado con base en OPSAa – IICA, julio de 2023.

Según los datos del mercado laboral correspondientes a 2022, en todos los países de Centroamérica el sector genera más del 13 % del empleo, un coeficiente que se ubica por encima de los valores promedio de América del Sur y América del Norte. Se destacan los casos de Nicaragua y Guatemala, donde este porcentaje supera el 27 %.

⁷ Participación en 2022, excepto la de América del Norte, que corresponde a 2021.

Gráfico 4. Participación del sector agrícola en el empleo (2022).



Fuente: Elaborado con base en OPSAa – IICA, julio de 2023.

En 2023, con respecto a las exportaciones totales de mercancías, las del sector agroalimentario⁸ revisten gran importancia, ya que en todos los países, a excepción de Panamá, este ratio supera el 20 %. En Guatemala y Belice la relación se ubica por encima del 50 %.

En términos generales, las exportaciones agropecuarias⁹ de los países de la región en 2021/2022¹⁰ se concentraron en productos como el café, el banano y otras frutas, el aceite de palma y el azúcar¹¹. Estas 5 posiciones arancelarias explican más del 50 % de las exportaciones sectoriales de cada país, a excepción de Nicaragua, donde la venta al exterior de carne bovina también es muy significativa.

Entre las importaciones agropecuarias se destacan las de productos como el maíz, otras preparaciones alimenticias, el trigo, residuos sólidos de aceite de soja y preparaciones utilizadas para la alimentación animal. A excepción de Belice, estas posiciones concentran más del 65 % del total importado.

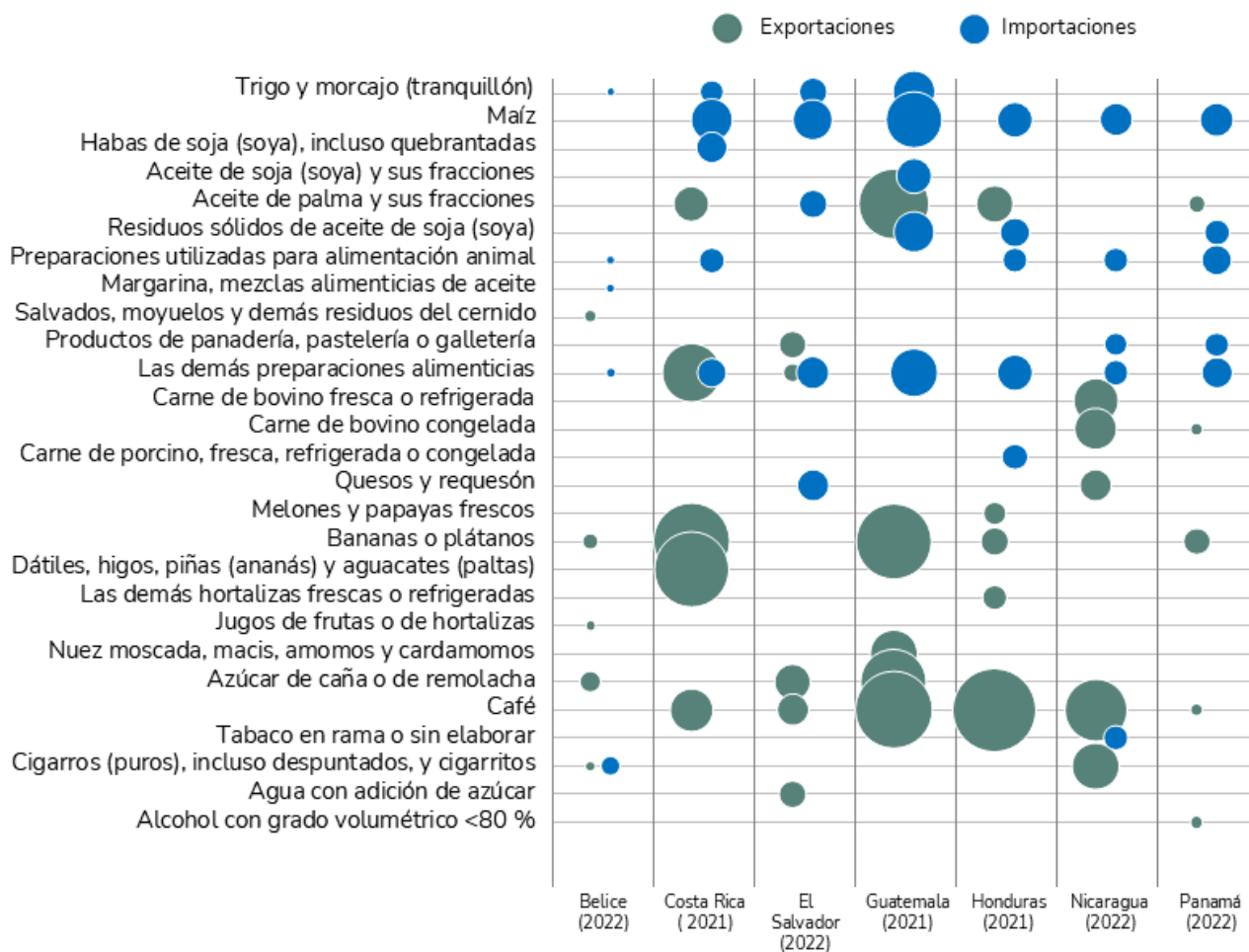
⁸ Capítulos del 1 al 24 del sistema armonizado y partida 5201.

⁹ Productos agropecuarios definidos por la Organización Mundial del Comercio.

¹⁰ 2022: Belice, El Salvador, Guatemala, Nicaragua y Panamá. 2021: Costa Rica y Honduras.

¹¹ Considerando los 5 productos principales de cada país.

Gráfico 5. Principales productos agropecuarios (en millones de USD).



Fuente: Elaborado con base en OMC, julio de 2023.

4. Casos de actores pioneros en el ecosistema de innovación Agtech en Centroamérica

En esta sección se presenta una serie de casos de estudio de actores que dieron los primeros pasos en el ecosistema de innovación Agtech en Centroamérica. De acuerdo con el esquema de ecosistema de la figura 1, se incluyen casos representativos de cada uno de los roles identificados, a partir de información recolectada a través de entrevistas semiestructuradas. Cabe destacar que no se trata de un análisis exhaustivo de todos los actores del ecosistema, sino de uno centrado en diversos ejemplos, a fin de analizar la situación actual, según la experiencia de varios de los protagonistas.

La selección de estos casos, considerados relevantes para el aprendizaje y la generación de lecciones, fue llevada a cabo mediante múltiples consultas a referentes regionales del vertical Agtech –e.g., organizaciones multilaterales, fondos de inversión, aceleradoras y empresas Agtech.

Por último, cabe mencionar que, si bien en su amplia mayoría se trata de experiencias de origen centroamericano, también se incluyeron casos de empresas u organizaciones de otras regiones que comenzaron a operar en esta región en los últimos años. A partir de todas estas experiencias, en la sección 5 se presentan lecciones y recomendaciones para ampliar el desarrollo de sinergias en el ecosistema de innovación Agtech en Centroamérica.

4.1 Pioneros emprendedores

4.1. a. Aerobots (Guatemala)



Pioneros en la innovación del sector agropecuario en Centroamérica

Aerobots es una empresa Agtech fundada a finales de 2012 en Guatemala por tres jóvenes emprendedores: dos hermanos y un primo. Se especializa en la prestación de servicios tecnológicos avanzados para la digitalización del sector agropecuario, por medio de drones y otras innovaciones tecnológicas. La empresa ha desarrollado sus propios equipos en apoyo a la toma de decisiones de grandes productores agrícolas.

Entre sus servicios más destacados se encuentran la automatización de los sistemas de riego, la aplicación de insumos con drones, la recolección y el análisis de datos y la detección temprana de incendios. Aunque la mayoría de sus clientes provienen del sector azucarero, también se han brindado soluciones para cultivos de banano y palma.

La empresa nació con el desarrollo de un piloto automático, montado en un avión de ala fija, que rápidamente se enfocó en el sector agropecuario. Una vez fabricados los primeros prototipos, se comenzó a ofrecer soluciones a productores agroindustriales en Guatemala, con respuestas positivas desde el inicio.

Para facilitar el acceso a la información, uno de los socios fundadores, con formación en ingeniería en sistemas, lideró el desarrollo de una plataforma digital, que evolucionó con nuevas funciones gracias al equipo de investigación y desarrollo (I+D), lo que permitió a la empresa atender diversas necesidades de los usuarios.

Expansión y profesionalización

A medida que aumentaba la demanda, Aerobots conformó un equipo de profesionales expertos en sus áreas y con gran experiencia, entre ellos agrónomos, ingenieros mecánicos y programadores. La contratación de personas con experiencia en servicios agronómicos para la industria azucarera permitió expandir el área de análisis de datos y el ámbito comercial de la empresa.

Uno de los logros significativos de Aerobots es el desarrollo de drones altamente eficientes, capaces de monitorear hasta 2000 ha/h. Además, complementaron sus servicios de imagen con recomendaciones, debido a lo cual su equipo de I+D se amplió con profesionales en agronomía y computación. El equipo de ingenieros ha sido clave para el desarrollo de todas sus tecnologías y el logro de todos estos avances.

Financiamiento y reconocimientos

Inicialmente, los fundadores destinaron su propio tiempo, conocimientos y ahorros a la creación de los primeros prototipos y al desarrollo del software requerido. Gracias a la rápida aceptación de sus servicios, Aerobots creció de manera sostenida. En esta etapa también resultó clave el establecimiento de un capital semilla de inversionistas/amigos que creyeron en la empresa, el cual no solo generó los recursos para invertir en equipos, sino también permitió la formalización de ciertos procesos de toma de decisiones y gobernanza.

En 2016 Aerobots fue la empresa ganadora de un prestigioso premio en la categoría de innovación y tecnología del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de Guatemala. En 2018 representó a dicho país en la Creative Business Cup en Copenhague, Dinamarca, lo que conectó a la empresa con emprendedores y actores del ecosistema de innovación global. En 2019 Aerobots recibió el galardón de Gerente del Año de la Asociación de Gerentes de Guatemala y en 2021 participó en un programa de aceleración con el Pomona Impact Fund.

Internacionalización

En 2023 Aerobots inició su proceso de internacionalización en Centroamérica, comenzando con Nicaragua, a pesar de las regulaciones que dificultaron el uso de drones. En 2024 se planea realizar una expansión a Honduras y El Salvador para ofrecer servicios a cultivos similares a los de Guatemala. La empresa busca continuamente oportunidades de expansión internacional, dado que las tecnologías que desarrolla se tornan clave para el futuro de la agricultura en todo el mundo.

Desafíos y futuro

Aerobots enfrenta desafíos como la limitada adopción de herramientas digitales entre los productores agrícolas y la fragmentación del mercado. A pesar de mostrar un interés creciente, muchos productores mantienen ciertas reservas con respecto al uso integral de estas tecnologías. Además, la proliferación de equipos y servicios digitales ha generado experiencias diversas, lo que afecta la percepción de las soluciones digitales en el agro.

En la región el ecosistema de innovación Agtech aún es incipiente, con escasos programas de incubación y aceleración específicos para la agricultura y limitadas fuentes de financiamiento externo.

A pesar de estos desafíos, Aerobots continúa siendo un líder en la transformación digital del sector agropecuario en Centroamérica, ya que mantiene su compromiso con la innovación y la satisfacción de las necesidades de los productores agrícolas. Las tecnologías en las que lleva más de 12 años trabajando empiezan a volverse imprescindibles en un sector cambiante, que hoy más que nunca necesita una mayor optimización de los recursos. En estos momentos la empresa se encuentra en una posición única para participar en la digitalización de la agricultura.

4.1.b. AgtechApps (Guatemala)

**Digitalización de los procesos de las empresas del sector agropecuario para alcanzar el máximo potencial en el uso de los datos**

Una característica muy común de los sistemas de información de las empresas agrícolas centroamericanas es la captura de datos en papel, debido a la cual el procesamiento de la información resulta costoso, ineficiente y sujeto a un margen de error considerable. La propuesta de valor de AgtechApps consiste en ayudar a estas empresas a alcanzar todo el potencial de los datos generados en su operación, a partir del reemplazo de los registros en papel por registros en formato digital. La empresa se enfoca en la digitalización de seis aspectos muy puntuales de la agronomía, mediante el uso de aplicaciones desarrolladas para cada caso:

1. **DigiformsApp.** Se trata de una aplicación y plataforma web para la recolección de datos y la trazabilidad de eventos, que convierte formatos de papel a versiones digitales inteligentes. En la plataforma web se crean formularios ad hoc, que se envían a todos los dispositivos móviles activos que tienen la aplicación. Funciona sin conexión, genera datos georreferenciados y puede conectarse con bases de datos propias.

Cuando se dispone de conectividad, la transmisión de información automática permite realizar validaciones para identificar errores. Además, se encuentra conectado con plataformas de visualización de datos.

2. **HarvestApp.** Es una aplicación y plataforma web destinada al registro digital y la trazabilidad de la cosecha. El sistema permite llevar un control detallado de los recursos utilizados en los procesos de cosecha (mano de obra, maquinaria, etc.) y de la cantidad de producto cosechado, a fin de lograr la trazabilidad hasta la entrega, por medio de la emisión de un ticket con un código de barras.

3. **LaborApp.** Esta aplicación y plataforma web fue diseñada para el control del personal de campo, a través del registro de ingreso y egreso de la mano de obra, así como la captura de datos sobre las labores

diarias realizadas y las unidades producidas por tarea. Utiliza tecnología de reconocimiento facial biométrico (en lugar de tomar fotografías, reconoce puntos y características específicas del rostro), lo que permite establecer niveles de productividad y eliminar la suplantación de identidad con una certeza en la identificación del 98%.

Esta innovación se desarrolló a solicitud de varios clientes que requerían información más precisa acerca de las tareas realizadas por cada persona. La información en papel y la falta de un sistema de identificación digital generaban numerosos errores en el control de las labores y las liquidaciones de los pagos.

4. GasApp. Esta aplicación y plataforma web permite el control y monitoreo de los diferentes usos del combustible de la empresa, mediante el registro y análisis de cada despacho. La administración de este insumo es un tema crítico para muchas empresas, debido al costo y a las dificultades que supone su uso adecuado. Esta aplicación genera alertas cuando detecta un mal uso, realiza un control y seguimiento de cuotas, genera restricciones (de horarios y personal), compara vehículos, etc. Además, permite conocer en tiempo real indicadores relacionados con el uso, como los relativos a rendimientos, consumo, kilometraje, horas-motor, etc.

