



AgriLAC Resiliente:
Sistemas de Innovación
Agroalimentaria Resilientes
en América Latina y el Caribe



INICIATIVA
Ganadería y Clima



INICIATIVA SOBRE
Resiliencia Climática



Perfil de Agricultura Digital

• Guatemala

© Disagro

RESUMEN

La tecnología digital está lista para transformar el sector agrícola en Guatemala. Estas innovaciones abordan importantes desafíos enfrentados por los agricultores, tales como riesgos relacionados con el clima, acceso a alertas y asesoramiento en tiempo real, acceso a créditos y seguros, y pérdidas postcosecha.

Este perfil prioriza varias tecnologías digitales en función de su pertinencia para abordar desafíos específicos, teniendo en cuenta sus niveles actuales de avance tecnológico y la preparación digital, así como su posible impacto. El proceso de selección equilibra la inclusividad de género y las tecnologías que benefician específicamente a los pequeños productores.

La implementación exitosa de estas tecnologías requiere un enfoque holístico, que abarque la creación de un entorno propicio para que las tecnologías digitales alcancen su pleno potencial. Por tal motivo, en el perfil se esbozan recomendaciones para la creación de redes y ecosistemas empresariales, políticas y regulación, finanzas e inversiones, creación de capacidad y enfoques de diseño centrados en el usuario.

Garantizar el diseño de las tecnologías digitales, teniendo en cuenta factores como la asequibilidad, la alfabetización digital y la educación, es crucial para los pequeños agricultores, evitando así que se amplíen las brechas digitales, de ingresos y de bienestar. Este enfoque integral garantiza un futuro de sostenibilidad y prosperidad, donde la fusión de tradición e innovación impulsa el éxito agrícola de la nación.

TECNOLOGÍAS DIGITALES PRIORIZADAS



La implementación de **mercados digitales** de insumos con asesorías específicas, fomentan prácticas sostenibles y brindan asistencia técnica.



La implementación de **sistemas de riego inteligentes y tecnologías de mecanización** compartidas apoyan el abordaje de la escasez de mano de obra causada por la migración.



El establecimiento de **servicios de extensión digital** pueden ofrecer asesorías sobre agronomía e información climática, accesibles a través de SMS, IVR, aplicaciones o redes sociales para la toma de decisiones informadas.



El uso de **sensores, códigos QR y monitoreo** en tiempo real puede mitigar las pérdidas postcosecha.



La simplificación de los procesos comerciales y de contratación aprovechando los **mercados en línea**.



La **tecnología de teledetección** agiliza el procesamiento de reclamaciones de seguros y guía la mitigación de riesgos en tiempo real.



Las evaluaciones crediticias impulsadas por **Inteligencia Artificial (IA)** empoderan a las instituciones microfinancieras y fomentan la inclusión financiera.



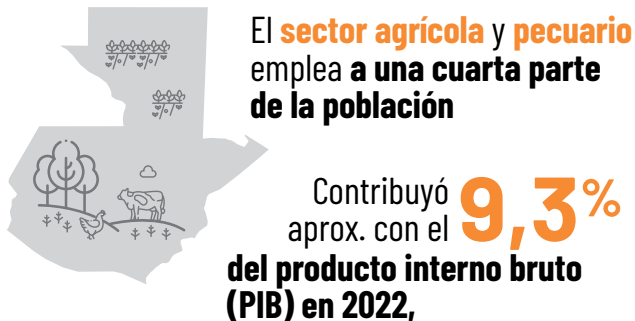
Las campañas de **educación financiera** en plataformas como Facebook y TikTok mejoran los conocimientos financieros de los agricultores.

Contexto nacional

Importancia económica de la agricultura y la ganadería

El sector agrícola y ganadero emplea a una cuarta parte de la población y desempeña un papel importante en la economía de Guatemala. En el año 2022 el sector contribuyó aproximadamente con el 9,3% del PIB, y la ganadería constituyó aproximadamente una cuarta parte de esta contribución (World Bank, 2024a). Además, el valor de la producción agrícola en Guatemala alcanzó los 8.700 millones de dólares en 2021, de los cuales 2.300 millones de dólares provinieron de la ganadería y 6.400 millones de dólares de los cultivos.¹

Los sistemas de producción agrícola orientados a la exportación contribuyen significativamente al valor global de la producción agrícola. En 2022, las exportaciones agropecuarias ascendieron a 7.476 millones de dólares (FAO, 2023). Los principales productos agrícolas de exportación de Guatemala, junto con sus ingresos estimados en 2020, comprendieron el cardamomo con 1.134,9 millones de dólares, el banano con 826,9 millones de dólares, el café con 651,2 millones de dólares, el aceite de palma con 584,4 millones de dólares y la caña de azúcar con 576,9 millones de dólares (Agrinotas, 2021). Las hortalizas también han ganado importancia en las exportaciones de Guatemala, aportando 233,3 millones de dólares en 2020. Estas cantidades subrayan la importancia actual del sector agrícola para la economía guatemalteca y enfatiza su papel crucial como fuente de ingresos.



y la **ganadería** constituyó alrededor de una cuarta parte de esa suma

El **valor** de la **producción agrícola** en Guatemala es de:



1 Valor bruto de la producción (constante 2014-2016 USD\$) (FAO, 2023).

Sistemas de producción agrícola

La superficie cultivada de Guatemala abarcó 46.120 kilómetros cuadrados en 2021, ocupando alrededor del 43% de la superficie total de las tierras agrícolas del país (World Bank, 2024b). La expansión de la agricultura comercial y de exportación, que requiere grandes extensiones de tierra, es el principal impulsor del aumento de la superficie cultivada. Entre los cultivos que experimentan un crecimiento significativo se encuentran la palma africana, con una superficie de 1.837 kilómetros cuadrados, el caucho con 1.400 kilómetros cuadrados y la caña de azúcar con una superficie de 3.237 kilómetros cuadrados (MAGA, 2020). La producción clave de Guatemala incluye cultivos tradicionales (maíz, frijol), cultivos de alto valor (café, caña de azúcar), sector pecuario (ganado, aves) y diversas frutas y verduras.

Según la última clasificación del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación de Guatemala (MAGA), tres grupos distintos llevan a cabo la producción agrícola: autoconsumo, productores intermedios y consolidada (MAGA, 2023a). Aproximadamente el 96% de los productores participan en la agricultura de autoconsumo e intermedia, utilizando el 20% de la tierra cultivable del país (INE, 2014). Mayoritariamente compuesto por la población indígena, estos grupos enfrenta altos niveles de analfabetismo, junto con condiciones de pobreza y extrema pobreza. Dado que la mayoría de los agricultores de estos grupos desarrollan sus actividades en **fincas pequeñas**, utilizaremos esta terminología a lo largo del perfil.

El grupo de agricultura consolidada (comercial o semi-industrial) incluye el 3,85% de los productores, que utilizan el 10% de la tierra designada para la producción agrícola (Figura 1). Este grupo se enfoca principalmente en cultivar productos no tradicionales tanto para mercados nacionales como internacionales, incluyendo **sistemas agrícolas de pequeña y mediana escala**. El grupo de agricultura industrial comprende solo al 0,15% de los productores, especializándose en productos tradicionales destinados a mercados de exportación.

Este tipo de agricultura utiliza un significativo 70% de la tierra cultivable del país, y nos referiremos a este grupo como **sistemas agrícolas a gran escala**.



La **principal producción** de Guatemala incluye:
Cultivos tradicionales: maíz, frijol
Cultivos de alto valor: café, caña de azúcar
Ganadería: ganado, aves de corral,
 y diversas **frutas y hortalizas**



La **ganadería** es muy importante y muy arraigada en la tradición del país, **involucrando a hombres y mujeres** de diversas familias rurales.

El **sector lácteo** involucra

13.500
 productores primarios



de los cuales **67%** son **micro-productores**



89% son **informales** y se dedican principalmente al **autoconsumo**

De cada 100 productores en Guatemala

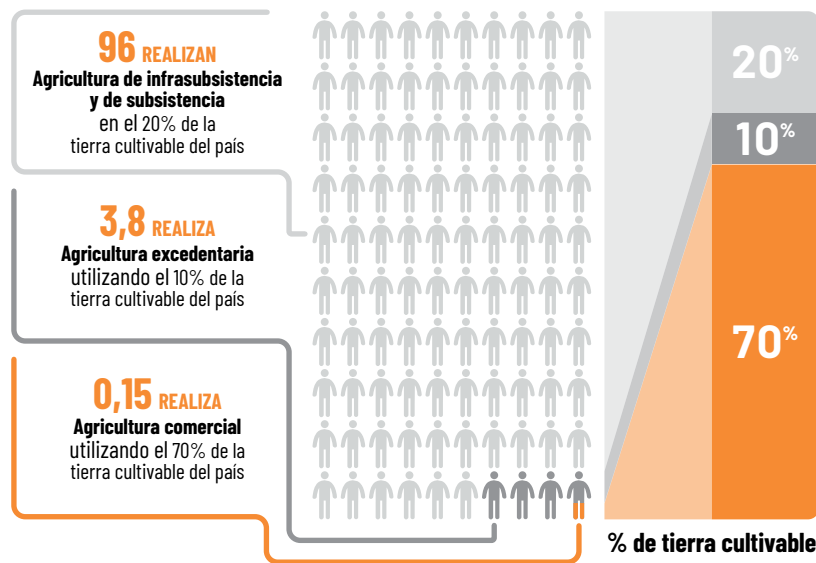


Figura 1. Número de productores por cada 100 productores en Guatemala que realizan agricultura a pequeña, mediana y gran escala y el porcentaje total de propiedad de tierra para cada categoría.

Sistemas de pequeña escala

El tamaño promedio de una finca de pequeños agricultores en Guatemala es 0,6 hectáreas lo que dificulta que una parte significativa de estas pequeñas fincas familiares sean financieramente sostenibles (FAO, 2024a). Los beneficios de la agricultura de subsistencia incluyen disminuir la dependencia de los mercados, promover la biodiversidad a través de métodos tradicionales como la selección natural de semillas, e implementar la milpa, un sistema de cultivo intercalado de maíz y frijoles. A pesar de sus ventajas, este enfoque enfrenta desafíos como la baja rentabilidad económica, la limitada diversificación de cultivos y la susceptibilidad a condiciones climáticas adversas.

El maíz y el frijol juegan un papel crucial en la seguridad alimentaria de Guatemala como los principales alimentos básicos. La mayor parte de la producción de maíz blanco se destina al consumo nacional, lo que se traduce en exportaciones mínimas. En 2023,

Guatemala registró una producción estimada de maíz de 4.576 mil toneladas. El departamento de Petén se destacó como el principal contribuyente a la producción de maíz, con aproximadamente 1.065 mil toneladas. Otros departamentos importantes en la producción de maíz fueron Alta Verapaz con alrededor de 530 mil toneladas, Quiché con 517 mil toneladas y Huehuetenango con 402 mil toneladas en 2023 (MAGA, 2023b). Jalapa, Santa Rosa y Escuintla aportan alrededor de 50 mil toneladas cada uno. Además, los departamentos de Petén y Jutiapa produjeron alrededor de 15 mil toneladas de frijol cada uno en 2019. Le siguen de cerca Jalapa y Chiquimula, con una producción de 9.000 y 6.700 toneladas, respectivamente, estableciendo al sureste como una región clave para la producción de frijol en el país.

Un estudio detallado realizado en el Antiplano Occidental de Guatemala arroja luz sobre varios tipos de hogares agrícolas, como se muestra en la Figura 2 (Lopez-Ridaura et al., 2019). Entre la muestra

total, el 31,8% eran fincas especializadas en maíz, típicamente con una mediana de tierra cultivable de 0,2 hectáreas por finca, dedicadas principalmente a la producción de maíz. Los hogares agrícolas diversificados basados en el maíz representaron el 28,6% de la muestra, con un tamaño de tierra mediano de 0,70 hectáreas, la mitad de las cuales se utilizaba para el cultivo de maíz, empleando a menudo el método tradicional de cultivo intercalado con maíz, frijoles y calabaza, conocido como milpa. La porción restante de su tierra se utilizaba para una amplia variedad de cultivos, incluyendo frijoles, café, habas, arvejas verdes, varias verduras y papas. La categoría de hogares agrícolas pequeños especializados en café representaba el 17,3% de los hogares agrícolas, con un tamaño de tierra mediano de 0,6 hectáreas por hogar dedicado principalmente a la monocultura de café. Los hogares diversificados con otros grupos de cultivos representaban el 10,9% de la muestra total, con

una superficie de tierra cultivable mediana de 0,6 hectáreas, donde la mayoría de la tierra se destinaba a cultivos como papas, café, maíz y otros. Los hogares agrícolas grandes y diversificados de café representaban el 8,9% de la muestra total y se caracterizaban por poseer terrenos relativamente más grandes, con una mediana de 2,0 hectáreas. El café y el maíz ocupaban aproximadamente un tercio del total de la tierra disponible. Finalmente, los hogares con huertos familiares constituían el 2,5% de la población total, generalmente con terrenos muy pequeños. Los agricultores en esta categoría utilizaban la tierra disponible para cultivar cultivos específicos, especialmente papas, con poca diversidad. La mayoría de los tipos de hogares agrícolas también se dedicaban a la cría de animales, principalmente aves de corral. Sin embargo, los hogares agrícolas grandes y diversificados de café tenían el mayor número de animales, incluyendo aves de corral, cerdos y rumiantes grandes.

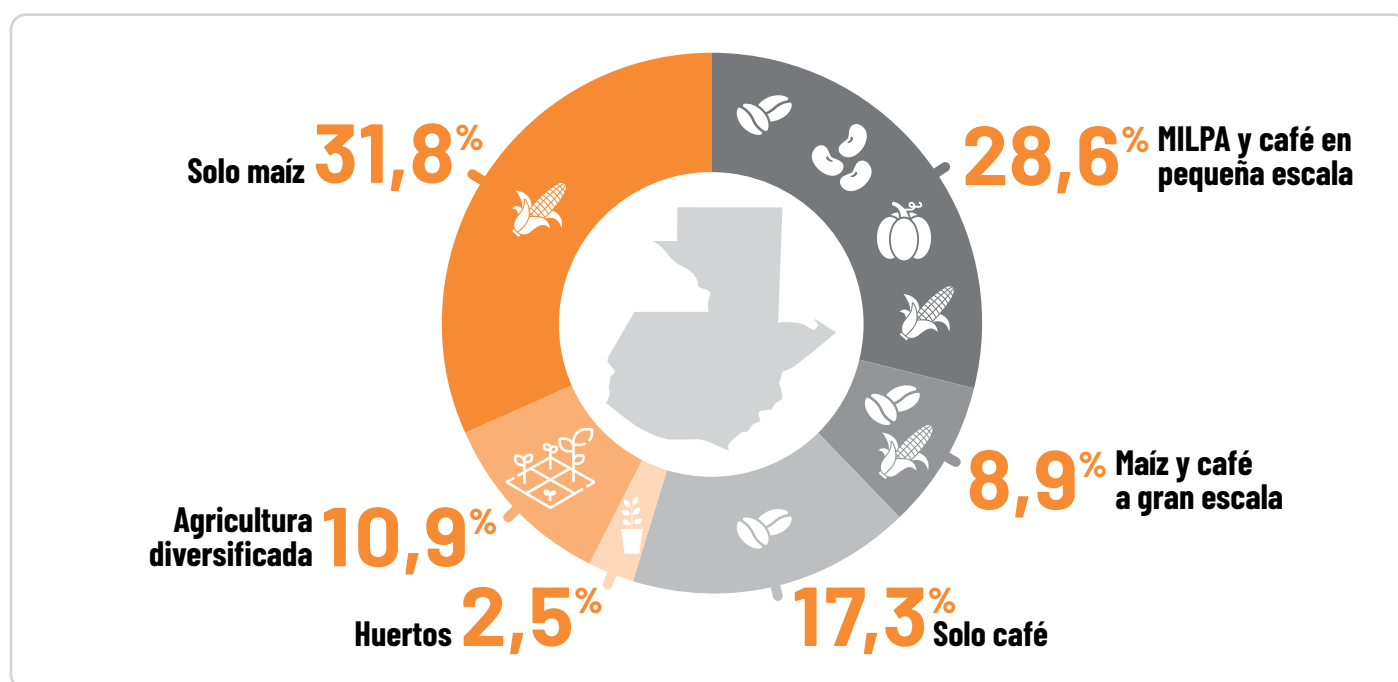


Figura 2. Tipología agrícola en el Antiplano Occidental de Guatemala. Figura desarrollada a partir de datos de López-Ridaura et al., 2019.

Sistemas agrícolas de media y gran escala

Los sistemas de producción intensiva y la agricultura comercial han aumentado, en detrimento de las áreas tradicionalmente dedicadas a cultivos como el maíz y el frijol, fundamentales para la seguridad alimentaria de las poblaciones más pobres del país. Entre 2003 y 2020 se registró una reducción de 187.110 hectáreas, en gran parte debido a la expansión de cultivos permanentes como banano, plátano, piña, papaya, caña de azúcar y hortalizas (MAGA, 2020). Si bien la agricultura comercial genera excedentes económicos y proporciona acceso a tecnologías avanzadas, tiene algunas desventajas: depende de las condiciones de mercado, expone a los productores a las fluctuaciones de precios, contribuye a la pérdida de biodiversidad a través de la expansión agrícola y puede tener impactos ambientales negativos sin prácticas sostenibles.

Una parte sustancial de la agricultura guatemalteca está vinculada al mercado mundial a través de las exportaciones, dependiendo de la

competitividad y la trazabilidad de los productos para los segmentos del mercado internacional. Este sistema prioriza la calidad y la trazabilidad a lo largo de todo el ciclo productivo, abarcando los procesos de postcosecha, transformación, distribución y comercialización. Sin embargo, la dependencia de los mercados internacionales puede exponer al sector a las fluctuaciones de los precios y a las incertidumbres derivadas de los cambios en las políticas comerciales de otros países.

Agroforestería

Una extensión de 1.274 kilómetros cuadrados en Guatemala integra la agroforestería en su sistema de producción, comprendiendo diversos sistemas agrícolas mixtos como el café junto con el cardamomo, el café junto con el plátano, o el café combinado con la macadamia (MAGA, 2020). Este enfoque permite a los agricultores diversificar su producción, mejorando el acceso a la leña, plantas medicinales y productos agrícolas, al mismo tiempo que promueve

la conservación del suelo, la biodiversidad y la utilización sostenible de los recursos. La agroforestería sirve como un medio para mitigar la variabilidad climática y apoyar la adaptación al cambio climático, pero requiere una gestión y planificación cuidadosas para optimizar las sinergias entre los cultivos y los árboles.

Sector pecuario

El sector pecuario en Guatemala abarca bovinos, porcinos, aves, caprinos, ovinos y apicultura. La ganadería está muy arraigada en la tradición del país, involucrando a hombres y mujeres. Los participantes en este sector van desde los de las zonas rurales hasta los individuos de los eslabones superiores de las cadenas productivas-comerciales, como el transporte, la industrialización, la comercialización y la distribución del producto final. El número de animales comprende 39 millones de pollos, 4 millones de vacas y 3 millones de cerdos (FAO, 2021). En 2022, Petén mantuvo el mayor hato ganadero en el país, con más de 1,8 millones de cabezas de ganado bovino para la producción de carne y leche.² Alrededor del 62% de las explotaciones ganaderas en el país (con menos de 5 cabezas por explotación) se centran en la producción de leche para consumo interno (Gobierno de Guatemala, 2018). Otro 32% de las explotaciones (de 5 a 49 cabezas por explotación) son propiedad de pequeños productores que comercializan parte de su producción y destinan otra parte al consumo familiar. En el sector lácteo participan alrededor de 13.500 productores primarios, de los cuales el 67% son microproductores, muchos de los cuales son informales (89%) y se dedican principalmente al autoconsumo (MAGA, 2023a).

Población, medios de subsistencia, género y agricultura

En 2020, la población de Guatemala era de aproximadamente 16,9 millones de personas, experimentando una tasa de crecimiento anual del 1,4%. Los niveles de pobreza y desigualdad del país se encuentran entre los más altos de América Latina y el Caribe, afectando a una población considerable y marginada, compuesta principalmente por personas rurales e indígenas que trabajan en el sector informal (World Bank, 2023). En 2023, se estimó que el 55% de la población estaba en situación de pobreza, lo que plantea desafíos para el acceso a recursos básicos como los alimentos y el agua, y obstaculiza el desarrollo de medios de vida sostenibles. Los medios de subsistencia del país están estrechamente ligados a la agricultura, y la mayoría de la población rural depende de ella para su sustento y su principal fuente de ingresos. En 2021, la agricultura empleó al 29% de la población del país, con un 14% de mujeres empleadas y un 37% de hombres (World Bank, 2024b).

La sociedad guatemalteca está marcada por una estructura patriarcal que con frecuencia margina a las mujeres y a otros grupos desfavorecidos, lo que da lugar a notables disparidades de género (USAID, 2023). Las mujeres operan menos negocios, poseen menos propiedades y tierras, enfrentan desafíos para ingresar al mercado laboral formal y encuentran más dificultades para acceder al crédito. Solo el 37% de las mujeres participan en el mercado laboral formal en comparación con el 85% de los hombres, y aún menos, son las que poseen empresas (27% contra 66% de hombres) o tienen acceso a

2 <https://bit.ly/4eZ360Z>

Se estima que **55%** de la población vive en la **pobreza**

El sector agrícola emplea **29%** de la población del país

14% mujeres **37%** hombres

Participación en el **mercado formal:**

85% hombres **37%** mujeres

Acceso a **mercados financieros:**

66% hombres **28%** mujeres

Aproximadamente **8 de 10** criadores de animales de traspatio en Guatemala **son mujeres**, subrayando la importancia de esta actividad como su **principal fuente de ingresos**

19,2% es la tasa de analfabetismo en **los adultos**

98% de la población de las **zonas rurales tienen acceso a la electricidad**. Sin embargo, persisten las disparidades regionales, siendo el departamento de Alta Verapaz el que tiene la cobertura más baja: **51%**

los mercados financieros (28% contra 66%). Las mujeres también enfrentan obstáculos para acceder a servicios sociales esenciales como la educación y la salud.