5. TiresApp. En empresas muy grandes el manejo de las cubiertas (neumáticos), al igual que el combustible, constituye un tema delicado. En este sentido, el software TiresApp está diseñado para evitar pérdidas prematuras.

6. MachineryApp. En general, la maquinaria agrícola nueva ya cuenta con sistemas de telemetría; sin embargo, según la realidad en el campo, aún existe una alta proporción de equipos sin esta tecnología, por lo que la empresa encontró como solución práctica incorporar un dispositivo estándar (tableta). Por medio de la utilización del sistema de posicionamiento global (GPS) del dispositivo, es posible monitorear las horas totales de operación, el tipo de labor realizada (reportada por el operario), las causas de las detenciones, etc.

Todas las aplicaciones desarrolladas por AgtechApps trabajan sin conexión y se pueden emplear en dispositivos de uso diario, como teléfonos inteligentes y tabletas, sin requerir hardware adicional. Además, todos los datos se encuentran georreferenciados. Las

aplicaciones pueden funcionar de forma independiente o conectarse entre sí.

Origen de la idea

El emprendimiento surgió en 2019 como una escisión de Interlink Software, empresa de desarrollo informático de uno de los socios de AgtechApps, la cual generó las primeras aplicaciones de digitalización para clientes del sector agroindustrial.

Las primeras demandas surgieron en 2002 desde el sector azucarero, que buscaba soluciones para optimizar la descarga de la producción a partir de información en línea sobre la trazabilidad del producto. Esta experiencia permitió a los miembros de Interlink Software comprender en el campo la realidad y los retos del sector agropecuario, así como conocer una cultura de costos muy profesional, impulsada por los clientes.

Con los años los avances asociados al sector agropecuario se consolidaron como una línea de negocios dentro de Interlink Software. A inicios de 2019 la empresa participó en un programa de aceleración y mentoría en Pomona Impact, debido a lo cual se tomó la decisión de separar las operaciones para lograr enfocarse realmente en el segmento agrícola. Este paso implicó la reconversión del software en software como servicio (SAAS) y su puesta a disposición en la nube.

Desarrollo del emprendimiento

La empresa es dirigida por dos socios. El fundador, que cuenta con formación en ingeniería de sistemas y experiencia en empresas de desarrollo de software, se dedica actualmente a las cuestiones estratégicas del negocio. La otra socia, con formación universitaria y

experiencia en la comercialización empresa a empresa (B2B) en compañías grandes, se ocupa del área comercial.

La firma cuenta con 5 empleados, principalmente en el área de ventas y soporte de las aplicaciones. Por el momento no está desarrollando nuevos avances, ya que está enfocada en la comercialización de sus productos. Las aplicaciones se encuentran en un estado que permite un funcionamiento sin grandes cambios, aunque se subcontratan recursos cuando es necesario. Este último aspecto se aplica a todas las áreas de la empresa, a fin de mantener la estructura sin grandes inversiones fijas. Sus áreas de finanzas y contabilidad son manejadas por terceros.

Modelo de negocio y usuarios

En general, los clientes de la empresa son firmas medianas y grandes, dedicadas a la exportación y con no menos de 30 empleados. Los socios consideran que en operaciones más pequeñas es difícil alcanzar los beneficios de la digitalización y verlos reflejados en un ahorro de costos. Además, el canal de firmas más pequeñas tiene un costo de oportunidad alto para la empresa, debido al esfuerzo requerido para llegar a cada cliente. En particular, para las firmas exportadoras, la implementación de las aplicaciones permite la trazabilidad de los productos, indispensable para cumplir los requisitos sanitarios correspondientes.

El acceso a las aplicaciones se obtiene a través de una suscripción, con una prueba gratuita de 30 días. El costo se fija por dispositivo móvil conectado, con tarifas que se ubican entre los USD 15 y los USD 40 (a estos valores se puede sumar un costo adicional, si el cliente requiere la conexión a otros sistemas de la empresa). El cliente promedio utiliza entre 150 y 300 licencias.

A raíz de un concurso efectuado en 2023, las operaciones de la empresa se extendieron a México, Belice, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Ecuador y Colombia. Este último país representó para la empresa un mercado muy interesante y una dinámica veloz de adquisición de

clientes, que incluso genera posibilidades de trasladar la operación de forma temporal.

En términos de cultivos, la caña de azúcar representa el 70 % de los clientes. El resto de los usuarios está distribuido en frutas y café, entre otros productos.

Financiamiento

El capital de la empresa, que siempre estuvo constituido por los aportes de los propios socios, alcanzó un monto estimado de USD 45 000. Pese a estar dispuestos a recibir capital, una de las conclusiones derivadas del proceso de aceleración de Pomona Impact fue que, antes de buscar financiamiento externo, la empresa necesitaba más tracción y, por lo tanto, en los últimos años se han enfocado en dicho proceso. Completar la expansión de la operación a Colombia es un paso en este sentido. En el futuro los socios consideran realizar una búsqueda de capital en torno a los USD 200 000.

Impactos

Se estima que la implementación de las soluciones digitales permite una reducción de hasta 80 % en el tiempo invertido en el procesamiento de datos, ya que se eliminan tareas administrativas que generan errores, información poco confiable y una larga espera para la obtención de información sobre las operaciones. Además, el uso de tecnología de reconocimiento facial reduce el 95 % de los problemas de suplantación de identidad de personas.

Por otra parte, el impacto ambiental de dicha implementación puede resumirse en una reducción del 100 % en el uso de papel para recopilar los datos. El empleo de las aplicaciones en dispositivos de uso diario

permite además una conexión entre las personas, la tecnología y el mundo laboral, cuyo impacto social resulta positivo.

Obstáculos al crecimiento

En la empresa se considera que la baja predisposición de los clientes a la adopción constituye un obstáculo considerable. En muchos casos la dirección de las firmas se encuentra a cargo de generaciones más acostumbradas a los registros en papel, por lo que el cambio generacional, asociado a una mayor utilización de tecnologías digitales, debería acelerar el crecimiento. Este aspecto es central especialmente en términos de los medianos productores, teniendo en cuenta que las empresas de mayor escala siempre mantienen alguna tasa de inversión en tecnología.

La falta de cobertura de internet solía ser una barrera, pero se superó y actualmente todas las aplicaciones funcionan sin conexión. De todas maneras, el aumento en la infraestructura y el abaratamiento del acceso móvil desde el campo acrecentará el atractivo de este tipo de tecnologías.

El financiamiento también puede ser una restricción al crecimiento, debido a la escasez de canales para empresas Agtech, basados en la banca tradicional. Los programas en apoyo al sector público aún deben crecer mediante la incorporación del ecosistema en las políticas públicas.

Perspectivas de la empresa

En la actualidad la empresa se halla en un proceso de expansión, ya que ha iniciado operaciones en Colombia y el Caribe. Para 2025 se espera que llegue a Perú y Argentina. La meta principal es aumentar el nivel de tracción por medio de la consolidación de las ventas y el aumento en la

cantidad de clientes, con base en los productos que ofrece en estos momentos.

4.1.c. SIOMA (Colombia, con operaciones en Centroamérica)

**Soluciones para mejorar las mediciones de la producción y los recursos requeridos****Propuesta de valor y origen de la idea**

SIOMA es una empresa colombiana especializada en el desarrollo de equipos y sistemas para compañías del sector agropecuario. En la actualidad ofrece dispositivos para el pesaje de racimos y cajas de fruta, así como sistemas de localización para el monitoreo de labores en cultivos como el banano y la palma.

Su objetivo es aumentar la productividad de las empresas del sector, a través del desarrollo de soluciones dirigidas a mejorar las mediciones de los niveles de producción de las fincas y los recursos requeridos para lograrlo.

La empresa se fundó a partir de la iniciativa de 4 socios, quienes se conocieron cuando realizaban sus estudios universitarios de ingeniería mecatrónica en Medellín. En 2016 comenzaron el desarrollo del emprendimiento, para lo cual combinaron la etapa final de sus estudios con su incorporación a tiempo completo en la empresa.

Los socios siempre tuvieron cercanía con el sector agropecuario, ya que provenían de una región relevante para la producción de banano y sus familias estaban vinculadas con la producción de palma. Los fundadores siempre consideraron volver a su región para contribuir, mediante su educación universitaria, al desarrollo del sector. El emprendimiento se consolidó y ya cuenta con un equipo de 35 personas.

Desarrollo del emprendimiento

La primera iniciativa de la empresa consistió en desarrollar un sistema de medición de variables hídricas y meteorológicas en el campo por medio

de estaciones, así como una plataforma para disponer de los datos; no obstante, se llegó a la conclusión de que este tipo de dispositivos de internet de las cosas no era una solución adecuada, debido a que la oferta era abundante y el producto carecía de tracción, ya que los datos obtenidos no necesariamente generaban valor para los adoptantes.

Este primer proyecto piloto, que no tuvo la evolución esperada, arrojó luz sobre los principales problemas en el campo, a través del contacto establecido dentro de las fincas. Se consiguió comprender un problema fundamental, relativo a la falta de equipo adecuado para pesar la fruta comercializada. Habitualmente, las cajas de producto se pesaban en básculas para ganado, lo que generaba problemas de manipulación y precisión, dado que los paquetes de productos debían pesar 18.6 kg, según las exigencias de exportación de la Unión Europea, Corea del Sur y Estados Unidos.

En 2018 la empresa desarrolló una báscula automática conectada a la nube, con un sistema de control integrado que permite organizar las cajas de manera exacta, a fin de evitar un sobrepeso. Según la empresa, al evitar este problema, una finca de 100 ha puede lograr un ahorro de hasta USD 20 000 anuales.

El segundo desafío analizado en el campo se asociaba a la falta de herramientas para monitorear en tiempo real el trabajo del personal, lo que generaba diversos problemas de manejo y falta de información. Para abordar dichos problemas, la empresa desarrolló una aplicación para el seguimiento de las labores, utilizable en dispositivos de uso diario, como los teléfonos inteligentes; sin embargo, esta alternativa presentaba diversos problemas, como la descarga rápida de la batería de los dispositivos, el daño de los equipos a causa del agua, la utilización del teléfono con otros fines o la manipulación de la aplicación. Además, planteaba el desafío de diseñar un equipo para supervisar grandes superficies de cultivo.

Con base en estas lecciones aprendidas, en 2020 la empresa desarrolló un hardware para el seguimiento de labores, que, mediante la lectura de tarjetas, permite conocer las actividades en ejecución y el área recorrida por el operario. El equipo tiene características técnicas que resuelven los problemas mencionados, entre ellas, un GPS de alta precisión, una batería de larga duración que permite mantenerlo siempre encendido y

una certificación IP67 (resistente al polvo y al agua). Este producto consolidó la oferta de la empresa y permitió acelerar su crecimiento, ya que pasó de las 20 000 ha a las 100 000 ha de cultivo.

Modelo de negocio y usuarios

Los clientes de SIOMA provienen de todos los segmentos de productores, desde grandes empresas integradas que comercializan sus productos, hasta pequeños agricultores que venden su producción a exportadores. El cliente ideal de la empresa es el productor de escala media (entre 100 ha y 1000 ha), dado que, en general, este carece de infraestructura propia para realizar sus propias innovaciones.

Luego de su consolidación en Colombia, la empresa planea expandirse hacia otros países de Sudamérica y Centroamérica. Este proceso se inició con la puesta en marcha de sus operaciones en Ecuador, por medio de una sociedad que lleva 2 años funcionando en el país.

En dicha nación la conformación del equipo supuso algunos retos, como encontrar personal local vinculado al sector. Este aspecto, así como la disponibilidad de una estructura formal en el país, resultaron clave para las ventas, dado que los clientes del sector siguen valorando la representación local, lo que, de acuerdo con la experiencia de la empresa, ocurre en toda la región.

En 2023 el segundo destino de la empresa fue Brasil, donde resultó clave el apoyo de The Yield Lab para iniciar el establecimiento de contactos. Actualmente trabaja en el norte del país (estado de Pará) con grandes productores de palma, con la colaboración de un representante de ventas local. Debido a las dimensiones del país y a las diferencias regionales dentro de él, se requerirá un trabajo de largo plazo para abarcar todo el territorio.

Asimismo, en 2023 la empresa inició la exploración de México y Centroamérica, lo que coincidió con una etapa de crecimiento acelerado, impulsado a través de las redes sociales, el cual ya generaba una demanda de productos desde Costa Rica, Panamá, Honduras, Guatemala

y otros países como Perú. Considerando el tamaño del mercado y la escala global de la región, se tomó la decisión de conformar un equipo primeramente en Guatemala, ya que este país cuenta con una superficie considerable de cultivo y tiene productores de escala que invierten en tecnología. En la actualidad la empresa tiene 2 empleados en el país (un técnico de operaciones y un agente de ventas), quienes atienden también las fincas de Panamá, Costa Rica y Honduras.

En los países centroamericanos la demanda inicial se concentra normalmente en el hardware para el seguimiento de las labores y, luego, evoluciona a las básculas, lo que supone una mayor complejidad, ya que se requiere trabajar en todo el sistema de producción de la empresa. En 2023 las ventas de SIOMA se repartieron en partes iguales entre ambos productos, al igual que la facturación por hardware y software (el ingreso por venta de equipos iguala el cobro de la tarifa por el uso de los sistemas).

Financiamiento

En el inicio la empresa se financió con fondos propios de los socios y, posteriormente, con el aporte de un inversionista ángel, que le permitió acelerar su crecimiento hasta el punto de lograr ventas a un grupo de gran escala. Esta etapa coincidió con la presentación de SIOMA en el fondo 500 Startups (2019-2020), cuyos desembolsos permitieron aumentar las operaciones y comenzar el proceso de expansión a otros países.

Además, el proceso en 500 Startups permitió a la empresa crecer en términos de la estructuración de la sociedad y el capital (p. ej., con el diseño de un holding en Estados Unidos), para lo cual el siguiente paso fue una ronda de inversión (2021). Este proceso fue muy complejo, debido a un contexto internacional poco favorable y al perfil de la empresa, que resulta menos atractivo que el de los emprendimientos focalizados en software as a service, que pueden resultar favorecidos debido a su rentabilidad y la posibilidad de ampliar las operaciones.