Aproximadamente ocho de cada diez productores de animales de traspato en Guatemala son mujeres (INE, 2004), lo que subraya la importancia del sector pecuario como su principal fuente de ingresos (Grassi et al., 2015). Muchas mujeres poseen y gestionan activamente ganado menor, principalmente para el consumo doméstico (Hernandez et al., 2023). A pesar de la modesta escala, su participación en esta actividad les brinda una oportunidad de empoderamiento, lo que les permite obtener ingresos.

Según el Censo Nacional de Población y Vivienda de 2018, Guatemala tiene una tasa de analfabetismo del 19,2%, equivalente a más de 1,9 millones de personas con 15 años de edad o más que no saben leer ni escribir. Esta tasa aumenta a casi 28% si se considera solo la población rural. La tasa de alfabetización también varía entre los diferentes grupos étnicos de la comunidad. Según los informes, aproximadamente 1,4 millones de mujeres carecen de acceso a la educación.³

En 2021, el 98% de la población de zonas rurales en Guatemala tuvo acceso a electricidad (World Bank, 2024c). Sin embargo, persisten las disparidades regionales, siendo Alta Verapaz la que tiene la cobertura más baja con un 50,9% seguida de Petén y Baja Verapaz con un 74,7% y un 78,4%, respectivamente (MEM, 2019). A pesar de los avances, muchos hogares rurales siguen dependiendo de recursos tradicionales como la leña para preparar y calentar comida, especialmente en las comunidades no electrificadas donde se utiliza para la preparación de alimentos y la calefacción.

³ <https://bit.ly/4hnJK7S>

Cuadro 1. Desafíos agrícolas en Guatemala.

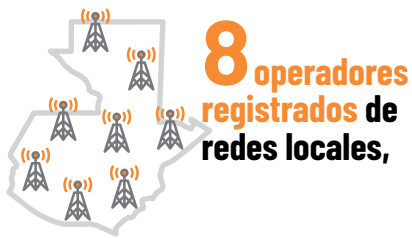
Desafíos	Descripción
Tenencia y acceso a la tierra	La tenencia y distribución de la tierra es uno de los principales desafíos agrícolas en Guatemala. La incertidumbre con la tenencia de la tierra y el acceso al agua está estrechamente relacionada con la pobreza y los bajos niveles de educación. Esta situación genera una agricultura menos competitiva y productiva, lo que repercute directamente en la economía del país y en la seguridad alimentaria de la población.
Escasez y/o acceso limitado al agua	La escasez de agua persiste en el sector agrícola de Guatemala debido a los patrones de lluvia inconsistentes y la infraestructura de riego inadecuada o inexistente en algunas regiones. Las estrategias eficientes de gestión del agua, que integren su calidad, son cruciales para mejorar la productividad agrícola. Guatemala en algunas zonas riega sus cultivos con aguas residuales, como es el caso de Almolonga. Sin embargo, las aguas del río Samalá están altamente contaminadas con un afluente que afecta la calidad de la producción (Lentini 2010).
Desafíos relacionados con el clima	Las sequías prolongadas, las olas de calor y la proliferación de plagas y enfermedades debido a las condiciones climáticas cambiantes añaden presión a las actividades agrícolas. Estos factores provocan pérdidas de rendimiento, aumento de los costos de producción y disminución de los ingresos de los agricultores.

Retos en el sector agrícola

El sector agropecuario guatemalteco se enfrenta a diversos desafíos que afectan su desarrollo y disminuyen su importancia en la economía. A lo largo de la historia, este sector ha sufrido cambios significativos, siendo el más reciente el desplazamiento del café como principal cultivo de exportación debido a las fluctuaciones de precios en los mercados internacionales, lo que provocó la diversificación de cultivos (MAGA, 2021). La escasa participación en la cadena de mercado y el acceso limitado a las nuevas tecnologías dificultan el acceso a información crucial sobre el mercado, la demanda de los consumidores y los precios actuales, lo que dificulta la toma de decisiones. Las limitaciones financieras dificultan aún más la adopción de tecnologías y prácticas que mejorarían la productividad.

Otros retos importantes a los que se enfrentan los agricultores tienen que ver con el clima y sus impactos. La variabilidad del clima, las plagas, las enfermedades, la degradación del suelo, el estrés hídrico, las sequías y las inundaciones provocan pérdidas significativas sobre la productividad y los medios de vida de los productores. La mayoría de las explotaciones agrícolas son principalmente de secano y el uso de variedades mejoradas es bajo, por lo que los cultivos son muy sensibles a los cambios de temperatura y precipitaciones (Solano Garrido y Ochoa, 2019). Las brechas sociales y económicas a nivel nacional también plantean desafíos, especialmente para los agricultores a pequeña escala. Otros obstáculos, incluyen la dependencia de intermediarios para la venta de productos. Estos intermediarios capturan una parte significativa de la cadena, reemplazando a los clientes dispuestos a pagar precios justos con aquellos que pagan menos, lo que lleva a una apropiación desigual de los ingresos. El Cuadro 1 destaca estos desafíos significativos.

Desafíos	Descripción
Escasez de mano de obra agrícola	El sector se enfrenta a la escasez de mano de obra, en parte debido a las tendencias de migración y urbanización. La reducción de la mano de obra obstaculiza las actividades agrícolas esenciales, lo que afecta a la productividad general.
Acceso insuficiente a los insumos agrícolas e información sobre su utilización	El acceso limitado a información precisa sobre los insumos agrícolas obstaculiza la capacidad de los agricultores para tomar decisiones informadas, lo que conduce a rendimientos subóptimos, asignación ineficiente de recursos y prácticas ambientales potencialmente dañinas. Los problemas de accesibilidad surgen debido a la dispersión de la población rural y a la pobreza imperante.
Implementación insuficiente de prácticas agrícolas	La escasez de conocimientos técnicos entre los agricultores impide la aplicación satisfactoria de prácticas agrícolas modernas y sostenibles, lo que obstaculiza el aumento de la productividad y la sostenibilidad ambiental.
Insuficiente estructura organizativa	Las cooperativas u otros tipos de organización ayudan a aumentar la innovación y la diversificación de ingresos, así como la inclusión en el sistema financiero. Sin embargo, faltan estructuras organizativas que articulen a las familias agricultoras para acceder a recursos y servicios, como la articulación con mercados e inversores.
Ausencia de información climática basada en datos y en tiempo real	La falta de acceso a información climática precisa y oportuna impide la planificación eficaz de las estrategias de siembra, riego, fertilización y control de plagas.
Operaciones agrícolas y gestión financiera ineficientes	Las explotaciones medianas y grandes se enfrentan a operaciones y gestión financiera ineficaces, lo que dificulta los procesos de toma de decisiones y reduce la rentabilidad.
Acceso limitado a tecnologías y recursos financieros posteriores a la cosecha	Las pérdidas postcosecha, debidas a una infraestructura de almacenamiento y una tecnología inadecuadas, afectan a la seguridad alimentaria y a los ingresos de los agricultores. El acceso limitado a los recursos financieros restringe aún más las inversiones en tecnologías posteriores a la cosecha.
Ausencia de un mercado eficiente	La falta de un mercado (digital) bien organizado para los productos agrícolas plantea un desafío para la agricultura de subsistencia, dado el bajo nivel de vinculación que a menudo tienen los productores con mercados más grandes. Esta ausencia inhibe un intercambio efectivo entre productores y consumidores, dificultando el establecimiento de precios estandarizados y el flujo de productos en nichos de mercado predefinidos.
Seguridad alimentaria y aseguramiento de la calidad	La ausencia de tecnología e infraestructura adecuadas para garantizar la inocuidad de los alimentos y mantener la calidad de los productos plantea desafíos para los productores y los consumidores. Las prácticas inadecuadas de manipulación postcosecha contribuyen a reducir la calidad del producto y generan preocupaciones sobre la salud de los consumidores.
Dominio de las herramientas digitales	Los agricultores se enfrentan a desafíos en la adopción y el uso de herramientas digitales para acceder a información de mercados, información de pronósticos de tiempo y clima, y la gestión financiera, lo que limita su capacidad para aprovechar la tecnología para obtener mejores resultados.
Limitaciones de las garantías que afectan el acceso al crédito	La ausencia de garantías impide a los productores, especialmente a los agricultores de subsistencia, acceder al crédito. Las instituciones financieras suelen exigir garantías para mitigar los riesgos de impago, lo que limita el potencial de crecimiento e innovación de los agricultores.
Falta de seguros relacionados con el clima	La ausencia de una amplia cobertura de seguros para los pequeños agricultores provoca pérdidas de ingresos y alimentos durante los fenómenos meteorológicos extremos, lo que afecta a los cultivos y a los medios de subsistencia. Estos desafíos tienen efectos duraderos, lo que dificulta que los agricultores inviertan en tecnologías que podrían mejorar su resiliencia ante futuros eventos climáticos.



sin embargo, la **asequibilidad** se considera razonable en términos de poder adquisitivo



Panorama actual de las herramientas y políticas de agricultura digital

Infraestructura digital, disponibilidad y acceso

El panorama de las telecomunicaciones en Guatemala ha experimentado una evolución dinámica, aprovechando las nuevas tecnologías para popularizar la telefonía e impulsar el uso de Internet. Hasta 1996, la Empresa Guatemalteca de Telecomunicaciones (GUATEL) controlaba el sector. Las reformas económicas y la Ley General de Telecomunicaciones fueron fundamental en la liberalización del mercado, la privatización de los servicios telefónicos y la regulación del espectro radioeléctrico. Esta transformación generó competencia extranjera y del sector privado, remodelando el sector de las telecomunicaciones de Guatemala (CEPAL 2007).

Actualmente, Guatemala cuenta con 8 operadores de redes locales registrados, que atienden a un total de 20,5 millones de usuarios activos de telefonía móvil (SIT, 2022). En el mercado móvil, el 92% de las personas optan por servicios prepago (Instituto para la Competitividad Económica, 2022). Tigo domina con una participación del 57,5% en servicios móviles, seguido por TELGUA Guatemala (subsidiaria de América Móvil) con el 39,6%, y Claro, una entidad propiedad de una empresa mexicana de telecomunicaciones, que reclama el 2,85% del total de líneas móviles. Aproximadamente el 95% de la población en Guatemala está cubierta por al menos una red 3G, y el 100% por una red 2G (2020, ITU).

En cuanto a la propiedad de dispositivos móviles, se estima que el 64% de los guatemaltecos posee un teléfono móvil en 2020 (ITU), con 115 suscripciones celulares móviles por cada 100 personas a partir de 2022 (ITU). Si bien los teléfonos inteligentes son utilizados principalmente por adultos, la pandemia del COVID-19 impulsó una digitalización generalizada, y ahora se estima que cada hogar en Guatemala tiene al menos un teléfono móvil.⁴ Las proyecciones de la Asociación del Sistema Global para Comunicaciones (GSMA) indican un aumento sustancial en la adopción de teléfonos inteligentes en Guatemala, y se espera que el porcentaje aumente del 65% en 2021 al 81% para 2025 (GSMA, 2022). A pesar de un aumento significativo en la penetración de la telefonía móvil, Guatemala aún se considera que tiene una baja adopción, particularmente en servicios de Internet, lo que agrava la brecha digital.

Las estadísticas de uso de Internet varían, ya que las estimaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) muestran que alrededor del 50% de las personas de 15 años o más utilizan Internet, y el 30% de los hogares tienen acceso a Internet en casa (en 2022, ITU). En contraste, la GSMA informa de que solo el 38% de la población tiene acceso a una suscripción a Internet móvil, y el 57% no utiliza Internet ni siquiera en las zonas de cobertura. El 5% permanece completamente desconectado debido a la falta de acceso a la red. Alrededor del 91% de la población utiliza internet

⁴ Cálculos de las consultorías de los grupos de interés en 2022.

a través de una línea móvil, mientras que solo el 9% utiliza una línea fija. Los usuarios de Internet en Guatemala enfrentan varios desafíos, incluidos los altos costos (25%), la mala calidad de Internet (54%) y los cortes de energía (62%) (World Bank y PNUD, 2022).

Dado que el precio estimado de un teléfono inteligente simple es \$40 USD, y un plan de datos de 1 GB cuesta alrededor de \$2 USD, la asequibilidad se considera razonable en términos de poder adquisitivo.⁵ En cuanto a la asequibilidad de Internet, la banda ancha fija representa el 6% del INB per cápita, y la banda ancha móvil solo de datos representa aproximadamente el 3% del INB per cápita (2022, ITU). Aunque generalmente se considera asequible, el principal obstáculo para la conectividad, según lo informado por el 43% de los hogares no conectados, es el alto costo (World Bank y PNUD, 2022).

En cuanto al desempeño de internet en Guatemala, según el ranking global de Speedtest, el país ocupa el puesto 78 de 140, con una velocidad promedio de descarga móvil de 25,75 Mbps. En respecto a las descargas de banda ancha, Guatemala ocupa el puesto 108 de 180, con una velocidad media de descarga de 33,62 Mbps.⁶

En enero de 2023, Guatemala tenía 8,70 millones de usuarios de redes sociales, lo que representa el 48,4% de la población total (DataReportal, 2023). La distribución de género en las plataformas mostró que el 48,9% de los usuarios de redes sociales eran mujeres y el 51,1% hombres. Las plataformas clave incluyeron Facebook (7,95 millones de usuarios), YouTube (7,64 millones de usuarios), Instagram (2,85 millones de usuarios), Facebook Messenger (5,45 millones de usuarios), LinkedIn (1,30 millones de miembros) y Twitter (896,1 mil usuarios). Además, WhatsApp tenía 2,60 millones de usuarios en 2020. TikTok se destacó como otra plataforma popular, mientras que Tigo Money ha emergido como la plataforma de pagos digitales predominante en el país.⁷

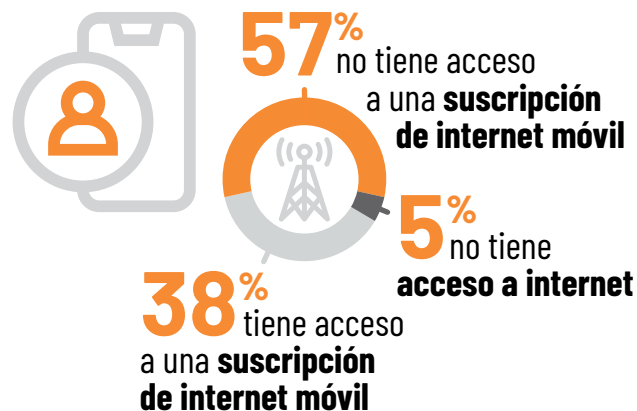
En el Índice de Preparación de Redes (NRI, 2022), Guatemala ocupa el puesto 106 de 131 economías, evaluando entornos propicios para la tecnología (Instituto Portulans y la Universidad de Oxford, 2023). Sus fortalezas radican en el impacto económico, la calidad de vida, las contribuciones a los ODS y la sólida legislación sobre comercio electrónico. Sin embargo, el país tiene oportunidades de mejora en los marcos regulatorios de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), la ciberseguridad y la promoción gubernamental de la inversión en tecnologías emergentes. En cuanto al Índice Global de Desarrollo de las TIC, Guatemala tiene un 55%, que está por debajo de los promedios regionales y de los grupos de ingresos (Unión Internacional de Telecomunicaciones, 2023). Estos indicadores sugieren que si bien se ha logrado avances significativos en el ámbito de las TIC y la conectividad, se necesitan inversiones adicionales para aprovechar plenamente los beneficios de las TIC. Guatemala ocupa el puesto 62 de 65 países en el Índice de Desarrollo de la Banda Ancha (IDB) (IAD 2023), lo que pone de relieve los desafíos para abordar la brecha digital. Cerrar esta brecha es esencial para garantizar el acceso equitativo a los recursos digitales en todo el país.

5 Estimaciones de las consultas a las partes interesadas 2023 y investigación de escritorío.

6 Las pruebas de velocidad se realizaron en <https://www.speedtest.net/global-index>.

7 De las consultas a las partes interesadas en 2023.

Acceso a internet móvil:



La **pandemia de COVID-19 impulsó la digitalización generalizada**, y ahora se estima que cada hogar en Guatemala tiene al menos **un teléfono móvil**



Los usuarios de Internet se enfrentan a varios desafíos:



Políticas para la agricultura digital

Varias leyes y reglamentos enumerados en el Cuadro 2 rigen las tecnologías digitales y su papel en el desarrollo rural. Sin embargo, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) destaca que ciertos marcos regulatorios se están volviendo obsoletos a la luz de la dinámica cambiante en la adopción de tecnologías agrícolas (Moreno y Aedo, 2021). Es imperativo realizar actualizaciones periódicas para adaptarse a los cambios tecnológicos. Además, es crucial abordar la brecha digital, asegurando que los avances no exacerben las disparidades de ingresos y bienestar.

Cuadro 2. Políticas que rigen las tecnologías digitales en Guatemala.

Políticas	Descripción
Leyes de Telecomunicaciones (1996 en adelante)	Las leyes de telecomunicaciones de Guatemala, que se remontan a 1996, han dado lugar a regulaciones que rigen los servicios telefónicos internacionales y las operaciones de los sistemas satelitales. Estas regulaciones podrían afectar la mejora de las redes de telecomunicaciones, contribuyendo a mejorar la conectividad en todo el país
Ley de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico (Decreto No. 63-91)	Esta ley, establecida por el Decreto No. 63-91 del Congreso de la República, reconoce la importancia de la ciencia y la tecnología para el desarrollo nacional. Esta ley tiene como objetivo estimular la innovación tecnológica y crea el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYT). A pesar de su importancia, el presupuesto asignado a la CONCYT constituye sólo el 0,048% del PIB de Guatemala. ⁸
Plan de Gobierno Digital 2021-2026	El Plan de Gobierno Digital 2021-2026 (Gobierno de Guatemala, 2020) tiene como objetivo promover la inclusión digital, democratizando el acceso a las tecnologías de la información para mejorar los servicios públicos. Se esfuerza por establecer una administración pública electrónica y automatizada, fomentando la colaboración intersectorial a través de las tecnologías digitales. En Guatemala, el gobierno digital tiene un impacto significativo en la agricultura digital al proporcionar a los agricultores acceso a información, servicios financieros, tecnología y herramientas colaborativas, contribuyendo al crecimiento y modernización del sector agrícola.
Política Nacional de Desarrollo Rural Integral (PNMRI)	El PNMRI proporciona directrices para el desarrollo rural, con el objetivo de promover la tecnología y la innovación en la agricultura para mejorar la productividad y la calidad de vida de los agricultores. Si bien su enfoque principal no está en la tecnología o la innovación digital, podría apoyar el acceso de los agricultores rurales a las tecnologías digitales, como aplicaciones móviles, sensores, sistemas de información geográfica y drones, para mejorar la eficiencia y la productividad agrícolas (Gobierno de Guatemala, 2009).
Política Nacional de Datos Abiertos	La Política Nacional de Datos Abiertos se enfoca en la innovación científica y tecnológica al facilitar la disponibilidad de datos gubernamentales. Promueve activamente la creación de nuevos productos y servicios. Sin embargo, su vigencia abarcó el periodo 2018-2022, lo que sugiere la necesidad de posibles actualizaciones para alinearse con los nuevos gobiernos o el desarrollo de una política integral en materia de innovación digital. ⁹

⁸ Plan Estratégico Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico 2018-2025: <https://bit.ly/3AeGYRK>

⁹ Política Nacional de Datos Abiertos 2018-2022. Disponible en: <https://bit.ly/3UrEMgp>

Partes interesadas y red de partes interesadas en la agricultura digital

Promover tecnologías digitales en el sector agropecuario de Guatemala requiere la participación activa de diversas partes interesadas. Aquí, en el cuadro 3 destacamos a los actores clave que contribuyen a establecer ecosistemas digitales efectivos en el país.

Cuadro 3. Roles y responsabilidades de los principales actores.

Parte interesada/ Institución	Responsabilidades y funciones
Gobierno	
Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda (MICIVI)	Garantiza la infraestructura de telecomunicaciones necesaria para la conectividad en todo el país, facilitando el acceso a las tecnologías digitales relacionadas con el desarrollo agrícola y los servicios de información climática. ¹⁰
Secretaría General de Planificación (SEGEPLAN)	Garantiza la planificación estatal y conecta las políticas públicas y de desarrollo; debe facilitar la integración de la agricultura digital en los planes de inversión del gobierno y formular estrategias alineadas.
Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación (MAGA)	Órgano rector del sector agropecuario; debe promover la adopción de tecnologías digitales en la agricultura, mejorando la productividad y la seguridad alimentaria de los productores. ¹¹
Ministerio de Economía (MINECO)	Puede promover la innovación y la competencia en el sector agrícola; apoya el desarrollo y la adopción de tecnologías digitales para la mejora de las cadenas de valor agrícolas y ganaderas.
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYT)	Promueve la investigación y adopción de tecnologías digitales en la agricultura, fomentando la innovación y mejorando las prácticas agrícolas en coordinación con otras instituciones. ¹²
Instituto de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (ICTA)	Responsable de la investigación agrícola y la transferencia de tecnología; desempeña un papel crucial en la promoción de prácticas agrícolas modernas que se alinean con la agricultura digital para lograr un impacto significativo. ¹³
Mesas Técnicas Agroclimáticas (MTA)	Las MTA están coordinadas por instancias gubernamentales pero se componen también de actores no gubernamentales, garantizando la participación de todas las partes interesadas.
No Gubernamental	
Sector Académico y Científico	Universidades públicas y privadas, incluyendo instituciones como la Universidad de San Carlos de Guatemala, la Universidad Rafael Landívar y la Universidad del Valle, promueven y generan tecnología y realizan investigaciones en agricultura digital. Integran herramientas digitales en los planes de estudio y programas de doctorado, fomentando la innovación digital.
Productores	Los agricultores impulsan la demanda de tecnologías digitales en las explotaciones agrícolas y son fundamentales para la adopción y el uso de las tecnologías digitales. Los cuellos de botella incluyen la asequibilidad, la alfabetización digital y la comprensión o la voluntad de adoptar nuevas tecnologías, especialmente para los pequeños agricultores.