En función de los resultados, la empresa adoptó una estrategia basada en tickets pequeños, que pudieran ser aportados por personas cercanas y de toda la región, entre ellas, agricultores, trabajadores en alguna de las entidades que utilizan los servicios, etc. Esto permitió “traccionar” la ronda y, por ende, recibir aportes de hasta USD 20 000.

El interés generado se trasladó a tickets más grandes, debido a lo cual un inversor ángel de Estados Unidos aportó USD 50 000. En la etapa final de la ronda se sumaron Polígono Capital y The Yield Lab, fondos de México y América Latina, respectivamente, que permitieron cerrar este proceso de 10 meses con un capital final de USD 325 000.

Obstáculos al crecimiento

Una barrera que la empresa considera un patrón común en Sudamérica y Centroamérica es la necesidad de contar con personas del propio país para conformar equipos de facilitación de las ventas, lo que aumenta la complejidad de la exportación de las tecnologías.

En el caso de SIOMA, se requiere un esfuerzo mayor del canal comercial, dado que las ventas a corporaciones terminan siendo esquemas B2B con un ciclo muy largo y, por ende, se debe establecer una relación comercial e instalar la marca. Esta prueba de confianza puede requerir, p. ej., pruebas de los productos durante toda una campaña. Otro obstáculo es el tamaño de los mercados, cuando la tecnología requiere nuevos avances, como en el caso de la adaptación de la báscula para la palma.

La principal competencia para este tipo de emprendimientos la constituyen los avances internos realizados por las grandes empresas, que en el caso de Centroamérica concentran la mayor parte de la superficie de algunos cultivos (como el de banano). Esto genera un entorno de innovación muy cerrado, que termina recortando las posibilidades de emprendimientos independientes.

Esta última característica del ecosistema de innovación impide sobre todo aprovechar las ventajas en materia de costos que tienen las empresas emergentes debido a la posibilidad de ampliar la tecnología a

todo el sector. La venta de productos y servicios a los grandes productores termina siendo un gran reto para empresas como SIOMA.

Sin duda, el segmento de productores de escala media genera una mayor ventaja para las empresas emergentes en términos de demanda de innovación, mientras que el de pequeños productores resulta más lejano, con dificultades para mantener la operación y el desarrollo.

Por último, el financiamiento también puede convertirse en un obstáculo. El inversionista tiene cierto temor en torno a las probabilidades de supervivencia de los emprendimientos. En el caso de las empresas de hardware, el desafío que supone la obtención de capital es aún mayor.

Perspectivas de la empresa

El objetivo de SIOMA es alcanzar 150 000 ha en el corto plazo. Los socios indican que una ventaja para la empresa es que las producciones de algunos cultivos como el banano se encuentran relativamente estandarizadas entre los países, por lo que las necesidades de las fincas son similares. Además, teniendo en cuenta el grado de desarrollo del ecosistema Agtech en Centroamérica, ningún otro emprendimiento presta servicios como los que ofrece SIOMA.

Además, en la región, normalmente bajo sistemas de producción de gran escala, se desarrollan cultivos que carecen de un grado tan alto de tecnología en el exterior, como los de banano, aguacate, palma de aceite o piña. Otros cultivos de menor escala, como los de café y cacao, ofrecen una gran oportunidad que nadie está aprovechando, aunque también plantean grandes retos. Otros tipos de producción, como la de caña de azúcar, con tareas más mecanizables, cuentan con una mayor oferta de tecnología de países como Brasil y Estados Unidos.

En la empresa se considera que desarrollar el ecosistema Agtech sería de gran valor para la región centroamericana, mediante políticas dirigidas a conectar a las empresas, las universidades, los centros de innovación y los inversores. Además, las mismas corporaciones que contratan los

servicios deberían ser actores clave en el proceso de inversión, lo que reviste una gran importancia estratégica.

4.2 Instituciones de ciencia y tecnología

4.2.a SENACYT (Panamá)



Impulso a la transformación tecnológica y a la digitalización

A partir de la aprobación de la Ley de Política Agroalimentaria de Estado en 2023, en la que se establecen los lineamientos generales para impulsar la transformación productiva del sector agropecuario de Panamá, este país ha puesto un particular énfasis en la promoción, el desarrollo y la difusión de nuevas tecnologías que contribuyan a mejorar la productividad y la soberanía alimentaria. El objetivo de esta ley es promover el desarrollo rural inclusivo y ambientalmente sostenible, con una asignación de recursos económicos específica.

En este sentido, la Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT) pasará a ocupar un rol protagónico, pues en el Reglamento de la Ley se establece la creación de la Asociación de Interés Público, impulsada por la SENACYT y enfocada en el sector agropecuario de Panamá, a fin de promover, entre otras cosas, la innovación tecnológica para la transformación del sector. Se espera que, por medio de esta iniciativa, mejore la coordinación y el aprovechamiento de los recursos para afrontar los nuevos desafíos.

Proceso de conformación de la Asociación de Interés Público para el sector agropecuario

La Asociación de Interés Público, que podrá funcionar como una agencia de innovación para el sector agropecuario, tendrá un directorio conformado por representantes de los sectores público y privado, a fin de mejorar el diálogo entre las partes y operar en función de las necesidades del sector y en consonancia con los objetivos públicos. Para

la conformación del directorio, en 2023 se organizó un taller dirigido a representantes del ecosistema agropecuario, compuesto por cámaras empresariales, exportadores, universidades, empresas proveedoras de insumos, inversores, etc. En este espacio los participantes abordaron el diseño de la futura agencia de innovación, las actividades por llevar a cabo y los principales lineamientos para alcanzar los objetivos propuestos.

En términos generales, se identificaron necesidades como: una infraestructura adecuada para afrontar los cambios tecnológicos requeridos por Panamá (p. ej., en materia digital), el establecimiento de un organismo de certificación, el desarrollo de proyectos de I+D sostenibles y amigables con el ambiente (p. ej., a través de herramientas digitales), la actualización de los planes de estudio para el desarrollo y la incorporación de nuevas tecnologías en el sector agropecuario, la adecuación de múltiples normativas y la promoción de cambios institucionales para destinar más espacios a la cooperación público-privada.

De acuerdo con lo anterior, la creación de la Asociación de Interés Público permitirá centralizar la toma de decisiones para facilitar la introducción de aquellos cambios requeridos para promover el desarrollo tecnológico del sector agropecuario de Panamá. Aunque esta asociación abordará múltiples temas que inciden en la competitividad del sector, se prevé que la transformación digital ocupará un espacio preponderante en todas las acciones por emprender.

Tareas que la Asociación de Interés Público podrá llevar a cabo

Entre las diversas acciones por efectuar para fomentar el ecosistema Agtech en Panamá, se destacan la articulación con incentivos de los programas ofrecidos por incubadoras y aceleradoras de emprendimientos, así como su promoción entre las instituciones de este tipo que ya estén operando en otros países. Estos espacios de formación para emprendedores permitirán desarrollar capacidades empresariales y facilitar la puesta en marcha de nuevas empresas de base tecnológica para atender las demandas que enfrenta el país. Idealmente, las

empresas que forman parte de estos programas y que estén desarrollando soluciones para el sector agropecuario deben contar con el apoyo de expertos del sector.

Finalmente, la Asociación de Interés Público busca promover el capital emprendedor para facilitar el acceso a recursos financieros a emprendedores que tengan previsto el desarrollo de proyectos empresariales de base tecnológica. Si bien en Panamá la oferta de capitales está bien desarrollada con respecto a otros países de la región, parte de estos flujos de inversión se debe destinar a emprendedores, en particular, a quienes estén constituyendo empresas para solucionar los desafíos que enfrenta el sector agropecuario. En este sentido, una alternativa en evaluación es el establecimiento de un fondo de garantía, que permita reducir el riesgo asociado a la inversión en empresas de base tecnológica de reciente creación.

4.2.b Universidad Zamorano (Honduras)



Promoción de un desarrollo tecnológico de vanguardia en la región

La Escuela Agrícola Panamericana, conocida como Universidad Zamorano, es una institución internacional de estudios superiores especializada en agricultura, fundada en 1942 en el departamento de Francisco Morazán, Tegucigalpa, Honduras. Se trata de una de las instituciones educativas más prestigiosas de la región centroamericana, la cual recibe cada año a estudiantes de varios países de América Latina.

Con más de 1200 alumnos, la Universidad Zamorano es referente en la región centroamericana no solo por la formación que ofrece en las diversas áreas de las ciencias agronómicas, sino también por los proyectos de investigación aplicados que se llevan a cabo año con año. En ella se imparten cuatro carreras de grado: ingeniería en Agronomía, ingeniería en Agroindustria Alimentaria, ingeniería en Ambiente y Desarrollo e ingeniería en Agronegocios, así como cuatro carreras de posgrado: maestría ejecutiva en Agronegocios, maestría en Agronegocios, maestría en Caficultura y Negocios y maestría en Nutrición para el Desarrollo.

Impulso a la innovación y transformación digital de la agricultura

En la Universidad Zamorano se promueve la transformación digital del sector agropecuario, principalmente mediante el empleo de diversas herramientas digitales en la formación de sus estudiantes de grado y maestría, así como en diversos proyectos de investigación. Los alumnos utilizan diversos tipos de software y aplicaciones digitales que contribuyen a la gestión productiva y la toma de decisiones agrícolas, p. ej., en lo que respecta a la fertilización. Asimismo, se usan drones en tareas como el monitoreo o la aplicación de insumos, a fin de introducir a

los estudiantes en el empleo de estas nuevas herramientas de base digital.

Con respecto a los espacios de investigación, algunos docentes lideran diversos proyectos académicos o de asistencia técnica, en los que los alumnos pueden participar activamente, para lo cual la Universidad dispone de campos experimentales y laboratorios.

En los proyectos de investigación los investigadores de la Universidad y los estudiantes pueden contribuir al desarrollo de nuevas tecnologías o al testeo de tecnologías desarrolladas por terceros. A modo de ejemplo, durante el período 2022-2023, dentro de un proyecto financiado por el Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria, se probó un sensor para medir la humedad del suelo, el cual genera información para efectuar prescripciones de riego. Con la participación de productores agrícolas, en este proyecto también se analizaron elementos relevantes para la adopción de esta tecnología en la región.

Barreras a la difusión del uso de herramientas digitales en el sector agrícola

Si bien desde hace algunos años la implementación de herramientas digitales se practica en la formación de los estudiantes, esta situación no es necesariamente extrapolable a todas las universidades de la región que brindan educación de grado y posgrado en agronomía. Debido a esta situación, no todos los graduados en ciencias agronómicas poseen las competencias necesarias para aprovechar todo el potencial que ofrecen las tecnologías digitales. Asimismo, en los programas de extensión rural y de capacitación dirigidos a productores rurales existe una oferta acotada de cursos orientados a promover el uso de herramientas digitales.

En la región la falta de infraestructura digital y el acceso limitado a internet y otras redes de telecomunicaciones obstaculizan la difusión de las tecnologías digitales. Por consiguiente, a fin de acelerar el proceso de transformación digital, se deben crear actividades de formación para los

profesionales y técnicos que brindan asistencia en los procesos de producción, así como para los pequeños productores rurales.

Perspectivas sobre el impulso de la innovación digital

La Universidad Zamorano está desarrollando un programa de incubación de empresas para promover el desarrollo de nuevos emprendimientos, que podrían surgir a partir de iniciativas de grupos de estudiantes o de docentes e investigadores de la institución. Por medio de estas iniciativas sería más factible que algunas tesis de grado o posgrado o ciertos proyectos de investigación se conviertan en empresas de base tecnológica, con el fin de atender las necesidades de distintos actores del sector agrícola o ganadero local o regional.

Además, firmó un acuerdo de cooperación con la aceleradora The Yield Lab, a partir del cual podrá acceder a información pertinente del mercado para llevar a cabo actividades de desarrollo de capacidades empresariales.

Otro paso muy importante que la institución está dando para promover la creación de empresas de base tecnológica a través de diversas actividades académicas y científicas es la adecuación de la normativa interna en torno a la propiedad intelectual, ya que la normativa vigente es muy restrictiva y poco alentadora para que los estudiantes, investigadores y docentes avancen, p. ej., en proyectos patentables. Con estos cambios los desarrolladores de nuevas tecnologías que operen desde la institución podrán ser también propietarios de sus logros en materia de innovación.

En Centroamérica el ecosistema Agtech aún está en desarrollo. El hecho de que en el ámbito local el ecosistema de innovación esté poco desarrollado limita enormemente las posibilidades de lograr avances tecnológicos propios. Más allá de los beneficios económicos asociados al desarrollo local de tecnologías, el representante de la Universidad señala que las tecnologías importadas no siempre se ajustan a las necesidades de los productores de la región, motivo por el cual existe un

rezago en los niveles de adopción de nuevas tecnologías, como las herramientas digitales.

4.3. Instituciones de extensión agrícola

4.3.a CR-CAFÉ (Costa Rica)



La plataforma del Instituto del Café (ICAFÉ) de Costa Rica

Objetivos y funciones

El ICAFÉ es una entidad pública cuyo objetivo es promover la actividad cafetera nacional. Se creó por ley en 1933 para regular las relaciones entre los actores de la cadena de valor del café. Lleva a cabo múltiples actividades en favor del desarrollo de este sector, no solo en cuanto a las tareas en el campo, sino también al proceso de beneficio, exportación y comercialización de este cultivo.

CR-CAFÉ, una plataforma digital¹² disponible como aplicación web y para teléfonos, brinda apoyo directo al sector cafetero de Costa Rica. Esta herramienta surgió en 2017 con el financiamiento del Banco Centroamericano de Integración Económica y la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), entre otras organizaciones multilaterales. Su desarrollo supuso una inversión cercana a los USD 500 000.

En términos generales, CR-CAFÉ cuenta con distintos módulos para ofrecer respaldo a productores, beneficiadores¹³, asistentes técnicos y agentes especiales (en este caso, denominado fuentes de consulta) en materia de georreferenciación, localización de fincas y diagnósticos. Entre los diversos servicios específicos a los que se puede acceder mediante esta herramienta digital se destaca la asistencia técnica de técnicos especializados en diagnóstico de enfermedades, dosificación de insumos, consultas de suelos y gestión del riego con base en el pronóstico del clima. En la actualidad se encuentra en desarrollo una versión que

¹² Disponible en <https://crcafe.icafe.go.cr/>.

¹³ Se denomina “beneficiadores” a aquellas empresas que realizan tareas de acopio, transporte, procesamiento industrial y comercialización del grano de café. Se trata del eslabón ubicado entre el productor rural y el comercio minorista y mayorista de café.

emplea inteligencia artificial (por medio de ChatGPT) para ofrecer asistencia técnica de forma inmediata a los productores.