10 Más información disponible en: <https://www.civ.gob.gt/web/guest/inicio>

11 Disponible en: <https://www.maga.gob.gt/mision-y-vision>

12 Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. <https://bit.ly/48shuNd>

13 Más información sobre la Visión ICTA disponible en: <https://www.icta.gob.gt/>

Parte interesada/ Institución	Responsabilidades y funciones
No Gubernamental	
Organizaciones de productores	Las cooperativas y asociaciones de productores agrícolas son actores clave en la agricultura digital. Facilitan la adopción de tecnología, representan a grupos de agricultores, brindan apoyo técnico y capacitación, y mejoran el acceso colectivo al financiamiento. También sirven como canales para la difusión de tecnología y el intercambio de conocimientos. Las organizaciones de productores son cruciales para la demostración y la asequibilidad de muchas de las tecnologías digitales que pueden apoyar a los productores.
Organizaciones Internacionales	Agencias de cooperación internacional como el Banco Mundial, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) proporcionan recursos y apoyo técnico para proyectos de agricultura digital en Guatemala.
Organizaciones de desarrollo	Las agencias de cooperación internacional y los organismos internacionales, como el Banco Mundial, Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), pueden proporcionar recursos y apoyo técnico para proyectos de agricultura digital en Guatemala, trabajando en conjunto con los investigadores, el sector privado o el gobierno. Las ONG nacionales en cargo al desarrollo rural pueden desempeñar un papel fundamental en la promoción y aplicación de la agricultura digital. Algunos ejemplos son el Catholic Relief Service (CRS) ¹⁴ y ACCESO, ¹⁵ que apoyan la productividad agrícola y la seguridad alimentaria.
Instituciones de investigación	Entre las instituciones que fomentan la innovación y la investigación en tecnologías digitales que contribuyen al desarrollo agropecuario se encuentran el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYT), la Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología (SENACYT) y la Asociación Latinoamericana de Ciencia Sociales (CLACSO). Entre las organizaciones internacionales que contribuyen se encuentran el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Un papel clave de estas instituciones radica en el desarrollo de tecnologías digitales para los pequeños agricultores, probando y facilitando las vías para su adopción.
Instituciones Financieras	Los bancos y las instituciones financieras desempeñan un papel crucial al proporcionar acceso a la financiación y al crédito a las empresas de tecnología agrícola o a los agricultores que adoptan tecnologías digitales. Entidades como la Fundación Génesis Empresarial, la Fundación para el Desarrollo Empresarial y Agrícola (FUNDEA) ¹⁶ y MiCoope están comenzando a usar información digital para la evaluación crediticia. Sin embargo, aún hay mucho espacio para mejorar esto, especialmente para los pequeños agricultores. Las instituciones de microfinanzas, como la Fundación Génesis Empresarial, brindan apoyo financiero y asesoramiento técnico a los pequeños agricultores, y podrían beneficiarse de las tecnologías digitales para lograr una mayor eficiencia y, eventualmente, reducir los costos.
Sector privado	Las empresas pueden utilizar las tecnologías digitales para mejorar los servicios ofrecidos, o desarrollar servicios digitales completamente nuevos, para mejorar su eficiencia y rentabilidad. El sector privado es también el más propenso a tener modelos de negocio sostenibles, mantenerse al día con el mantenimiento necesario y trabajar continuamente para mejorar sus servicios. Por lo general, los pequeños agricultores no son vistos como una industria de la que obtener ganancias y el sector privado y las empresas de inversión tienden a rehuir esto. Se necesitan paquetes de servicios, incentivos del gobierno o modelos de negocios (sociales) más inteligentes para impulsar el florecimiento del sector en Guatemala. Empresas como Disagro, Bayer, Sugar Mills, Popoyan, Aerobots, GeoAmbiental S.A., y Semiagro participan activamente en el espacio agrícola digital en Guatemala. Otras empresas involucradas en las TIC también son clave para las colaboraciones con el sector agrícola, incluidos los proveedores de telecomunicaciones como Tigo y Claro.
Consumidores	Las demandas de los consumidores también desempeñan un papel en la agricultura digital, ya que se benefician de la mejora de la calidad, la trazabilidad y la seguridad de los productos agrícolas.

14 Más información sobre el trabajo de CRS disponible en: <https://bit.ly/4f1ni2V>

15 Para más información sobre cómo Acceso ayuda a las familias rurales de pequeños productores, visite: <https://acceso.org/>

16 Para más información sobre el sistema de crédito agrícola de FUNDEA, visite: <https://bit.ly/4hoCp84>

Estas instituciones y empresas desempeñan un papel distintivo en el espacio de la agricultura digital. Organizaciones internacionales actualmente lideran una parte significativa de la investigación y el desarrollo (I&D). Sin embargo, existe un potencial para un cambio hacia iniciativas más nacionales en el futuro, especialmente a medida que la fuerza laboral guatemalteca adquiera más habilidades en tecnología de la información y la comunicación (TIC). Es posible que el sector agrícola en Guatemala no siempre sea tan atractivo para los financistas y las empresas de tecnología de la información y la comunicación (TIC), lo que requiere los esfuerzos de vinculación de las empresas sociales, los institutos de investigación y el sector público. Esta colaboración es crucial para avanzar en las iniciativas agrícolas digitales, especialmente para los pequeños productores.

Si bien la red real va más allá de la representación del mapa, la Figura 3 muestra algunos de estos actores clave e ilustra sus interconexiones basadas en esfuerzos de colaboración. Estas entidades contribuyen colectivamente a fomentar la innovación y el desarrollo sostenible en el panorama agrícola del país, abordando los desafíos financieros y tecnológicos que podrían impedir el progreso en este sector crítico.

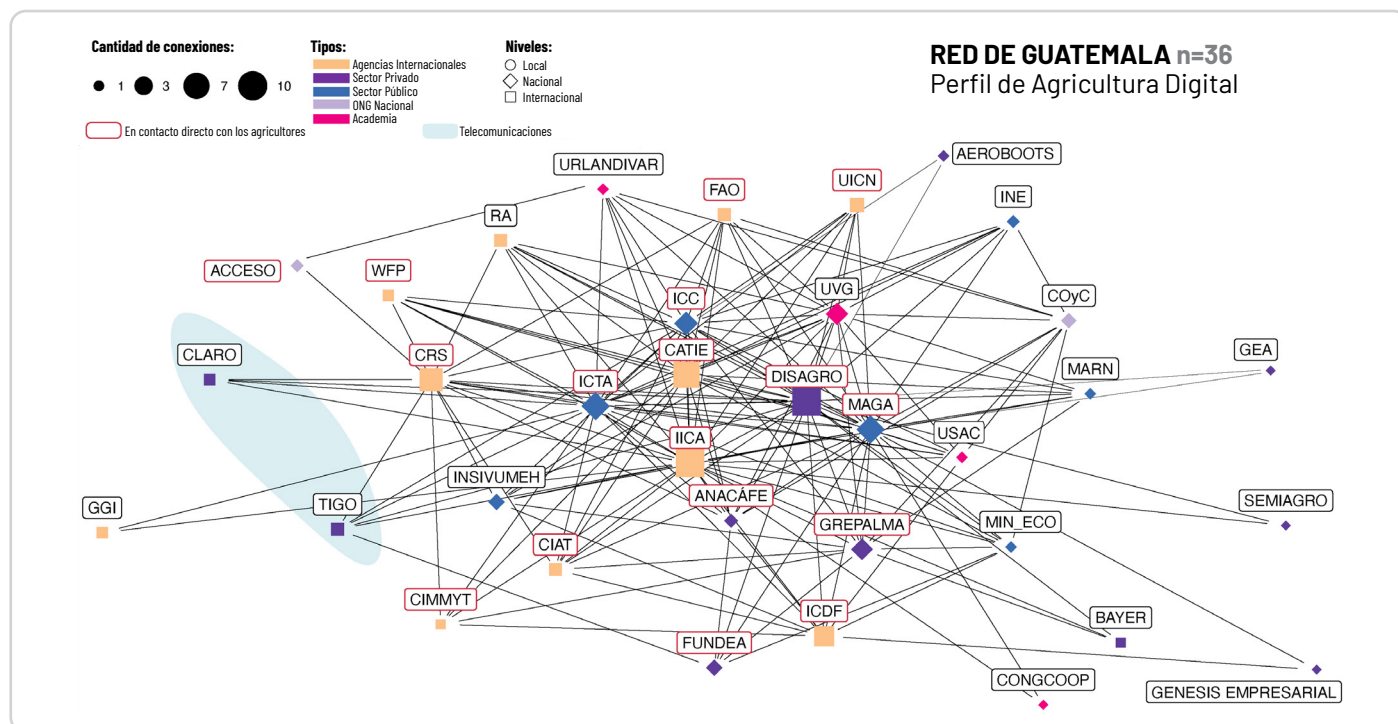


Figura 3. Actores Clave en la Red de Agricultura Digital de Guatemala.

Servicios y aplicaciones digitales

Si bien la digitalización de las tecnologías agrícolas, en particular para los pequeños agricultores, presenta un amplio margen de expansión, varias tecnologías ya están teniendo un impacto significativo. En el sector del café, ejemplos notables incluyen Cacao Móvil,¹⁷ desarrollado por Lutheran World Relief, que se enfoca en asesorar a los productores de cacao para mejorar la competitividad tanto de las organizaciones como de los pequeños productores.¹⁸ Esta plataforma digital facilita la gestión del conocimiento, ofreciendo catálogos de variedades, boletines de cadmio, videos de asesoramiento y guías. Otra plataforma destacable es Coffee Cloud, desarrollada conjuntamente por ANACAFÉ e ICAFÉ.¹⁹ Esta herramienta especializada gestiona las plagas y enfermedades del café al tiempo que proporciona alertas meteorológicas cruciales para el sector cafetalero de Guatemala. Otros ejemplos son la asociación de productores de café Café Chajulense y el creador de negocios sociales Acceso, que han adoptado Farmforce, una

solución de gestión agrícola basada en la nube (Sotomayor, Ramírez, y Martínez 2021; Farmforce 2024).

Otro ejemplo de las tecnologías digitales en la industria del café es el uso de herramientas digitales por parte de Olam para la certificación, la trazabilidad y los sistemas de pago directo en Guatemala (Olam 2019). Este modelo de negocio está diseñado para garantizar beneficios mutuos para Olam y los agricultores. Olam obtiene una mayor eficiencia y una prima por la calidad de los productos, mientras que los agricultores se benefician de un proceso de adquisición justo y transparente. Estos son ejemplos de cómo la aplicación de herramientas digitales puede contribuir a la efectividad, sostenibilidad y equidad general de la cadena de suministro del café.

Ejemplos de cadenas de suministro diferentes al café incluyen la innovadora plataforma AgriTecGEO de Disagro. Esta solución digital brinda consultoría de cultivos, servicios agrícolas avanzados e insumos de alta calidad adaptados a las necesidades específicas de los productores.²⁰

17 Para más información sobre Cacao Móvil, visite: <https://cacaomovil.com/>

18 Para más información sobre el sistema de alerta temprana para el sector del café, consulte: <https://bit.ly/3YE1fz5>

19 Para obtener más información sobre la plataforma AgriTechgeo, consulte: <https://bit.ly/4f0IRAP>

20 Para más información sobre la App Agriconecta, vea: <https://bit.ly/40k9cFn>

AgriTecGEO integra las tecnologías de agricultura convencional y de precisión, lo que permite a los productores obtener información procesable para mejorar la salud de las plantas, optimizar la utilización de nutrientes y adaptarse a las diferentes condiciones ambientales. Otro ejemplo es la aplicación Agriconecta, que se esfuerza por establecer un vínculo directo entre los agricultores y toda la red de producción, incluyendo distribuidores y exportadores y eliminando costosos intermediarios que pueden afectar negativamente a los cultivos. Además, Agriconecta promueve activamente la adopción de tecnologías digitales entre los agricultores.²¹

Otro gran ejemplo es New Sun Road Guatemala, que en colaboración con USAID y Microsoft, está trabajando para mejorar el acceso digital de las mujeres en las comunidades rurales.²² A través de los Centros Comunitarios Digitales, conocidos localmente como Stellar Ixq-Saq'e, su objetivo es acelerar el acceso a la energía e Internet utilizando IoT y paneles solares. Además, ofrecen capacitación gratuita en alfabetización digital adaptada a los intereses y el idioma de cada comunidad, beneficiando a mujeres, niñas y niños.

Estas iniciativas muestran los avances en tecnologías digitales dentro del sector agrícola. Sin embargo, su impacto en todo el país es actualmente limitado, beneficiando principalmente a las cadenas de suministro de cultivos comerciales y la mayoría no se desarrollan para los pequeños agricultores que se dedican a la agricultura comercial de subsistencia o a pequeña escala. Además, estas tecnologías son más accesibles para los agricultores con medios financieros, lo que contribuye a una importante brecha tecnológica para los pequeños productores de subsistencia en el país

Desafíos de la agricultura digital

En Guatemala es evidente una importante brecha digital, especialmente entre las zonas rurales y urbanas, agravada por factores socioeconómicos, que dan lugar a un acceso y una utilización desiguales de las tecnologías digitales. Esta discrepancia es notoria en el sector agrícola, donde las variaciones en el nivel socioeconómico, la educación y la conectividad contribuyen a una brecha cada vez mayor entre los productores. Los agricultores más empobrecidos se enfrentan a desafíos relacionados con la asequibilidad y la accesibilidad de la tecnología.

Los recursos financieros limitados impiden que los pequeños productores sigan el ritmo de sus homólogos más favorecidos económicamente. Además, los servicios disponibles suelen ser más adecuados para los productores de cultivos comerciales o a gran escala, lo que deja a los agricultores más pequeños con menos opciones adaptadas a sus necesidades. Invertir en tecnologías digitales, en particular para los productores que buscan aprovechar los avances más allá de las intervenciones telefónicas, a menudo implica requisitos previos desalentadores y obstáculos burocráticos para acceder al crédito. Estos requisitos a menudo incluyen estrictas exigencias de garantías, lo que crea obstáculos para obtener apoyo financiero y restringe el acceso a créditos asequibles. La mayoría de los productores carecen capacitación y conocimientos financieros con respecto a la variedad de productos (micro) financieros disponibles, lo que dificulta aún más su capacidad para adoptar

tecnologías más sofisticadas en sus fincas. Esta brecha económica refuerza un ciclo de desigualdad, lo que obstaculiza el potencial de los avances tecnológicos para mejorar a la comunidad en todos los segmentos agrícolas.

El analfabetismo digital es un desafío importante, que impide a los agricultores usar las plataformas digitales de manera eficiente y limita el potencial transformador de la tecnología en sus prácticas agrícolas. Este desafío está entrelazado con varios factores, destacando las disparidades educativas, particularmente en las zonas rurales y empobrecidas, así como entre las comunidades indígenas. La edad también es un factor que contribuye al analfabetismo, puesto que las personas más jóvenes suelen tener una mayor competencia en el uso de dispositivos digitales, como los teléfonos inteligentes, en comparación con sus contrapartes mayores. Desafortunadamente, esta población más joven y con más conocimientos tecnológicos a menudo migra de las granjas rurales a las áreas urbanas, eliminando la experiencia tecnológica que podría haber ayudado a avanzar las prácticas digitales en el sector agrícola. Además, las barreras lingüísticas amplían la brecha digital, ya que es posible que no se pueda acceder a determinadas herramientas tecnológicas en los idiomas locales. Este desafío lingüístico restringe las tasas de adopción y niega a sectores específicos de la población los beneficios de los avances digitales.

Finalmente, la falta de datos de alta resolución sobre elementos cruciales como los suelos, el agua y las condiciones meteorológicas, junto con una notable ausencia de datos y análisis relacionados con los mercados y las existencias, plantea un desafío importante para la precisión y la eficacia de las tecnologías digitales en la optimización de las prácticas agrícolas. Esta brecha es particularmente pronunciada en la información centrada en la producción en pequeña escala y de subsistencia. La limitada disponibilidad de información detallada sobre estos factores clave obstaculiza la precisión y el alcance de las herramientas digitales, restringiendo su capacidad para contribuir significativamente a mejorar la toma de decisiones y la gestión de los recursos en la agricultura. Abordar esta brecha de datos es esencial para maximizar los beneficios potenciales de las tecnologías digitales y promover la eficiencia y la sostenibilidad en las prácticas agrícolas en Guatemala.

21 Para más información sobre Nuevo Camino del Sol, visite: <https://dcc.newsunroad.com/>

22 Para más información sobre los esfuerzos de conservación del agua en Honduras visite: <https://aguadehonduras.gob.hn>

PRINCIPALES BARRERAS PARA LA ADOPCIÓN DE TECNOLOGÍAS DIGITALES EN GUATEMALA

Según investigaciones de CEPAL (Moreno y Aedo 2011) y consultas con partes interesadas, las siguientes son las principales barreras para la adopción de tecnologías digitales:



Deficiente infraestructura tecnológica en las zonas rurales



Altos costos de las tecnologías



Bajos niveles de alfabetización digital



Mecanismos limitados para la formación de adultos en el uso de las TIC



Innovaciones digitales no diseñadas para la producción a pequeña escala o la agricultura familiar



Los productores no conocen, o no siempre quieren, o no confían en las tecnologías digitales para la agricultura

Tecnologías seleccionadas

En esta sección, exploramos cómo las tecnologías digitales pueden abordar los desafíos clave dentro del sector agrícola de Guatemala. Estos conocimientos surgieron de una combinación de investigación de escritorio, consultas con partes interesadas y un taller de un día con 30 partes interesadas clave. Cada tecnología fue evaluada en seis dimensiones: Progreso (estado de desarrollo y escalabilidad, rentabilidad actual), Política (políticas de apoyo, programas e inversiones), Impacto económico potencial (adopción esperada y retorno de la inversión), Eficiencia (mejora de la eficiencia de los sistemas alimentarios), Equidad (inclusión de jóvenes y género), y Medio ambiente (apoyo a la sostenibilidad). A continuación, la Tabla 4 muestra las tecnologías prioritarias resultantes de este proceso integral.

Tecnologías digitales financieras

Los agricultores de Guatemala enfrentan riesgos de ingresos debido a eventos climáticos imprevistos. Los seguros pueden romper este ciclo, ya que la teledetección ayuda a las aseguradoras de dos maneras fundamentales. En primer lugar, acelera y reduce el costo de la tramitación de las reclamaciones al evaluar rápidamente el alcance de los daños cuando los agricultores solicitan pagos por pérdidas relacionadas con el clima. En segundo lugar, la tecnología de teledetección guía a las aseguradoras para informar a los agricultores sobre las medidas de mitigación de riesgos en tiempo real, ayudándoles a evitar pérdidas completas por los desafíos relacionados con el clima. Con esto, las compañías de seguros pueden ofrecer una cobertura más accesible y asequible a los agricultores económicamente desfavorecidos, lo que les permite salvaguardar sus inversiones agrícolas y desarrollar resiliencia frente a un futuro climático incierto.

La falta de garantías crediticias para los productores representa una barrera importante para acceder a financiamiento oportuno. Sin embargo, la IA ofrece una solución para reducir el riesgo crediticio para las instituciones microfinancieras como FUNDEA, Fundación Genesis Empresarial y Acceso Financiero. La IA puede empoderar a los pequeños agricultores mediante la evaluación de su solvencia y exposición a las amenazas climáticas utilizando diversas fuentes de datos, incluidas las transacciones digitales, el uso de teléfonos móviles, la actividad en las redes sociales, los datos satelitales y los datos agrícolas, lo que permite tomar decisiones crediticias informadas incluso para aquellos con historiales crediticios limitados. La racionalización del proceso de solicitud de préstamos, la adaptación de los productos de préstamos a las necesidades individuales y el monitoreo del crédito pueden ayudar a los agricultores a crear opciones de crédito para inversiones agrícolas, mejorando su resiliencia y promoviendo la inclusión financiera dentro de las comunidades agrícolas desatendidas de Guatemala.

Los bancos, las compañías de seguros y sus principales clientes, los grandes agricultores industriales pueden obtener beneficios sustanciales al aprovechar la teledetección para los seguros y la IA para la calificación crediticia. Sin embargo, el rendimiento de la inversión para los pequeños agricultores es comparativamente menor, lo que requiere el apoyo del sector público o de las organizaciones internacionales. Una recomendación es fomentar la colaboración

en lugar de iniciativas separadas, con organizaciones públicas o internacionales que cofinancien instituciones de seguros y microcréditos o bancos para implementar tecnologías de teledetección e inteligencia artificial, garantizando la accesibilidad para los pequeños agricultores.

Además, es imperativo promover la alfabetización financiera entre los agricultores a través de plataformas digitales y redes sociales populares como Facebook, TikTok, podcasts o tutoriales. Estas plataformas pueden proporcionar educación financiera a los agricultores, mejorando su comprensión de los asuntos financieros, incluida la gestión del crédito y las garantías. Al reforzar sus conocimientos financieros, se espera que los agricultores sean más elegibles para el crédito. La realidad aumentada (RA) y la realidad virtual (RV) también se recomiendan como herramientas para la educación financiera. Estas tecnologías inmersivas ofrecen experiencias de aprendizaje interactivas y efectivas, lo que mejora aún más las habilidades financieras de los agricultores.