Por otro lado, a los actores centrados en el procesamiento industrial del café y su comercialización (beneficiadores), la plataforma presta servicios de medición de la huella de carbono y análisis del ciclo de vida. Asimismo, les permite llevar un registro y emitir certificaciones de la sostenibilidad ambiental del café que compran y venden. La medición de la huella ambiental reviste gran relevancia, principalmente para la exportación de café a las plazas comerciales más exigentes del mundo, como la Unión Europea, Estados Unidos, Canadá y Japón, cuya preocupación por estos temas ambientales crece año con año.

Origen y principales avances de la plataforma digital

La creación de esta plataforma tuvo lugar en el marco de las diversas actividades del ICAFÉ, definidas por la Ley 2762. Con base en este marco normativo, este instituto regula la relación entre los productores de café y los segmentos industriales y exportadores de la cadena y promueve el acceso de los productores cafeteros nacionales a nuevas tecnologías. Cabe destacar que, de los 27 000 productores, 85 % son de pequeña escala (con explotaciones de menos de 4 ha).

Desde sus primeros avances, logrados a través del programa Coffee Cloud de la USAID, en el cual participan diversos países centroamericanos con fuerte presencia en la producción de café, CR-CAFÉ ya alcanzó su sexta versión.

Alcances de la plataforma y principales desafíos para su difusión

En la actualidad la plataforma es utilizada por cerca de 7000 productores, lo que representa aproximadamente el 25 % de este universo. Cada año se organizan talleres para impulsar el uso de la plataforma, experiencia que ha dado muy buenos resultados con

respecto a la tasa de difusión de la herramienta. Asimismo, hasta 2023, CR-CAFÉ contaba con 27 técnicos para brindar apoyo a los productores; no obstante, dado el gran crecimiento en el número de consultas que diariamente se reciben, la institución procura ampliar significativamente el número de sus extensionistas.

Uno de los mayores desafíos para acelerar la difusión de esta plataforma entre los diversos actores de la cadena del café en Costa Rica se asocia a los bajos niveles de uso de herramientas digitales para la toma de decisiones. Si bien la cobertura de internet a lo largo y ancho del país es muy amplia y el uso de teléfonos inteligentes está muy difundido, la adopción de aplicaciones móviles u otros tipos de software en el sector agropecuario constituye un asunto pendiente.

Con el objetivo de acercar la plataforma de CR-CAFÉ a aplicaciones que los productores ya utilizan de forma cotidiana en sus ámbitos privados, la última versión desarrollada se apoya en la aplicación móvil WhatsApp, mediante la cual los productores reciben, p. ej., alertas ante fenómenos climatológicos puntuales, así como ciertas recomendaciones.

Perspectivas en torno a CR-CAFÉ

De cara al futuro, se espera que un mayor número de productores y los demás actores de la cadena de valor adopten la plataforma CR-CAFÉ, ya que esta puede contribuir a abordar los desafíos ambientales, a fin de que Costa Rica se consolide como un país sostenible. Para ello, se procura sensibilizar a los actores de la cadena, generar un mayor interés en el uso de herramientas digitales y modernizar la plataforma. Asimismo, se cree que la experiencia local puede servir de referencia para que otros países o cadenas desarrollen plataformas similares para atender las necesidades de sus actores.

4.4. Articuladores y facilitadores

4.4.a CAPCA (Guatemala)



Ampliación de la oferta de capital a través de conexiones entre inversionistas, empresas y distintos actores del ecosistema

Propuesta de valor

CAPCA es una asociación civil fundada en Guatemala en 2019. Actualmente, luego de un proceso de expansión a toda la región, está integrada por agentes del ecosistema de innovación de Costa Rica, Panamá, El Salvador y República Dominicana. Aunque en su mayoría se trata de fondos de inversión, también cuenta con socios dedicados a áreas de servicio para los fondos, como estudios de abogados y de asesoría.

El fin principal de la entidad es ampliar la oferta de capital para los emprendedores de la región, a fin de generar conexiones entre inversionistas, empresas y los distintos actores del ecosistema. Entre las principales actividades dirigidas a aumentar las oportunidades de los miembros se destaca el establecimiento de vínculos no solo con startups o emprendedores, sino también con otras asociaciones de América Latina, para contactar a otros inversionistas que pueden aportar capital a los fondos.

Otro pilar de la asociación es la sistematización de la información sobre las posibilidades de inversión, mediante el mapeo de startups y las inversiones realizadas por los fondos. Estos datos se presentan a los miembros en distintos eventos y por medio de reportes públicos.

Además, CAPCA celebra actividades de capacitación, con el objetivo de hallar nuevos inversionistas en la región, para lo cual trabaja en programas con distintas fintechs y organizaciones de Centroamérica.

Tabla 2. Mecanismos de inversión para emprendimientos.

	Tipo de emprendimiento	Mecanismos de financiamiento	Actores relevantes	Situación en Guatemala y la región
Emprendimiento por necesidad	Emprendimiento de subsistencia	Familia, amigos y otros	Organizaciones no gubernamentales (ONG) y gobiernos locales	Levemente desarrollado
	Emprendimiento tradicional por necesidad	Servicios financieros éticos y financiamiento basado en ingresos (RBF)	Cooperativas, asociaciones, ONG y Gobierno central	Levemente desarrollado
Emprendimiento por oportunidad	Emprendimiento tradicional por oportunidad	Deuda tradicional y RBF	Bancos y entidades financieras	Relativamente desarrollado
	Emprendimientos dinámicos	RBF, deuda tradicional, acciones	Bancos, financieras especializadas y aceleradoras	Incipiente
	Emprendimientos de alto impacto (empresas emergentes)	Notas convertibles/ acuerdo simple de capital futuro y acciones	Entidades financieras especializadas y aceleradoras	Incipiente

Fuente: Elaborado con base en información provista por CAPCA, julio de 2023.

Desafíos y oportunidades del ecosistema de innovación

CAPCA reconoce que el principal desafío dentro del ecosistema de innovación es reducir la brecha de Centroamérica con respecto a otros países de América Latina, como Chile, Colombia y México, que son líderes en materia de emprendimiento y en el desarrollo de fondos de inversión como fuente de financiamiento. En este sentido, la formación y preparación de los emprendedores resulta vital para entender las alternativas del mercado y estar preparados para recibir inversiones. En este último aspecto el desafío radica en mejorar la conexión con las incubadoras y aceleradoras, dado que la mayoría de los emprendedores

requiere un alto grado de preparación en cuanto a estructura, gobernanza y finanzas.

El marco regulatorio y las políticas de promoción definidos por los Estados constituyen también un ámbito de mejora. Por un lado, se debe determinar cómo agilizar las demandas de las regulaciones que surgen con los nuevos avances, para que el emprendedor no pierda el impulso. Por otra parte, las políticas de promoción de las pymes deben tener una orientación más fuerte hacia empresas de base tecnológica. La idea es que, en el futuro, incluso agentes del sector público puedan asociarse a CAPCA.

Los miembros de CAPCA buscan sobre todo emprendimientos de tecnología, con capacidad de ampliación para facilitar la salida del capital. En este sentido, se han podido identificar buenas soluciones en distintas verticales, como agtech, fintech, facilitación del comercio, etc., lo que demuestra el potencial de Centroamérica como región; sin embargo, aún persiste cierta concentración de la oferta en los emprendimientos fintech, por lo que es necesario fortalecer las otras áreas.

4.5. Incubadoras y aceleradoras

4.5.a Pomona Impact (Guatemala)



Desarrollo de capacidades y asistencia financiera para impulsar el ecosistema Agtech

Origen de la iniciativa

Pomona Impact es un fondo de inversión y aceleradora constituido con el objetivo de mejorar el acceso al financiamiento de proyectos de Centroamérica, México, Colombia y Ecuador. La empresa se estableció en 2014, cuando el fundador decide instalarse en Guatemala y lanzar el primer fondo piloto (Pomona Impact Fund I), con un capital de USD 2 millones. Su objetivo central era validar la tesis de inversión y evaluar el funcionamiento de las distintas herramientas. Desde entonces ha llevado a cabo 22 inversiones en 19 empresas con distintos tipos de instrumentos financieros (capital social o equity, deudas subordinadas, revenue-based financing, préstamos, etc.), abarcando diversas industrias.

En 2021, Pomona Impact lanza su segundo fondo (Pomona Impact Fund II), con una duración de 10 años y un capital de USD 33 millones. En esta etapa las inversiones se enfocaron en Centroamérica, México, Colombia y Ecuador, con el mandato de asignar el 80 % del capital en la región centroamericana. Las industrias en donde Pomona Impact invierte son principalmente proyectos de servicios básicos (energías renovables, acceso a agua potable y acceso a vivienda asequible), servicios educativos, y economía digital, así como empresas agroindustriales, que constituyen un sector estratégico, ya que representan el 30 % de las fuentes de trabajo en el istmo.

La segunda iniciativa de la empresa, con eje en la incubación y aceleración de proyectos, se inició en 2016 con la constitución de la Pomona Impact Foundation. Su objetivo es trabajar en el desarrollo de capacidades de los emprendedores que buscan acceso a financiamiento y necesitan prepararse para la participación de inversores y acceder a

capital para ampliar sus operaciones. De este modo, Pomona Impact contribuye a que pequeñas empresas puedan escalar sus operaciones y generar gran impacto. La primera edición del programa, Pomona AgTech, financiada por la Fundación Argidius, tuvo una duración de tres años y contó con la participación de 72 empresas de toda la región centroamericana.

Una de las fortalezas de Pomona Impact es el complemento de las distintas etapas de asistencia. Además de preparar a las empresas para recibir capital, revisar el modelo de negocio y ayudar a entender las necesidades de financiamiento y las oportunidades de la región, con la ayuda de expertos la empresa brinda asistencia técnica en temas específicos. Estas capacidades, que pueden incluir aspectos de innovación tecnológica, agronomía, etc., se atienden a través de especialistas de la red de contactos y aliados, establecida mediante alianzas con distintas universidades de la región (p. ej., con la Universidad del Valle en Guatemala y la Universidad Zamorano en Honduras), así como por medio de una red de más de 200 mentores. Con frecuencia estas instancias permiten ajustar la identificación de las necesidades de los emprendedores para evitar inversiones erróneas.

Los programas de incubación y aceleración de Pomona Impact Foundation tienen una duración que van desde los 3 a los 9 meses, y se trabaja con grupos de 10 a 12 empresas simultáneamente en un formato híbrido de acompañamiento, es decir, presencial y virtual. Todos los meses las empresas se reúnen de forma presencial (dependiendo del programa suele ser en Guatemala y en Costa Rica) para trabajar en la metodología de aprendizaje, fomentar el aprendizaje cruzado y participar en eventos de networking, a lo que se suman sesiones semanales de seguimiento de forma virtual con el equipo de Pomona Impact y/o los mentores asignados. Teniendo en cuenta que el objetivo final es preparar a las empresas para recibir inversión, se busca que los participantes ya dispongan de un modelo de negocio con cierta validación comercial (p. ej., con ventas superiores a los USD 100 000 al año).

Más allá de los emprendimientos de base digital, los programas abarcan iniciativas para la aplicación de nuevas tecnologías, innovaciones o cambios. Un ejemplo de ello es el caso de una cooperativa de productores de nuez de macadamia, con certificación orgánica reconocida en el mercado europeo, y la posibilidad de procesar localmente su

producción para exportar la nuez sin cáscara (producto de mayor valor agregado). El trabajo consistió en proveerle asistencia durante un año y medio y, finalmente, ponerlo en contacto con un fondo de Estados Unidos para conseguir financiamiento para la inversión de la planta productiva.

Otro caso es el de una empresa productora de hummus, cuya materia prima, el garbanzo, es un cultivo muy atractivo en términos productivos para el corredor seco centroamericano. Este emprendedor desarrolló la cadena de pequeños productores locales para comprarles toda la producción, a fin de reducir las importaciones de la materia prima de México, y realizar el procesamiento local. En este caso, el objetivo fue mejorar las oportunidades de un sector muy desfavorecido en una zona vulnerable.

Otras iniciativas que trabajan con Pomona Impact para incorporar tecnología en el sector agropecuario se concentran en la agricultura de precisión, teniendo en cuenta que siguen existiendo labores muy manuales. En otras áreas de la agricultura digital, como el desarrollo de aplicaciones para aumentar la eficiencia en los procesos o la adaptación de aplicaciones de agricultura inteligente (o smart farming) en el ámbito local, aún se carece de una demanda tan dinámica. Un caso relevante en esta área es el de AgtechApps, emprendimiento guatemalteco de digitalización de registros de campo (analizado anteriormente).

En Costa Rica desde hace 4 años se destaca el programa de Pomona GreenTech, que está alineado a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) relativos a la descarbonización de la economía. La iniciativa, cuyo fin es brindar apoyo a empresas locales para desarrollar tecnologías verdes, se destaca por sus proyectos sobre el uso de biomateriales, enfocados en el aprovechamiento de los desechos de los cultivos de piña, caña y café, entre otros, la fabricación de fertilizantes orgánicos, etc.

Limitantes y desafíos del ecosistema

En general, la oferta de servicios de digitalización sigue siendo una tarea pendiente para la región, no solo en el sector agropecuario, sino también

en áreas como los servicios financieros. Una limitante para los nuevos emprendimientos es el modelo elegido por las empresas de mayor escala, de desarrollo de sus propias innovaciones, sin abrir las puertas a la tercerización de los servicios brindados por startups p. ej., es habitual el desarrollo intraempresa de hardware para tecnologías de sensores y de eficiencia de riego.

En la organización se cree que existen barreras adicionales a un desarrollo más acelerado de las iniciativas de agricultura digital. Una de ellas guarda relación con la infraestructura, especialmente en lo concerniente a la falta de conectividad en las zonas rurales. Si bien en los últimos años este problema ha sido resuelto en parte, con respecto a otras regiones de América se produjo un rezago que aún persiste. Esto sucedió en proyectos en los que se buscaba incorporar tecnología de sensores para el monitoreo del clima y que carecían de capacidades de transmisión de datos, por lo que la única alternativa viable fue la conectividad por satélite, lo que supuso mayores costos.

Otra limitante para alcanzar un mayor desarrollo está asociada al origen de la tecnología, que suele provenir de otros países y, por tanto, suponer un costo que condiciona la adopción. El acceso a la educación superior, sobre todo a determinadas ingenierías, también genera restricciones de capital humano.