Tecnologías y servicios digitales en la finca

En cuanto a los insumos agrícolas y las semillas, existe el reto del acceso limitado a la información sobre los productos que los agricultores necesitan para una producción eficiente, como los precios de los insumos o la accesibilidad de los mercados tradicionales debido a los altos costos o las condiciones de transporte desde el centro poblado hasta el campo del agricultor. Por lo tanto, la creación de un mercado digital de insumos contribuiría a una mayor accesibilidad, eficiencia y transparencia en la adquisición de productos. Además, incentivos adecuados podrían alentar a los agricultores a adoptar productos agrícolas ambientalmente sostenibles, incluidos los insumos orgánicos. La inclusión de asistencia técnica, que podría involucrar chatbots de IA en el futuro, ofrece beneficios adicionales. Como se mencionó anteriormente, existe Agriconecta, una plataforma dedicada a impulsar el comercio electrónico a través de novedosos canales de comercialización, que permite a los agricultores acceder a consultas, buscar productos y realizar compras con base a recomendaciones, ya sea con el apoyo de asistencia técnica o protocolos predefinidos.

Como componente esencial en la cadena de producción agrícola, la escasez de agua puede obstaculizar significativamente los rendimientos agrícolas. Por lo tanto, la adopción de sistemas de riego inteligentes y tecnologías de gestión del agua representa una solución potencial para los agricultores que pueden permitírselo, mejorando la gestión de los recursos hídricos y la productividad general. Sistemas de Información Geográfica (SIG) para la gestión del recurso hídrico, como los existentes en países vecinos,²³ podrían facilitar la toma de decisiones del agua en las cuencas.

La mano de obra agrícola ha evolucionado debido a factores como la migración a las zonas urbanas y a los Estados Unidos, y la estancia de los jóvenes en las ciudades, lo que crea una necesidad y una oportunidad para las plataformas de publicidad laboral. Además, la adopción de tecnologías de automatización agrícola como los drones para la geolocalización y la optimización, así como maquinaria

asequible a través de plataformas de intercambio, puede ayudar a aliviar la actual escasez de mano de obra en la agricultura.

Los productores de Guatemala se beneficiarían enormemente de un mejor acceso a la información para tomar decisiones informadas. En primer lugar, sería especialmente valioso proporcionar asesoramiento (extensión digital) sobre agronomía, manejo de plagas y enfermedades, y cuidado y salud de los animales, especialmente para aquellos que no reciben regularmente visitas de agentes de extensión. Estas asesorías se pueden personalizar para ofrecer información relevante a las personas adecuadas, considerando las capacidades y preferencias de los usuarios finales. En segundo lugar, la información relacionada con el clima (servicios climáticos), incluidos los pronósticos meteorológicos a corto plazo y las predicciones de clima a más largo plazo, es de suma importancia. Además, el establecimiento de un sistema de alerta temprana garantizaría que los productores reciban alertas oportunas sobre brotes de plagas y enfermedades, eventos climáticos extremos y efectos de la variabilidad climática proveniente de fenómenos como El Niño y La Niña. Estos servicios de asesoramiento deben servir para las alertas tempranas y también para ayudar con la planificación estratégica de la temporada en función de las condiciones pronosticadas.

Estos servicios podrían prestarse a los agricultores a través de SMS, IVR, USSD, radio, televisión, aplicaciones para teléfonos inteligentes o redes sociales. La creación de una ventanilla única que combine sistemas de alerta temprana, información climática y avisos pertinentes ofrecería un apoyo directo pero integral a la comunidad agrícola, promoviendo economías de escala en los esfuerzos de desarrollo. Esta extensión digital podría realizarse a través del sector privado, mediante la ayuda del sistema de extensión existente o a través de un híbrido de estos. La agregación de grupos de cooperativas o asociaciones de agricultores puede ayudar mucho a que las tecnologías digitales se generalicen e impacten en los rendimientos y las mejores prácticas ambientales.

Aunque la agricultura de precisión parece estar fuera del alcance de la mayoría de los pequeños productores en Guatemala, existen opciones para poder entregar avisos agronómicos y meteorológicos muy detallados. Una forma de hacerlo es utilizando las llamadas parcelas digitales (Martínez, 2023). Estos pueden ubicarse estratégicamente en zonas que se asemejan mucho a las parcelas de la zona. Las tecnologías digitales integradas en las parcelas digitales, incluidas las estaciones meteorológicas, sensores para detectar humedad en el suelo, pH, y niveles de nitrógeno fosforo y potasio, los lisímetros y los drones que pueden servir a la comunidad en general al informar sobre las mejores prácticas a los agricultores con circunstancias similares. Estos también podrían convertirse en centros, que pueden formar parte de la organización de grupos de agricultores, convertirse en un lugar para la formación, la demostración y las parcelas de prueba, y la maquinaria compartida, incluidos los drones.

Tecnologías y servicios digitales para soluciones poscosecha, mercados y consumidores

En el contexto de la poscosecha, la distribución y el consumo, un desafío importante es la ocurrencia de pérdidas posteriores a la cosecha debido a la trazabilidad inadecuada dentro de la cadena

23 Por ejemplo, para información sobre los esfuerzos de conservación del agua en Honduras, consulte: <https://aguadehonduras.gob.hn>

de suministro agrícola. Para mitigar este problema, se recomienda un seguimiento preciso de los productos con la implementación de sensores y códigos QR, con preferencia para que los pequeños agricultores adopten estas tecnologías a través de cooperativas o asociaciones.

Además, instalaciones inadecuadas para el almacenamiento de productos agrícolas puede provocar pérdidas. La implementación de sensores de monitoreo en tiempo real para rastrear las condiciones y la calidad del producto después de la cosecha es esencial para preservar la frescura y el valor nutricional. Además, la adopción de aplicaciones de software para agilizar la gestión postcosecha reduce significativamente las pérdidas y mejora el control de calidad del producto.

Por último, la falta de un mercado accesible plantea un problema significativo. El establecimiento de un mercado en línea puede simplificar el comercio y las transacciones agrícolas. Este enfoque amplía el acceso al mercado y las oportunidades comerciales para los agricultores, al tiempo que mejora la eficiencia general de la cadena de suministro. Sin embargo, es crucial tener en cuenta que este enfoque puede marginalizar a los agricultores con alfabetización digital limitada y acceso a teléfonos inteligentes, tabletas o computadoras. Por lo tanto, los intermediarios, las cooperativas o las asociaciones pueden ayudar a estos agricultores a acceder indirectamente a los mercados en línea sin dejar de beneficiarse de las ventajas.

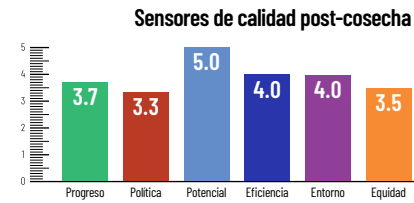
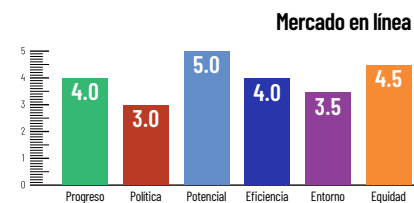
Estas tecnologías tienen el potencial de revolucionar el sector agrícola y liberar todo su potencial. Sin embargo, su selección debe

Cuadro 4. Resumen de las tecnologías seleccionadas. Se analizaron los desafíos clave identificados, cada uno emparejado con una solución digital y su resultado asociado, en seis dimensiones: Progreso, Política, Impacto económico potencial, Eficiencia, Equidad y Medio ambiente.

	Desafío	Tecnología y propósito	Hecho por	Usuario Final	Análisis																											
FINANZAS	Los agricultores carecen de seguros ante problemas relacionados con el clima	Utilizar teledetección como soporte a los seguros climáticos y así fortalecer la resiliencia contra los riesgos climáticos	Tecnologías agrícolas	Productores	<p>Teledetección para seguros</p> <table border="1"> <tr><th>Dimensión</th><th>Puntuación</th></tr> <tr><td>Progreso</td><td>4.3</td></tr> <tr><td>Política</td><td>4.3</td></tr> <tr><td>Potencial</td><td>3.8</td></tr> <tr><td>Eficiencia</td><td>3.0</td></tr> <tr><td>Entorno</td><td>3.0</td></tr> <tr><td>Equidad</td><td>4.0</td></tr> </table>	Dimensión	Puntuación	Progreso	4.3	Política	4.3	Potencial	3.8	Eficiencia	3.0	Entorno	3.0	Equidad	4.0													
	Dimensión	Puntuación																														
	Progreso	4.3																														
Política	4.3																															
Potencial	3.8																															
Eficiencia	3.0																															
Entorno	3.0																															
Equidad	4.0																															
La falta de educación financiera para el productor conduce a un bajo acceso a crédito	<p>Implementar podcasts, mensajes de TikTok, programas radiales, YouTube o Facebook con contenidos de educación financiera para empoderar a los agricultores con conocimientos financieros, mejorando así su acceso al crédito</p> <p>Desarrollar herramientas de educación financiera con realidad aumentada/virtual para facilitar el acceso a crédito</p>	Instituciones de microfinanzas	Productores a pequeña y mediana escala	<p>Educación financiera agrícola en medios</p> <table border="1"> <tr><th>Dimensión</th><th>Puntuación</th></tr> <tr><td>Progreso</td><td>2.8</td></tr> <tr><td>Política</td><td>1.5</td></tr> <tr><td>Potencial</td><td>5.0</td></tr> <tr><td>Eficiencia</td><td>4.0</td></tr> <tr><td>Entorno</td><td>5.0</td></tr> <tr><td>Equidad</td><td>5.0</td></tr> </table> <p>Educación financiera con AR/VR</p> <table border="1"> <tr><th>Dimensión</th><th>Puntuación</th></tr> <tr><td>Progreso</td><td>3.5</td></tr> <tr><td>Política</td><td>3.0</td></tr> <tr><td>Potencial</td><td>4.5</td></tr> <tr><td>Eficiencia</td><td>3.0</td></tr> <tr><td>Entorno</td><td>3.0</td></tr> <tr><td>Equidad</td><td>3.0</td></tr> </table>	Dimensión	Puntuación	Progreso	2.8	Política	1.5	Potencial	5.0	Eficiencia	4.0	Entorno	5.0	Equidad	5.0	Dimensión	Puntuación	Progreso	3.5	Política	3.0	Potencial	4.5	Eficiencia	3.0	Entorno	3.0	Equidad	3.0
Dimensión	Puntuación																															
Progreso	2.8																															
Política	1.5																															
Potencial	5.0																															
Eficiencia	4.0																															
Entorno	5.0																															
Equidad	5.0																															
Dimensión	Puntuación																															
Progreso	3.5																															
Política	3.0																															
Potencial	4.5																															
Eficiencia	3.0																															
Entorno	3.0																															
Equidad	3.0																															
La falta de acceso a crédito para inversiones agrícolas	<p>Implementar IA en instituciones de microfinanzas para minimizar el riesgo crediticio y permitir que los agricultores califiquen para financiamiento</p> <p>Utilizar análisis avanzado para mejorar los procesos de calificación crediticia</p>	Instituciones de microfinanzas con apoyo cooperativo	Productores	<p>IA para minimizar el crédito crediticio</p> <table border="1"> <tr><th>Dimensión</th><th>Puntuación</th></tr> <tr><td>Progreso</td><td>0.8</td></tr> <tr><td>Política</td><td>1.3</td></tr> <tr><td>Potencial</td><td>3.8</td></tr> <tr><td>Eficiencia</td><td>3.0</td></tr> <tr><td>Entorno</td><td>3.0</td></tr> <tr><td>Equidad</td><td>3.0</td></tr> </table> <p>Análisis avanzado para la calificación crediticia</p> <table border="1"> <tr><th>Dimensión</th><th>Puntuación</th></tr> <tr><td>Progreso</td><td>2.5</td></tr> <tr><td>Política</td><td>1.3</td></tr> <tr><td>Potencial</td><td>5.0</td></tr> <tr><td>Eficiencia</td><td>5.0</td></tr> <tr><td>Entorno</td><td>3.0</td></tr> <tr><td>Equidad</td><td>4.0</td></tr> </table>	Dimensión	Puntuación	Progreso	0.8	Política	1.3	Potencial	3.8	Eficiencia	3.0	Entorno	3.0	Equidad	3.0	Dimensión	Puntuación	Progreso	2.5	Política	1.3	Potencial	5.0	Eficiencia	5.0	Entorno	3.0	Equidad	4.0
Dimensión	Puntuación																															
Progreso	0.8																															
Política	1.3																															
Potencial	3.8																															
Eficiencia	3.0																															
Entorno	3.0																															
Equidad	3.0																															
Dimensión	Puntuación																															
Progreso	2.5																															
Política	1.3																															
Potencial	5.0																															
Eficiencia	5.0																															
Entorno	3.0																															
Equidad	4.0																															