En la actualidad los emprendimientos apoyados por Pomona Impact se concentran a grandes rasgos en Guatemala y Costa Rica (40 % en cada país). El resto de los países de Centroamérica suma el 20 % restante, tanto en la cartera global como en el sector agropecuario.

Guatemala se caracteriza por presentar una alta tasa de emprendimientos, que lo transforman en un actor regional muy relevante, teniendo en cuenta el tamaño del mercado y el número de habitantes; no obstante, sus desafíos principales se asocian a la expansión de proyectos en áreas que no están vinculadas con el comercio, a la capacidad de ampliación de los emprendimientos y a su formalización.

Por otro lado, Costa Rica cuenta con un mercado de menor tamaño, pero con un mayor nivel de desarrollo y una cantidad superior de emprendimientos asociados a nuevas tecnologías, como equipamiento

médico. Si bien la tasa de emprendimientos es menor, se destaca el grado de innovación tecnológica.

De acuerdo con lo anterior, una mayor cantidad de actores está trabajando en programas de incubación y aceleración, entre otras razones, por la demanda de generación de empleo de calidad ante el desafío que implica la migración. El capital invertido en la región proviene en su mayoría de otros países, teniendo en cuenta que es difícil captar fondos de empresas locales; sin embargo, estas empresas se involucran a través de proyectos de desarrollo de su cadena de valor o el respaldo a programas de incubación y aceleración.

Otro desafío para los fondos de inversión es el alto riesgo, sobre todo para las inversiones en patrimonio. Considerando el tamaño reducido del mercado, que impide la salida en períodos cortos, para diluir el riesgo es necesario desarrollar otras innovaciones en términos de inversión, como fondos de coinversiones.

4.5.b Activa-CATIE (Costa Rica)



Articulación del desarrollo científico-tecnológico con el desarrollo rural en la región

El CATIE es una institución internacional de larga tradición en América Latina, aunque con mayor énfasis en la región centroamericana, la cual cuenta con una sede principal en Costa Rica y oficinas técnicas nacionales en Honduras, Guatemala, Panamá, El Salvador y República Dominicana. Es reconocido por su excelencia en la investigación científica, educación de posgrado y apoyo técnico en múltiples temas ligados al sector agropecuario y a la gestión de los recursos naturales.

Activa-CATIE, una iniciativa que surgió dentro de este centro, tiene el objetivo de respaldar a los emprendedores y la innovación tecnológica orientada a promover el desarrollo rural en la región de ALC, con particular énfasis en la inclusión social, la sostenibilidad y la conservación de la biodiversidad. Desde su creación en 2020, ha apoyado hasta el momento a 110 emprendimientos, que transitaron diversos estadios de desarrollo empresarial, con una inversión de más de USD 1.4 millones desde el inicio de sus operaciones.

Origen y alcance de Activa-CATIE

Activa-CATIE surgió a partir de un proyecto orientado al sector forestal y con financiamiento de la Iniciativa Climática Internacional del Gobierno federal de Alemania, con el objetivo específico de desarrollar una plataforma digital orientada a canalizar inversiones del sector privado con propietarios de bosques secundarios. En otras palabras, la plataforma permitiría la protección de estos bosques y de todos sus servicios ecosistémicos mediante financiamiento privado.

El proyecto se extendió y se convirtió en un programa estructurado de promoción del emprendedurismo de base tecnológica en la región, el cual acepta emprendimientos en diversos estadios, para lo cual es un requisito estar desarrollando una tecnología innovadora para el sector. En el marco de este proyecto se llevaron a cabo, p. ej., emprendimientos de drones y plataformas digitales para el monitoreo de cultivos, la dosificación variable de insumos, la medición de emisiones y del secuestro de carbono y la gestión de explotaciones agrícolas y ganaderas¹⁴.

Programas de apoyo a emprendedores

Por medio del programa de incubación, Activa-CATIE brinda capital semilla derivado de los recursos provistos por el Estado de Costa Rica, bajo la figura de aportes no reembolsables (la institución está acreditada por el Sistema de Banca para el Desarrollo a fin de seleccionar emprendimientos que puedan recibir estos fondos). Una vez seleccionados los proyectos, participan en un programa de incubación de entre 6 y 9 meses, en el que los emprendedores toman parte en reuniones semanales con mentores calificados, quienes les brindan recomendaciones para que las empresas puedan mejorar su propuesta de valor, hallar nuevos clientes, contactarse con inversores potenciales, etc. En el programa también se ofrecen talleres grupales en áreas de negocio relevantes para el desarrollo de los emprendimientos en materia de finanzas, recursos humanos, discurso promocional (o pitch) de la propuesta de valor, etc. La participación en este programa tiene un costo para las empresas, a fin de garantizar la sostenibilidad de este.

En paralelo, los emprendimientos seleccionados en etapa de prototipo reciben apoyo técnico y acceso a laboratorios para avanzar en la innovación de un producto. Para aquellas empresas cuyo estado de desarrollo está relativamente más avanzado (ya están constituidas jurídicamente, realizan algunas ventas, etc.), se ofrece un módulo de “puesta en marcha”, con la asistencia de especialistas en negocios para

¹⁴ Dentro del portafolio de empresas que han recibido respaldo, se destacan firmas que desarrollan bioinsumos, biomateriales y otros productos derivados de la aplicación de herramientas de la biotecnología.

respaldar el diseño de estrategias dirigidas a que las firmas incrementen sustantivamente sus ventas. Por último, al finalizar el programa de emprendimiento, Activa-CATIE organiza rondas de negocios para facilitar el contacto de los emprendedores con otros actores relevantes del ecosistema de innovación local, p. ej., fondos de inversión, posibles clientes, otras startups, etc.

En alianza con el Banco Nacional de Costa Rica, Activa-CATIE participa en un programa de aceleración, derivado del apoyo en la selección de emprendimientos con potencial para brindar soluciones a los desafíos de descarbonización y sostenibilidad ambiental. Los emprendimientos seleccionados toman parte en un programa de aceleración liderado por dicha entidad bancaria, en el que Activa-CATIE también brinda asistencia técnica para que estos proyectos puedan mejorar sus estrategias de crecimiento. Asimismo, todos los emprendimientos seleccionados reciben aportes reembolsables, que pueden alcanzar los USD 1 000 000.

Asimismo, el CATIE, junto con uno de los mentores de ACTIVA, participa en proyectos para el desarrollo de empresas de base tecnológica con aplicaciones para el sector agropecuario y forestal en otras regiones de Centroamérica. En la actualidad, uno de los programas relevantes está en marcha en el trifinio entre Guatemala, Honduras y El Salvador. Se trata de un proyecto financiado por la Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional, a través del cual se pretende generar capacidades de incubación para que emprendedores locales desarrollen nuevas soluciones tecnológicas.

Además, a partir de su vinculación con el Instituto Nacional de Bosques de Guatemala, ACTIVA brindó apoyo en el diseño de planes de negocio dentro de un proyecto de preincubación, focalizado en el desarrollo de soluciones tecnológicas para el sector forestal y financiado por el BID. Teniendo en cuenta los logros de Activa-CATIE en Costa Rica, se espera que esta iniciativa alcance más resultados significativos en el futuro.

Activa-CATIE de cara al futuro

Se pretende ampliar la participación regional de Activa-CATIE como entidad de incubación de emprendimientos para el sector agropecuario y forestal, así promocionar el desarrollo de empresas de base tecnológica dentro de la propia institución. Esto podría facilitar la transformación de tesis de posgrado en emprendimientos que brinden soluciones concretas a los desafíos productivos y ambientales que enfrenta la región centroamericana.

Desafíos para el crecimiento del ecosistema en la región

Centroamérica tiene grandes desafíos con respecto a incrementar la oferta de soluciones tecnológicas para el sector y a difundirlas entre los diversos actores de las cadenas de valor. En este sentido, a excepción de Costa Rica, que cuenta con un módulo especial para empresas emergentes mediante su banca para el desarrollo, uno de los grandes obstáculos es la falta de financiamiento.

Asimismo, para mejorar los resultados de la asignación de fondos en apoyo a emprendedores, se deben ampliar las iniciativas de incubación y aceleración en la región, a fin de que, en etapas críticas de su desarrollo, los proyectos sean respaldados por especialistas. Por medio de estos espacios de formación, los emprendedores pueden mejorar su plan de negocios y vincularse con potenciales clientes y fondos de inversión para recibir inversiones grandes que aceleren su ritmo de crecimiento.

Un desafío adicional se relaciona con la creación de emprendimientos dentro de segmentos poblacionales rurales típicamente excluidos. Se requiere un mayor número de avances tecnológicos que faciliten la inclusión de estos grupos poblacionales, a fin de obtener financiamiento para productores de la agricultura familiar, etc.

Por último, se debe difundir el uso de herramientas digitales en las diversas etapas productivas de los sectores agropecuario y forestal. En ciertas zonas rurales de Centroamérica la falta de conectividad a internet limita el desarrollo de capacidades para que los habitantes de estas

regiones incorporen este tipo de soluciones a sus procesos de producción.

4.6. Financiamiento

4.6.a Innogen Capital (El Salvador)



Capital para proyectos basados en la innovación

Origen del fondo

Innogen Capital es un fondo de inversión salvadoreño, que inició sus operaciones en 2018 como un proyecto del grupo empresarial Agrisal. Sus líderes, la quinta generación de un grupo familiar, tienen como objetivo contribuir al desarrollo económico de Centroamérica a través de la provisión de capital a proyectos basados en la innovación, en particular a los emprendimientos del vertical Agtech. Además, la empresa participa en iniciativas de incubación y aceleración para fortalecer el ecosistema emprendedor.

La empresa tuvo su primera experiencia con un fondo de capital acotado, con el objetivo de invertir en compañías de América Latina que no fueran intensivas en capital. De este primer caso se derivó una inversión en 8 empresas y en un fondo de capital en países entre los que se incluyen México y Brasil.

El segundo fondo se constituye ya como un fondo institucional con inversionistas fuera de la familia, enfocado en un espectro más amplio que abarca los verticales fintech, agtech, logistics, retail, comercio electrónico y salud. Si bien algunos sectores como los del hardware, la robótica y la biotecnología se encontraban excluidos, el resultado terminó siendo bastante abierto, enfocado principalmente en iniciativas empresa a empresa (B2B) y empresa a consumidor (B2C). Al cierre de 2023, el fondo se encontraba en proceso de finalización.

Finalmente, luego de las dos primeras experiencias, la empresa está buscando capital para el Delta Fund I, tercer fondo de Innogen Capital, enfocado en Centroamérica. El objetivo es alcanzar USD 10 millones para operar sobre todo en Guatemala, El Salvador y Honduras, con la

participación de instituciones como la Corporación Financiera de Desarrollo Internacional de los Estados Unidos y el BID.

A diferencia de los 2 primeros fondos, esta versión tiene como meta específica invertir en el vertical Agtech. Innogen Capital evalúa oportunidades de inversión en compañías que intentan resolver problemas de eficiencia en los procesos productivos del sector, así como en soluciones que no necesariamente son agtech, como las del vertical fintech, que pueden resultar útiles a las compañías, mediante la integración de soluciones.

Estrategia de crecimiento

Para sumar capital y obtener el compromiso de los inversionistas, la empresa se está enfocando fundamentalmente en compañías dirigidas por nuevas generaciones, que son más conscientes sobre la necesidad de innovar. En el caso de empresas más tradicionales, el interés se orienta sobre todo hacia la diversificación de las inversiones en otros rubros o países, por lo que existe menos interés en aportar capital.

Esta estrategia se complementa con la búsqueda de los líderes (paladines de la industria o industry champions) de cada sector, para que formen parte del fondo. En el caso del vertical Agtech, el líder es una empresa azucarera, que contará con derecho a voz y voto en el Comité de Inversión, cuando se trate de compañías del rubro, lo que constituye una estrategia de corporate venture.

Una vez definidas las necesidades, el fondo puede considerar los casos de compañías relevadas que pueden ser de interés, ya sea para una adquisición o incluso para el establecimiento de una relación comercial. Esto permite a la empresa expandir la solución para acelerar el crecimiento, con la ventaja de tercerizar el proceso de detección de oportunidades en el fondo. Innogen Capital considera que en el rubro Agtech aún no se encuentran soluciones tan vanguardistas como por ejemplo en fintech; no obstante, están surgiendo compañías con

iniciativas, por ejemplo, en temas de software as a service para aumentar la eficiencia en los procesos.

Limitantes del ecosistema

Desde la perspectiva de Innogen Capital, existe un rezago en el desarrollo de las Agtech en la región, debido al retraso en la adopción de tecnologías en general, percibido tanto en agricultores familiares como en productores de mayor escala. Otro componente que afecta la innovación es el hecho de que la agricultura no es la fuente principal de negocios de algunas empresas, que obtienen más renta en otros rubros. Finalmente, la concentración de la superficie en grandes empresas reduce la posibilidad de acceder a los tomadores de decisiones, lo que obstaculiza los canales de innovación.

La falta de apoyo público también retrasa el desarrollo. Si bien en este sentido en los últimos años se ha percibido un mayor esfuerzo por parte de los Gobiernos centroamericanos, es necesario un cambio en las políticas públicas para facilitar, en términos de regulaciones, el libre movimiento de estas compañías en el ámbito regional, así como los incentivos fiscales para su desarrollo.

Acciones de impulso

Cabe destacar algunas iniciativas de instituciones en apoyo al ecosistema Agtech. En particular, el grupo Agrisal participa en los proyectos SNBX, como primer centro de innovación de El Salvador, e Innogen Capital participa en Delta Accelerator, junto con Impact Hub y un consorcio de empresas e instituciones.

Este último proyecto, un caso único en El Salvador, constituye un espacio colaborativo y de aceleración para los emprendimientos, con programas específicos para el sector agropecuario. Inició en 2024 con el objetivo de

incubar 8 compañías por grupo, con aportes de capital de organismos multilaterales y apoyo técnico en diferentes áreas de crecimiento.

Cabe destacar que en Delta Accelerator los emprendimientos por incubar pueden ser de origen local o regional, ya que el objetivo final es que la compañía opere en Centroamérica. La idea es lograr una complementariedad entre ambos tipos de empresas para elevar su estándar de calidad y transformarlas en catalizadores.

En este sentido, otra alternativa es el establecimiento de proyectos de colaboración entre actores locales y de otros países para aportar conocimiento, particularmente en el desarrollo técnico. Para las empresas del exterior resulta fundamental contar con un socio local, a fin de aumentar la eficiencia a partir de la consolidación de los mercados fragmentados de Centroamérica y el Caribe.

En Innogen Capital se espera que, como sucedió con otros sectores, el desarrollo de este ecosistema tenga un efecto escalonado (o “rolling effect”) en los grupos que comienzan a invertir, cuyos resultados provocan una reacción en otras empresas. Además, se considera que en el mediano plazo surjan oportunidades derivadas de la mezcla de verticales (agtech, fintech, climatetech, etc.), así como que las inversiones en línea con los ODS también funcionen como catalizadores.

En la empresa se reconoce que en algunos segmentos como el de la agricultura familiar, antes de implementar la digitalización, se deben resolver primero aspectos más estructurales, como el acceso a agua potable y la formalización financiera de las personas.

4.6.b The Yield Lab LATAM



Institución líder en América Latina en el impulso al desarrollo de firmas Agtech

The Yield Lab, fundada en 2014 en San Luis, Misuri, Estados Unidos, es una de las primeras firmas de capital emprendedor con un enfoque especializado en Agtech. Su misión es brindar respaldo a emprendedores, reunir a actores públicos y privados, proporcionar financiamiento y fomentar el desarrollo del ecosistema Agtech.

Su primer programa de aceleración se puso en marcha en 2015 en Estados Unidos y, debido al éxito obtenido, se internacionalizó. En 2016 comenzó a operar en Irlanda, con un enfoque en la Unión Europea y, en 2017, en Argentina, como un centro para ALC. En 2019 sus operaciones se expandieron a la región Asia-Pacífico.

En 2023 se empezó a explorar la posibilidad de profundizar las operaciones en Centroamérica, donde la agricultura y la ganadería revisten gran importancia y cuya producción forma parte de cadenas globales de valor. A pesar de que el ecosistema de innovación Agtech está en proceso de maduración, se cree que en esta región existe un gran potencial de crecimiento por medio de la incorporación de tecnologías desarrolladas en otras regiones y adaptadas a las condiciones locales, así como a través de innovaciones propias.

Dado el interés de la aceleradora en Centroamérica y México, se efectuó uno de los mapeos más exhaustivos de emprendimientos de base tecnológica para el sector agropecuario. Asimismo, se establecieron fuertes vínculos con instituciones como la Universidad Zamorano (con la que se firmó un acuerdo) y otros fondos de inversión locales que buscan promover estos emprendimientos en Centroamérica.

The Yield Lab es una red de fondos de capital de riesgo con diversas fuentes de financiamiento, la cual se enfoca exclusivamente en Agtech (incluyendo startups con desarrollos en biotecnología, FoodTech, etc.). En 2018 inició su primer programa de aceleración en América Latina, mediante la selección de tres emprendimientos de los 70 que se presentaron entre enero y febrero de ese año. Hasta la fecha han invertido en 23 empresas de origen latinoamericano y, aunque todavía no han invertido en emprendimientos de origen centroamericano, sí han acelerado algunas Agtechs que están iniciando operaciones en el istmo, entre ellas, SIOMA.

The Yield Lab LATAM elige emprendimientos en un estado de desarrollo relativamente avanzado, los cuales tienen productos validados en el mercado y generan ingresos. Incluso ha admitido emprendimientos que ya han recibido recursos por medio de rondas de inversión. Su propuesta de valor se centra en apoyar a los emprendedores en la planificación de su crecimiento, a través de su vinculación con mayores fondos de inversión. A lo largo de un año, durante cada cohorte, la aceleradora inyecta fondos en la empresa (en la actualidad, el ticket mínimo es de USD 200 000) y proporciona asistencia a los emprendedores mediante un grupo de mentores especializados en diversas áreas de la cadena agropecuaria. Con base en este proceso, se espera que las empresas mejoren su propuesta de valor, por medio de estrategias de crecimiento más atractivas para la captación de grandes inversiones.

A cada emprendimiento se le asigna un mentor, quien trabaja permanentemente con los emprendedores a través de reuniones individuales. Se trata de expertos en diferentes segmentos de la cadena de agronegocios o profesionales con experiencia en el desarrollo de emprendimientos Agtech. Las empresas participan en sesiones mensuales con el consejo para mostrar los avances y abordar temas como el financiamiento, previsiones financieras, el desarrollo del producto, el establecimiento del equipo y la visión, storytelling, entre otros.

Además, se invita a las empresas aceleradas a participar en eventos del sector en diversos países de la región, en los cuales pueden presentar sus propuestas, conocer otros emprendimientos y establecer conexiones con clientes potenciales y fondos de inversión. Después del año inicial de trabajo intensivo, la aceleradora mantiene la relación con las empresas,

mediante jornadas de trabajo más espaciadas y centradas en temas específicos.

Además de trabajar con startups, The Yield Lab LATAM dirige esfuerzos al diseño de un mapa de ciudades Agtech en América Latina para impulsar el crecimiento del ecosistema en toda la región, para lo cual identifica a los principales actores de cada ciudad y organiza jornadas específicas con la participación de la sociedad civil, el sector público, universidades, etc. A la fecha ha establecido vínculos en ciudades como Rosario (Argentina), Piracicaba (Brasil), Rancagua (Chile) y Guadalajara (México).

En lo que respecta a la región centroamericana, The Yield Lab LATAM apuesta a encontrar equipos talentosos con soluciones para la cadena de valor, teniendo en cuenta que el ecosistema aún debe madurar en lo que respecta al fomento de nuevas empresas y la promoción de soluciones digitales, para lo cual es necesario promover mayores sinergias entre los distintos actores. Por ejemplo, sería positivo si las grandes empresas del sector agropecuario que operan en la región se abren a buscar más soluciones tecnológicas a partir del trabajo con startups, algo que podría lograrse mediante programas de innovación abierta. Por otro lado, sería beneficioso que las instituciones de formación profesional impulsen aún más los emprendimientos, tal como lo hace la Universidad Zamorano.

En The Yield Lab LATAM se cree que en Centroamérica existen grandes oportunidades de desarrollo de soluciones digitales para diversas actividades agrícolas y ganaderas, como la producción de piña, aguacate, papaya y lácteos, la cadena de valor de la lechería y la cría de pollos, cerdos y vacas, etc. Asimismo, dada la masiva adopción de teléfonos inteligentes y el uso muy difundido de aplicaciones como WhatsApp, la poca penetración de herramientas digitales para el sector sugiere que el diseño de productos no ha sido del todo adecuado, por lo que se debe mejorar. Para que esto ocurra, se considera crucial un mayor involucramiento de los usuarios actuales o potenciales de estas herramientas digitales en el proceso de diseño y desarrollo, a fin de posibilitar una mayor proximidad entre los creadores de las soluciones y los usuarios.

4.7 Usuarios/clientes

4.7.a Grupo Agrex (Guatemala)



Innovación en la adopción de tecnologías digitales

El Grupo Agrex es una empresa agropecuaria familiar guatemalteca, que inició sus actividades en la década de los 80. En la actualidad en su finca, ubicada en el norte del país, se llevan a cabo actividades ganaderas (sistema de ciclo completo bajo pastoreo) y de producción de hule (*Hevea brasiliensis*) y de rambután (*Nephelium lappaceum*), para lo cual se brinda empleo a entre 150 y 300 personas, dependiendo de la época del año (su cantidad aumenta en la temporada de cosecha).

La empresa trabaja permanentemente para mejorar la eficiencia en su producción, sobre todo a partir de la incorporación de nuevas generaciones que emplean tecnologías de base digital. En 2021 comenzó la evaluación de soluciones que permitieran mejorar las operaciones de la finca. En particular, la administración buscaba alternativas para la gestión de las labores en el campo, que se registraban de manera manual en papel, con su transcripción y envío posteriores a las oficinas en Guatemala.

Con base en la evaluación de distintas herramientas, a mediados de 2021 la empresa comenzó a trabajar con AgtechApps, emprendimiento de desarrollo de software que ofrece distintas soluciones de digitalización. Luego de adaptar los formularios según los requerimientos y de efectuar un proceso de conversión, la empresa logró reemplazar el registro de las labores de campo en papel por un sistema completamente digital, que permite un gran ahorro de tiempo y una mejora sustancial en la calidad y disponibilidad de la información. Además, la empresa integró los registros de labores digitales en la base de datos del área de recursos humanos, a través de lo cual se aumentó la precisión en tareas como la liquidación de los sueldos.

El cambio en la forma de registrar la información constituyó todo un desafío para la empresa en términos de la adaptación a la nueva tecnología. El encargado de cada unidad de producción cumplió un rol fundamental para superar los obstáculos iniciales en materia de aprendizaje, que incluían errores de carga, el desacierto en el envío de la información, etc.

Sin embargo, el proyecto tuvo un gran impacto en términos de la cantidad de horas dedicadas al registro. Se estima que antes se destinaban entre dos y tres horas al día de los encargados de las unidades a la carga en papel, para lo cual se requería entre 20 y 25 personas en el campo y una persona en la oficina para validar esas labores. Además del tiempo y los recursos que se liberaron para llevar a cabo otras tareas, se obtuvieron otros beneficios, como la realización oportuna de los pagos, debido a la disponibilidad inmediata de la información.

La empresa está explorando otras aplicaciones digitales para mejorar la eficiencia en la agricultura; p. ej., un sistema para controlar el uso del combustible en la maquinaria y la aplicación de maquinaria 4.0, como el empleo de drones en la fertilización.

Asimismo, reconoce que la oferta de soluciones en la región es relativamente limitada, especialmente en el ámbito de la ganadería, y que las necesidades son muy específicas para cada país y finca, por lo que se requiere cierta flexibilidad en la adaptación de las soluciones. La empresa AgtechApps fue elegida por ofrecer aplicaciones con gran adaptabilidad, utilizables sin conexión a internet. Además, está radicada en la región, lo que facilita la interacción y la solución de problemas.

Si bien en la zona de producción del Grupo Agrex las empresas no suelen adoptar este tipo de tecnologías, el involucramiento de las nuevas generaciones está produciendo un nuevo impulso. Otra barrera para la adopción es una percepción poco clara de los beneficios, debido a la cual las soluciones son percibidas como un costo. La falta de conectividad también sigue siendo un factor limitante, pese a que muchas soluciones están diseñadas para funcionar también sin conexión. En particular, esto afecta a innovaciones provenientes del exterior, que funcionan en línea sí o sí.

4.7.b Café Orgánico Marcala S. A. (Honduras)



Desarrollo de la producción orgánica de café

Café Orgánico Marcala S. A. (COMSA) se fundó en 2001 con el propósito de crear nuevas oportunidades de desarrollo para los pequeños productores de café de la región de Marcala, Honduras. En sus inicios reunió a 61 productores interesados en comercializar su producción bajo un esquema de fundación de desarrollo rural. En ese momento su sistema de producción se caracterizaba por la aplicación de prácticas convencionales (fertilizantes químicos, plaguicidas, etc.) y la venta de la producción en el mercado local.

Uno de los principales objetivos de los fundadores era promover nuevas formas de pensar la producción y la comercialización, a fin de convertir el modelo convencional en uno orgánico y pasar de clientes comerciales a especializados. Estos cambios, sin duda, supusieron grandes desafíos para los productores, debido a la pérdida de rendimiento durante la transición hacia las nuevas prácticas, por lo que la empresa buscó alternativas con nuevos métodos intensivos. En este marco se estableció una alianza estratégica con la Corporación Educativa para el Desarrollo Costarricense, que permitió incorporar nuevas prácticas para transformar la producción en fincas orgánicas integradas. En 2012 se creó la Unidad Técnica de Transferencia y Tecnología con 4 técnicos, capacitados en el plano nacional y en otros países como Costa Rica y Colombia. La empresa desarrolló las prácticas, comprendiendo que, mediante la experimentación, se lograban mejoras en la tecnología.

Al mismo tiempo, COMSA adquirió una propiedad y fundó la Finca Biodinámica La Fortaleza, con el objetivo de empoderar a los socios y consolidar la propuesta de las 5 M: microbiología, materia orgánica, minerales, moléculas vivas y materia gris. Actualmente la finca

constituye una estructura de conocimiento y negocios, que vende productos nutricionales para la producción orgánica.

Dentro del proceso de formación, en 2013 la finca puso en marcha un diplomado en Agricultura Orgánica. En este programa de capacitación intensivo de una semana, además de enseñarse técnicas de producción, se ayuda a ampliar las perspectivas de los productores en temas como administración financiera, relación con el ecosistema, alimentación saludable, etc. En los módulos, en los que participan de 25 a 30 productores, se ha contado con la presencia de agricultores de Bolivia, Colombia, Ecuador, México, Nicaragua y Perú.

Todo el proceso de innovación y transferencia de conocimientos y prácticas le permitieron a COMSA transformarse en un referente regional de la producción orgánica de café, con más de 1000 productores certificados; no obstante, más allá de cumplir los requisitos para obtener la certificación, la empresa destaca que lo más relevante son las prácticas promovidas, orientadas a incrementar la calidad para diferenciarse del resto del mercado. El cambio en la forma de comercializar impulsado por COMSA incluye también el desarrollo de mercados de exportación. En la actualidad se efectúan ventas a Europa, Estados Unidos y Asia (principalmente a Japón, Corea del Sur y Taiwán). Además, se vende café tostado de 3 calidades diferentes para el consumo local.

Sistemas de información

La empresa cuenta con una base de datos individualizada sobre cada productor, donde se registran datos acerca de productividad, variedades, prácticas realizadas, uso de insumos, ingresos, inversiones, empleo de las parcelas, etc., además de la geolocalización de las fincas. Esta información permite, entre otras cosas, evaluar el cumplimiento de los estándares de deforestación de los organismos de certificación.

La gestión digital de la información, iniciada hace 4 años, permitió reemplazar los apuntes en papeles. Si bien la mayoría de los productores continúan con algunos registros manuales, los técnicos de la empresa se encargan de la sistematización de la información. Con el soporte de la unidad de digitalización de COMSA, se han digitalizado otros procesos, como la emisión de recibos, el pesaje del producto y los análisis de calidad.

Las herramientas digitales se utilizan también para difundir información y contenidos entre los socios. La empresa difunde convocatorias a reuniones y capacitaciones y brinda información diaria sobre los precios del café, la visita de compradores, etc., mientras que los productores comparten sus experiencias y prácticas, lo que facilita la transmisión de sus conocimientos. Asimismo, se encuentra en desarrollo una plataforma de subastas electrónica para los socios, como resultado de una actividad celebrada durante 2020, en la que participaron algunos miembros de COMSA.

Responsabilidad social empresarial

Con base en la práctica de la agricultura orgánica, COMSA procura contribuir al desarrollo y la capacitación de la comunidad, con numerosas acciones de responsabilidad social. A finales de 2015 la empresa comenzó a trabajar en el eje educativo, con programas de formación básica para jóvenes y adultos y becas para estudiantes. En 2016 se creó la COMSA International School, que actualmente cuenta con 185 alumnos y abarca todos los niveles de la educación formal.

Otro programa destacado es el de gestión de desechos sólidos, iniciado en 2017, por medio del cual se maneja el 70 % de los residuos del municipio para su reutilización en la producción de postes para cercos o construcciones. Las iniciativas de apoyo a la comunidad se canalizan también a través de FUNDACOMSA, una ONG creada para contribuir al desarrollo integral de la población.

5. Conclusiones

Tal como se desprende de este estudio, en Centroamérica el ecosistema de innovación Agtech está pasando por un claro proceso de crecimiento y expansión. Este sendero de desarrollo regional es impulsado por un conjunto de actores pioneros, quienes en el desempeño de diversos roles están liderando acciones conducentes al fortalecimiento de dicho ecosistema. Además, resulta evidente el “crecimiento poblacional” que tiene lugar en el ecosistema Agtech centroamericano, no sólo mediante actores internacionales atraídos hacia la región (como The Yield Lab), sino también por medio de múltiples iniciativas de actores regionales, entre ellos, Pomona Impact, Innogen Capital y Activa-CATIE. Este reciente proceso de “población” fue identificado en todos los roles de un ecosistema de innovación (véase la figura 1), aunque también resulta evidente que la “densidad” en cada una de estas figuras es aún significativamente más baja en comparación con otros ecosistemas Agtech de América Latina (p. ej., los de Argentina, Brasil, Chile y Colombia).

El hecho de tratarse de actores “pioneros” no es neutral, e indica que tuvieron que dar los primeros pasos en las actividades Agtech en la región, con todos los costos adicionales y la incertidumbre que ello supone. Por el contrario, en ecosistemas de innovación más desarrollados existe un número más grande de actores que apoyan el surgimiento de nuevos emprendimientos (p. ej., incubadoras, aceleradoras, fondos de inversión, etc.), así como un mayor dinamismo en la vinculación entre todos los miembros. Las sinergias propias de los ecosistemas de innovación más desarrollados potencian a todos los actores, lo que favorece la creación de nuevas empresas y la difusión de sus soluciones de base tecnológica entre los usuarios. En el caso de Centroamérica, el ecosistema de innovación Agtech se encuentra todavía en un proceso de formación, debido a lo cual resulta esencial que este sendero mantenga e, idealmente, acelere su ritmo de crecimiento.

El rol de los pioneros en el ecosistema Agtech centroamericano

Tal como se deduce de la sección 2 de este estudio, Centroamérica cuenta con actores pioneros en los diversos ámbitos que constituyen un ecosistema de innovación. De hecho, el número de empresas identificado es significativamente mayor al del análisis efectuado en 2018 por el BID, lo que evidencia el gran crecimiento del sector Agtech en Centroamérica (pasando de dos firmas a cuarenta). Asimismo, The Yield Lab, una de las aceleradoras líderes en el vertical Agtech en América Latina y en el mundo, comenzó sus operaciones en la región, a fin de identificar emprendimientos con potencial, invertir en estos y acelerar sus procesos de expansión. De hecho, esta aceleradora firmó un convenio con la Universidad Zamorano, institución referente en la región en lo que respecta a la formación profesional y a la investigación científica, para promover desde etapas tempranas el desarrollo de nuevos emprendimientos. Dado que este tipo de vinculaciones

son frecuentes en ecosistemas relativamente más maduros, resulta evidente que la experiencia centroamericana avanza hacia un proceso de crecimiento y maduración.

Instituciones como Activa-CATIE cumplen una función central en emprendimientos de reciente creación, ya que fomentan el desarrollo de las capacidades empresariales, mejoran su plan de negocios, inyectan fondos y vinculan a los emprendedores con otros actores relevantes del ecosistema. Este espacio de incubación realiza sus operaciones únicamente en Costa Rica y, aunque tiene proyectos en marcha en otras zonas de Centroamérica, sería muy positivo para el ecosistema en su conjunto que las operaciones se amplíen en toda la región o se repitan en otros países.

La experiencia de la SENACYT en Panamá evidencia que la innovación y la creación de ecosistemas están siendo priorizadas a través de políticas públicas. La agencia de innovación para el agro, que está en desarrollo, se dedicará a la articulación público-privada para implementar diversas actividades en favor del desarrollo del ecosistema Agtech. Dicho esquema de coordinación público-privada pone de manifiesto la relevancia y la complementariedad de estos dos ámbitos para impulsar el desarrollo de un ecosistema de innovación.

Desde la perspectiva pública, el ICAFÉ, una institución costarricense de extensionismo rural, central para la cadena del café, presentó una experiencia singular de transformación digital. Mediante su plataforma digital CR-CAFÉ, empezó a transformar la forma de brindar asistencia a los productores de café de Costa Rica, en particular, a aquellos de más baja escala, para que puedan acceder a nuevos conocimientos y mejorar sus prácticas productivas en materia de manejo de plagas, aplicación de insumos, etc.

En Centroamérica Innogen Capital y Pomona Impact, dos fondos de inversión cuyo objetivo es promover el desarrollo emprendedor, son actores con un rol fundamental en el estímulo y aprovechamiento de la innovación digital en los nuevos ecosistemas de innovación. Tal como ocurre con otras organizaciones en otros países, Pomona Impact ofrece un programa de aceleración, dirigido a desarrollar las capacidades de las empresas en las que invierte. Ambos casos son relevantes no sólo por los recursos financieros que ofrecen a las empresas seleccionadas, sino también por la ayuda que les brindan para establecer vínculos con otros actores relevantes de esta y otras regiones, como otros fondos de inversión, potenciales clientes, etc. Por su parte, CAPCA pone de manifiesto la creciente relevancia de los fondos de inversión en Centroamérica, ya que constituye un punto de confluencia de los actores que proveen financiamiento a emprendedores, el cual facilita el desarrollo de sinergias entre los diversos actores del ecosistema. Este proceso refleja el avance del ecosistema de innovación en la región.

Aerobots y AgtechApps, empresas de origen guatemalteco, y SIOMA, de origen colombiano, son buenos ejemplos de emprendimientos que contribuyen a la transformación digital del sector agropecuario en Centroamérica. Las tres han desarrollado tecnologías que mejoran la eficiencia productiva del sector y, en algunos

casos, mitigan el impacto ambiental de sus actividades. Sin embargo, aún persisten importantes desafíos en cuanto a un mayor dinamismo en la creación de Agtech en el istmo. Cabe destacar que los avances tecnológicos se han logrado a partir de significativos esfuerzos de innovación, derivados del alto grado de calificación de los emprendedores. Asimismo, los prototipos iniciales de dichos avances fueron financiados con recursos propios, en parte debido al grado incipiente de desarrollo del ecosistema de innovación local cuando estos emprendimientos comenzaron a formarse.

Las experiencias de empresas de producción agrícola, como el Grupo Agrex y COMSA, ubicadas en Guatemala y Honduras, respectivamente, muestran cómo el uso de herramientas digitales mejora diversas tareas de la producción (debido a lo cual se espera ampliarlo a otras áreas del negocio o fases de la producción). A su vez, los casos muestran cómo este tipo de empresas puede traccionar el desarrollo de emprendimientos tecnológicos y el rol que las mismas pueden jugar en los ecosistemas de innovación emergentes.

En ambas empresas la incorporación de tecnologías digitales supuso una serie de esfuerzos internos, así como las típicas dificultades que surgen cuando se cambian rutinas productivas ya consolidadas. Se requirió una fuerte convicción interna de que había procesos que debían ser mejorados. Asimismo, la incorporación de gente joven en las empresas fue otro factor relevante, dada la apertura de este segmento poblacional al uso de herramientas digitales. Según el Grupo Agrex, el respaldo de empresas Agtech locales como AgtechApps resultó esencial para facilitar la incorporación de estas nuevas tecnologías y realizar las adaptaciones necesarias.

Obstáculos al desarrollo del ecosistema y posibles líneas de acción

Con base en el análisis de los distintos casos, se puede afirmar que existe una serie de obstáculos al desarrollo del ecosistema de innovación Agtech de Centroamérica y, en consecuencia, a una mayor disponibilidad de tecnologías digitales innovadoras para mejorar los sistemas agropecuarios. Entre las barreras recurrentemente mencionadas por los actores entrevistados se encuentra la relativa baja difusión y uso escaso de las soluciones digitales a lo largo de las diversas cadenas de valor del sector agropecuario de la región. Estos bajos niveles de utilización tienen diversas causas, entre ellas: 1) una oferta de plataformas digitales que no siempre se adapta a las necesidades de los productores¹⁵; 2) la poca o nula experiencia en el uso de las herramientas digitales disponibles en el mercado con respecto a aplicaciones básicas como WhatsApp; 3) un lento proceso de recambio generacional en quienes toman las decisiones productivas en la finca, potenciado por la preferencia de los jóvenes de buscar nuevas oportunidades en las ciudades en lugar de permanecer en los entornos rurales; 4) la demanda de soluciones

¹⁵ Los casos de Aerobots, AgtechApps y SIOMA demuestran cómo, a partir de una plataforma sencilla, dirigida a satisfacer las necesidades del productor rural centroamericano, las soluciones desarrolladas por estas empresas fueron rápidamente adoptadas por múltiples productores.

tecnológicas de otros países o desarrolladas internamente por parte de grandes productores agroexportadores (por lo general, de capitales extranjeros), en lugar de soluciones tecnológicas de actores locales; y 5) una conectividad a internet restringida, particularmente en determinadas zonas rurales.

Lo anterior pone de manifiesto la necesidad de **ampliar los espacios de sensibilización** de los productores del sector agropecuario, así como de otros actores de las cadenas de valor, a fin de despertar su interés en el uso de herramientas digitales, lo que podría facilitar a los desarrolladores de la tecnología la adopción temprana de sus innovaciones por parte de actores que deseen probarlas y validarlas.

Una alternativa viable para abordar este desafío podría ser la **ampliación de los programas de extensión rural, así como de las actividades de capacitación** sobre herramientas digitales dirigidas al personal de extensión rural. Este proceso de extensión rural focalizado en la transformación digital podría ser respaldado por empresas y organizaciones privadas que llevan a cabo iniciativas para promover la adopción de estas tecnologías.

De manera simultánea, las instituciones de educación, ciencia y tecnología y las dedicadas a la extensión rural podrían asumir un rol protagónico en el **testeo y la validación de las tecnologías** digitales ofrecidas en los mercados de la región, tal como lo hace el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) en Chile. Por otro lado, en el caso de los servicios digitales prestados por medio de plataformas, el uso de las herramientas no debe representar un gran desafío y, en la medida de lo posible, estas deben estar disponibles en plataformas como WhatsApp, que ya son conocidas por los productores. Un ejemplo de ello es la plataforma de CR-CAFÉ, que contribuye a acelerar el proceso de digitalización de los pequeños productores cafetaleros costarricenses. En esta misma dirección, las organizaciones de productores, entre ellas, las cooperativas y cámaras empresariales, podrían convertirse en actores centrales para acelerar la difusión de las herramientas digitales en el sector agropecuario, así como para fomentar oportunidades de codesarrollo, testeo y validación entre emprendedores y productores.

Las grandes empresas agroalimentarias exportadoras que operan en la región, muchas de las cuales pertenecen a capitales extranjeros, podrían cumplir un rol más activo en el ecosistema de innovación; p. ej., podrían organizar **programas de innovación abierta**, dirigidos a proponer emprendimientos para satisfacer demandas tecnológicas. Alternativamente, se podrían implementar también **programas públicos de innovación abierta** para promover la articulación entre grandes empresas del sector y los emprendedores.

La infraestructura pública ligada a la conectividad a internet constituye un tema de alta especificidad técnica que excede los alcances de este estudio, debido a lo cual se considera pertinente realizar una evaluación especializada que permita comprender los aspectos críticos de dicha infraestructura.

En relación con las fuentes de financiamiento, un elemento en el que coincidieron los responsables de los fondos de inversión entrevistados para este estudio es el concerniente a los pocos o nulos incentivos que tienen los empresarios regionales para invertir en emprendimientos de base tecnológica locales. De hecho, un porcentaje significativo de los fondos que se invierten en la región proviene de recursos extranjeros orientados a promover el desarrollo local. Costa Rica constituye un caso singular, donde se identificó una política pública activa para asignar recursos económicos a emprendimientos de muy reciente creación, tal como se mencionó en el caso de Activa-CATIE.

Además de evaluar la creación o ampliación de fondos públicos en respaldo al surgimiento de nuevas empresas de base tecnológica en la región, sería de gran utilidad avanzar con **esquemas que amplíen los incentivos para que los empresarios locales inviertan en nuevos emprendimientos**. Esto podría llevarse a cabo a través de marcos regulatorios que otorguen beneficios impositivos a las inversiones en emprendimientos tecnológicos locales, recursos que podrían ser canalizados mediante fondos de inversión que ya estén activos en la región. Otra alternativa podría ser seguir el esquema de Activa-CATIE, que, por medio de sus programas de incubación, canaliza el financiamiento público.

Las incubadoras y aceleradoras enfocadas en el vertical agropecuario son relativamente nuevas en la región. Esta escasa especialización de dichos actores limita el respaldo que estas instituciones pueden brindar a empresas en proceso de conformación, cuyos primeros prototipos con los que se desea llegar a los usuarios, conocimientos sobre el mercado y planes de negocios se encuentran todavía en una fase de definición. Si bien en la región ya existen instituciones de apoyo a los emprendedores con un gran conocimiento del mercado agropecuario en el ámbito regional (p. ej., Pomona Impact, The Yield Lab, Activa-CATIE), son relativamente pocos los espacios especializados vigentes que impulsan el desarrollo de empresas Agtech en el plano local.

Existen diversas alternativas de ampliación de la oferta de programas de incubación y aceleración focalizados en el segmento de Agtech. Con respecto a los programas de incubación, una vía para lograrlo es **incentivar su creación o ampliación en instituciones científicas y técnicas locales**, p. ej., en la Universidad Earth, la Universidad Zamorano u otras universidades con carreras de grado y posgrado ligadas al sector agropecuario. Las instituciones públicas de investigación y extensionismo rural podrían desempeñar un rol relevante en esta materia, así como las asociaciones de productores o cámaras empresariales, como ocurre en otros ecosistemas, como es el caso de la Asociación Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola (CREA), en Argentina. Por otro lado, en lo que respecta a los programas de incubación y aceleración, otra alternativa podría ser la participación de instituciones ya establecidas en iniciativas más desarrolladas, tal como The Yield Lab.

Centroamérica cuenta con instituciones de ciencia y tecnología de gran nivel en lo que respecta a la formación de profesionales en actividades agropecuarias; no obstante, se debe promover una **mayor articulación entre estas instituciones** para determinar las necesidades de apoyo de los emprendedores. Como ya se mencionó, estas instituciones podrían facilitar la transformación de algunas tesis de grado o de posgrado en empresas de base tecnológica para contribuir al mejoramiento de la productividad de los agricultores de la región. Asimismo, sería de gran provecho para el ecosistema un mayor número de programas de mentoría o asistencia técnica para emprendedores de proyectos nuevos y empresas de base tecnológica con mayor trayectoria en el mercado, como los de Activa-CATIE y la Universidad Zamorano.

Otro obstáculo señalado por los emprendedores está asociado al tamaño relativamente pequeño de los mercados locales, si se consideran los países de forma aislada. En comparación con países como Brasil, Argentina o Colombia, los emprendedores Agtech centroamericanos disponen, en términos relativos, de un menor número de potenciales usuarios, lo que limita las posibilidades de crecimiento en los mercados domésticos y frustra la creación de un mayor número de emprendimientos a escala regional (también constituye un aspecto relevante para los fondos de inversión privados, que requieren un alto potencial de ampliación).

De acuerdo con lo anterior, en Centroamérica se debe fomentar una mayor cantidad de acciones conjuntas, a fin de ampliar los ecosistemas de innovación locales en toda la región. Esta **mayor integración entre los países en sus iniciativas** podría ampliar los mercados para todos los emprendedores locales y de otras regiones y, por ende, promover el flujo de inversiones de capital emprendedor a lo largo y ancho de Centroamérica. Asimismo, los programas de incubación y aceleración deben procurar la integración de los emprendedores y el resto de los actores del ecosistema desde una óptica regional, a fin de lograr un mayor dinamismo y desarrollo de sinergias en todo el istmo.

6. Referencias

- AgFunder. 2022. 2022 AgFunder Agrifoodtech investment report. Disponible en <https://agfunder.com/research/2022-agfunder-agrifoodtech-investment-report/>.
- Baldwin, CY; Bogers, MLAM; Kapoor, R; West, J. 2024. Focusing the ecosystem lens on innovation studies (en línea). *Research Policy* 53(3). Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.respol.2023.104949>.
- Bert, FE; Lachman, J; Del Río, JA. 2023. Desarrollo agtech en la región Andina: casos de éxito y lecciones para el futuro (en línea). Washington D. C., Estados Unidos de América, BID. 91. Disponible en <http://dx.doi.org/10.18235/0005037>.
- Ferasso, M; Wunsch Takahashi, AR; Prado Giménez, FA. 2018. Innovation ecosystems: a meta-synthesis (en línea). *International Journal of Innovation Science* 10(4). Disponible en <https://doi.org/10.1108/IJIS-07-2017-0059>.
- Guerrero, M; Siegel, DS. 2024. Schumpeter meets Teece: proposed metrics for assessing entrepreneurial innovation and dynamic capabilities in entrepreneurial ecosystems in an emerging economy (en línea). *Research Policy* 53(5). Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.respol.2024.104984>.
- Klerkx, L; Rose, D. 2020. Dealing with the game-changing technologies of agriculture 4.0: how do we manage diversity and responsibility in food system transition pathways? (en línea). *Global Food Security* 24. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211912419301804>.
- Klerkx, L; Villalobos, P. 2023. Are agrifoodtech start-ups the new drivers of food systems transformation?: an overview of the state of the art and a research agenda (en línea). *Global Food Security* 40. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2023.100726>.
- Lachman, J; Braude, H; Monzón, J; López, S; Gómez-Roca, S. 2022. El agro 4.0: ¿cómo puede Argentina transformarse en líder del nuevo paradigma tecnoproductivo? (en línea) *Cuyonomics Investigaciones en Economía Regional* 6(10):55-86. Disponible en <https://doi.org/10.48162/rev.42.047>.
- Lachman, J; López, A. 2022. The nurturing role of the local support ecosystem in the development of the agtech sector in Argentina (en línea). *Journal of Agribusiness in Developing and Emerging Economies* 12(4):714-729. Disponible en <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/jadee-10-2021-0264/full/html>
- Lee, K; Wong, CY; Intarakumnerd, P; Limapornvanich, C. 2020. Is the Fourth Industrial Revolution a window of opportunity for upgrading or reinforcing the middle-income trap?: Asian model of development in Southeast Asia (en línea). *Journal of Economic Policy Reform* 23(4):408-425. Consultado Disponible en https://www.researchgate.net/publication/329699281_Is_the_Fourth_Industrial_Revolution_a_Window_of_Opportunity_for_Upgrading_or_Reinforcing_the_Middle-Income_Trap_Asian_Model_of_Development_in_Southeast_Asia.
- Liu, Y; Ma, X; Shu, L; Hancke, GP; Abu-Mahfouz, AM. 2021. From industry 4.0 to agriculture 4.0: current status, enabling technologies, and research challenges (en línea). *IEEE Transactions on Industrial Informatics* 17(6):4322-4334. Disponible en <https://ieeexplore.ieee.org/document/9122412>.
- MacPherson, J; Voglhuber-Stavinsky, A; Olbrisch, M; Schöbel, P; Dönitz, E; Mouratiadou, I; Helming, K. 2022. Future agricultural systems and the role of digitalization for achieving sustainability goals: a review (en línea). *Agronomy for Sustainable Development*

42(70). Disponible en

<https://link.springer.com/article/10.1007/s13593-022-00792-6>.

Verhoef, PC; Broekhuizen, T; Bart, Y; Bhattacharya, A; Qi Dong, J; Fabian, N; Haenlein, M. 2021.

Digital transformation: a multidisciplinary reflection and research agenda (en línea).

Journal of Business Research 122:889-901.

Disponible en

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0148296319305478>.

Vitón, R. 2019. Innovación agrotech en América Central y el Caribe: oportunidades y desafíos frente al cambio climático (en línea).

Washington D. C., Estados Unidos de América,

BID. 70 p. Disponible en

<https://www.fontagro.org/wp-content/uploads/2019/10/AGTECH-26-2.pdf>.

Vitón, R; Castillo Leska, A; Lopes Teixeira, T. 2019.

AGTECH: mapa de la innovación agtech en América Latina y el Caribe (en línea).

Washington, D. C., Estados Unidos de América,

BID. 65 p. Disponible en

<https://publications.iadb.org/es/agtech-mapa-de-la-innovacion-agtech-en-america-latina-y-el-caribe>.

Anexo I. Análisis de empresas.

País	Empresa	Sector/eje	Descripción
Belice	Corridgeree Belize Ltd	Información, gestión de fincas y servicios educativos	Desarrollo y ejecución de sistemas agroforestales sostenibles
Costa Rica	Aerealytics	Ciencia de datos y agricultura de precisión	Soluciones para la administración de información geoespacial
Costa Rica	Agronimbo	Ciencia de datos y agricultura de precisión	Facilitación, aceleración y digitalización del proceso de control de calidad agrícola
Costa Rica	ByProducts	Genética, protección de cultivos y bienestar animal	Fertilizante obtenido mediante un proceso de mineralización natural
Costa Rica	ClearLeaf	Genética, protección de cultivos y bienestar animal	Emulsiones líquidas que utilizan química de superficie y tecnología coloidal para mejorar el crecimiento de la planta por medio del control y manejo de plagas fúngicas y bacterianas
Costa Rica	Costa Rica Insect Company	Alimentos y bebidas innovadores	Soluciones sostenibles a través del uso de insectos y alimentos para consumo humano, que constituyen una fuente alternativa de proteínas
Costa Rica	Demeter Innovation Lab	Ciencia de datos y agricultura de precisión	Tecnología para recolectar y analizar información sobre cultivos con fines de administración y optimización, agricultura de precisión e inteligencia artificial
Costa Rica	DosMil50 Empaques Compostables	Bioenergía, biomateriales y otras energías renovables	Empaques que pueden transformarse en compost y que sustituyen el plástico convencional
Costa Rica	GeaNext	Ciencia de datos y agricultura de precisión	Plataforma de trazabilidad y gestión de campo, con monitoreo basado en indicadores de compromiso y tecnología 4.0

Costa Rica	Green XpoLab	Ciencia de datos y agricultura de precisión	Tecnología de monitoreo remoto (drones), imágenes satelitales e internet de las cosas (IdC) para la gestión de cultivos
Costa Rica	InnoBovino	Ciencia de datos y agricultura de precisión	Gestión de datos, registro y control financiero, planificación de actividades, administración y control productivo
Costa Rica	LANTERN Technologies	Ciencia de datos y agricultura de precisión	Soluciones de IdC para aumentar la productividad
Costa Rica	Listo	Nuevos canales de comercialización	Plataforma de comercio electrónico para proveedores y restaurantes
Costa Rica	Rambuhealth	Alimentos y bebidas innovadores	Ingrediente natural antioxidante obtenido del fruto del rambután, que se utiliza para prevenir enfermedades como el cáncer, la diabetes y la hipertensión
Costa Rica	RemoraXYZ	Tecnologías para la cadena de suministro	Tecnologías de trazabilidad para la industria pesquera
Costa Rica	Smatter	Bioenergía, biomateriales y otras energías renovables	Materiales versátiles, biodegradables y sostenibles para las industrias agrícola y de empaque
Costa Rica	StockSafe	Ciencia de datos y agricultura de precisión	Plataforma de monitoreo, control y rastreo ganadero
Costa Rica	Susty	Información, gestión de fincas y servicios educativos	Software empresarial para la gestión en materia de sostenibilidad
El Salvador	Ecosol	Genética, protección de cultivos y bienestar animal	Investigación, formulación y distribución de soluciones para el cuidado y desarrollo de cultivos amigables con el medio ambiente
El Salvador	IA-GROS	Ciencia de datos y agricultura de precisión	Agricultura de precisión y regenerativa mediante el uso de sensores, drones e interfaces de programación de aplicaciones satelitales
El Salvador	Tareyas Agrotech	Nuevos canales de comercialización	Plataforma digital de comercialización que permite el acceso a una red de proveedores de productos agrícolas
Guatemala	Aerobots	Ciencia de datos y agricultura de precisión	Servicios digitales para la agricultura basados en el uso de drones y de otros avances tecnológicos

Guatemala	AgtechApps	Ciencia de datos y agricultura de precisión	Digitalización de datos en el campo, monitoreo y trazabilidad
Guatemala	Cinco Azul	Nuevos canales de comercialización	Plataforma de comercialización de productos orgánicos
Guatemala	DISAGRO	Ciencia de datos y agricultura de precisión	Servicios de agricultura digital
Guatemala	Meteo.tech	Ciencia de datos y agricultura de precisión	Desarrollo de software especializado en meteorología y sistemas de información geográfica
Guatemala	Organic Well	Nuevos canales de comercialización	Plataforma de comercialización de productos orgánicos
Honduras	Affogato Network	Tecnologías para la cadena de suministro	Plataforma digital innovadora que facilita la compra-venta, el acceso a servicios tercerizados y el micro financiamiento para los productores de café
Honduras	Agro-Digital	Plataformas comerciales, de tercerización y financiamiento para la agricultura	Plataforma digital para promover el acceso a microcréditos de los pequeños productores rurales de zonas marginadas
Honduras	Pyflor	Nuevos sistemas de producción agrícola	Productores y distribuidores de alimentos elaborados en entornos urbanos
Nicaragua	Agroveridium	Genética, protección de cultivos y bienestar animal	Fabricante de fertilizantes agrícolas por medio de agricultura regenerativa
Nicaragua	Aragro	Ciencia de datos y agricultura de precisión	Software que optimiza la gestión de los datos para la toma de decisiones en el campo en tiempo real
Nicaragua	Vega Coffee	Nuevos canales de comercialización	Promoción del comercio justo de café certificado en Nicaragua y Colombia y vinculación de los productores con los consumidores finales
Panamá	A&S Tecnologías	Ciencia de datos y agricultura de precisión	Desarrollo de software a la medida para atender diversas necesidades de los actores de la cadena de valor agropecuaria y de otros sectores

Panamá	Advanced Biocontrollers	Genética, protección de cultivos y bienestar animal	Soluciones de base biológica sostenibles y efectivas para el manejo de plagas y la sanidad vegetal
Panamá	Agrobiológicos de Panamá	Genética, protección de cultivos y bienestar animal	Bioinsecticidas, biofertilizantes, biorremediadores y “afín microbiológicos”
Panamá	AgromerK	Nuevos canales de comercialización	Plataforma para comprar y vender productos agrícolas
Panamá	Fintagro	Ciencia de datos y agricultura de precisión	Servicios de gestión para productores agropecuarios
Panamá	Mercadito	Nuevos canales de comercialización	Aplicación móvil que permite recibir productos directamente del campo a través del trabajo con productores
Panamá	Urban Farms	Nuevos sistemas de producción agrícola	Producción de alimentos en entornos urbanos mediante granjas verticales

Anexo II. Entrevistas realizadas.

AgtechApps	Erick Cuéllar
Representación del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) en Honduras	Santiago Vélez León y Lilian Álvarez
Pomona Impact	Javier Fresco
The Yield Lab	Tomás Peña
Innogen Capital	Christián Quiñónez Sol
SIOMA	Santiago Correa
Universidad Zamorano	José Óscar Murillo Vargas
Instituto del Café de Costa Rica	Gustavo André Jiménez
Aerobots	José Alfredo Suárez
CAPCA	Luis Diego Calderón
Grupo Agrex	Jaime Sánchez
Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación	Carlos Maynor Salinas Santano
Café Orgánico Marcala S. A.	Rodolfo Peñalba
Representación del IICA en Panamá	Gerardo Escudero
Activa-CATIE	Vladimir Valera



Programa de
Digitalización
Agroalimentaria