	Desafío	Tecnología y propósito	Hecho por	Usuario Final	Análisis														
INSUMOS	Acceso e información sobre cómo utilizar mejor los insumos agrícolas	Establecer mercados digitales para insumos agrícolas para proporcionar a los agricultores acceso conveniente a una amplia gama de productos, mejorando la eficiencia de la adquisición, y contribuyendo a la productividad y sostenibilidad agrícola	Agroservicios	Productores, proveedores de insumos y técnicos	<p>Mercado digital agrícola</p> <table border="1"> <tr><th>Categoría</th><th>Puntuación</th></tr> <tr><td>Progreso</td><td>0.8</td></tr> <tr><td>Política</td><td>3.7</td></tr> <tr><td>Potencial</td><td>4.5</td></tr> <tr><td>Eficiencia</td><td>4.0</td></tr> <tr><td>Entorno</td><td>2.0</td></tr> <tr><td>Equidad</td><td>4.0</td></tr> </table>	Categoría	Puntuación	Progreso	0.8	Política	3.7	Potencial	4.5	Eficiencia	4.0	Entorno	2.0	Equidad	4.0
		Categoría	Puntuación																
		Progreso	0.8																
Política	3.7																		
Potencial	4.5																		
Eficiencia	4.0																		
Entorno	2.0																		
Equidad	4.0																		
Optimizar la información de acceso al agua a nivel comunitario utilizando SIG para mejorar la gestión de recursos hídricos y la productividad agrícola	Sector público y asociación de productores	Técnicos y productores	<p>SIG para optimización del uso del agua</p> <table border="1"> <tr><th>Categoría</th><th>Puntuación</th></tr> <tr><td>Progreso</td><td>1.5</td></tr> <tr><td>Política</td><td>2.7</td></tr> <tr><td>Potencial</td><td>4.0</td></tr> <tr><td>Eficiencia</td><td>4.0</td></tr> <tr><td>Entorno</td><td>5.0</td></tr> <tr><td>Equidad</td><td>4.5</td></tr> </table>	Categoría	Puntuación	Progreso	1.5	Política	2.7	Potencial	4.0	Eficiencia	4.0	Entorno	5.0	Equidad	4.5		
Categoría	Puntuación																		
Progreso	1.5																		
Política	2.7																		
Potencial	4.0																		
Eficiencia	4.0																		
Entorno	5.0																		
Equidad	4.5																		
Instalar sistemas de riego inteligentes de bajo costo para optimizar el uso del agua y la utilización de recursos en las parcelas	Sector público, proveedores de insumos y asociación de productores	Productores a pequeña escala	<p>Gestión de riego de bajo costo</p> <table border="1"> <tr><th>Categoría</th><th>Puntuación</th></tr> <tr><td>Progreso</td><td>1.0</td></tr> <tr><td>Política</td><td>3.0</td></tr> <tr><td>Potencial</td><td>4.0</td></tr> <tr><td>Eficiencia</td><td>4.0</td></tr> <tr><td>Entorno</td><td>4.0</td></tr> <tr><td>Equidad</td><td>5.0</td></tr> </table>	Categoría	Puntuación	Progreso	1.0	Política	3.0	Potencial	4.0	Eficiencia	4.0	Entorno	4.0	Equidad	5.0		
Categoría	Puntuación																		
Progreso	1.0																		
Política	3.0																		
Potencial	4.0																		
Eficiencia	4.0																		
Entorno	4.0																		
Equidad	5.0																		
Falta de acceso al agua	Implementar tecnologías de gestión de riego para maximizar la eficiencia del uso del agua y la utilización de recursos	Proveedores de insumos y técnicos; posiblemente sector privado	Productores de mediano a grande escala y técnicos	<p>Gestión de riego - alta tecnología</p> <table border="1"> <tr><th>Categoría</th><th>Puntuación</th></tr> <tr><td>Progreso</td><td>4.3</td></tr> <tr><td>Política</td><td>3.3</td></tr> <tr><td>Potencial</td><td>5.0</td></tr> <tr><td>Eficiencia</td><td>5.0</td></tr> <tr><td>Entorno</td><td>5.0</td></tr> <tr><td>Equidad</td><td>3.0</td></tr> </table>	Categoría	Puntuación	Progreso	4.3	Política	3.3	Potencial	5.0	Eficiencia	5.0	Entorno	5.0	Equidad	3.0	
	Categoría	Puntuación																	
Progreso	4.3																		
Política	3.3																		
Potencial	5.0																		
Eficiencia	5.0																		
Entorno	5.0																		
Equidad	3.0																		
Adoptar sistemas integrados de monitoreo de riego para mejorar las prácticas de gestión del riego	Sector público	Técnicos y productores	<p>Monitoreo integrado de riego</p> <table border="1"> <tr><th>Categoría</th><th>Puntuación</th></tr> <tr><td>Progreso</td><td>4.3</td></tr> <tr><td>Política</td><td>1.3</td></tr> <tr><td>Potencial</td><td>4.0</td></tr> <tr><td>Eficiencia</td><td>4.0</td></tr> <tr><td>Entorno</td><td>4.5</td></tr> <tr><td>Equidad</td><td>4.0</td></tr> </table>	Categoría	Puntuación	Progreso	4.3	Política	1.3	Potencial	4.0	Eficiencia	4.0	Entorno	4.5	Equidad	4.0		
Categoría	Puntuación																		
Progreso	4.3																		
Política	1.3																		
Potencial	4.0																		
Eficiencia	4.0																		
Entorno	4.5																		
Equidad	4.0																		
PRODUCTOR	Falta de mano de obra en la finca	Emplear plataformas que ofrezcan mano de obra agrícola temporal para agilizar el proceso de conexión de trabajadores agrícolas y maquinaria, aumentando así la eficiencia y productividad	Sector privado y asociación de productores	Productores a pequeña escala	<p>Plataforma de mano de obra agrícola</p> <table border="1"> <tr><th>Categoría</th><th>Puntuación</th></tr> <tr><td>Progreso</td><td>2.5</td></tr> <tr><td>Política</td><td>2.5</td></tr> <tr><td>Potencial</td><td>4.0</td></tr> <tr><td>Eficiencia</td><td>4.0</td></tr> <tr><td>Entorno</td><td>3.0</td></tr> <tr><td>Equidad</td><td>5.0</td></tr> </table>	Categoría	Puntuación	Progreso	2.5	Política	2.5	Potencial	4.0	Eficiencia	4.0	Entorno	3.0	Equidad	5.0
		Categoría	Puntuación																
	Progreso	2.5																	
Política	2.5																		
Potencial	4.0																		
Eficiencia	4.0																		
Entorno	3.0																		
Equidad	5.0																		
Establecer plataformas que ofrezcan mecanización compartida para mejorar la eficiencia de la mecanización en la agricultura	Agroservicios, cooperativas y asociación de productores	Productores a pequeña y mediana escala	<p>Herramientas agrícolas compartidas</p> <table border="1"> <tr><th>Categoría</th><th>Puntuación</th></tr> <tr><td>Progreso</td><td>2.5</td></tr> <tr><td>Política</td><td>2.5</td></tr> <tr><td>Potencial</td><td>4.0</td></tr> <tr><td>Eficiencia</td><td>4.0</td></tr> <tr><td>Entorno</td><td>3.0</td></tr> <tr><td>Equidad</td><td>4.5</td></tr> </table>	Categoría	Puntuación	Progreso	2.5	Política	2.5	Potencial	4.0	Eficiencia	4.0	Entorno	3.0	Equidad	4.5		
Categoría	Puntuación																		
Progreso	2.5																		
Política	2.5																		
Potencial	4.0																		
Eficiencia	4.0																		
Entorno	3.0																		
Equidad	4.5																		
Sequías y olas de calor prolongadas, plagas y enfermedades	Desarrollar sistemas de alerta temprana ante eventos climáticos extremos, plagas y enfermedades para permitir la detección oportuna y la gestión efectiva del riesgo	Sector público y asociación de productores	Productores	<p>Sistema de alerta temprana</p> <table border="1"> <tr><th>Categoría</th><th>Puntuación</th></tr> <tr><td>Progreso</td><td>3.5</td></tr> <tr><td>Política</td><td>3.5</td></tr> <tr><td>Potencial</td><td>4.5</td></tr> <tr><td>Eficiencia</td><td>4.0</td></tr> <tr><td>Entorno</td><td>3.0</td></tr> <tr><td>Equidad</td><td>3.0</td></tr> </table>	Categoría	Puntuación	Progreso	3.5	Política	3.5	Potencial	4.5	Eficiencia	4.0	Entorno	3.0	Equidad	3.0	
Categoría	Puntuación																		
Progreso	3.5																		
Política	3.5																		
Potencial	4.5																		
Eficiencia	4.0																		
Entorno	3.0																		
Equidad	3.0																		

	Desafío	Tecnología y propósito	Hecho por	Usuario Final	Análisis
PRODUCTOR	Falta de habilidades para implementar prácticas agrícolas y adaptarse a los efectos del cambio climático	Implementar sistemas de extensión digital (SMS o IVR) para la difusión generalizada de información agrícola	Sector público, asociación de productores, tecnologías agrícolas	Productores y técnicos a pequeña y mediana escala	SMS o IVR de extensión digital
		Implementar sistemas de extensión digital (aplicación) para la difusión de avisos altamente detallados sobre cuidado de la salud animal (preventivo) y prácticas agronómicas que conduzcan a mayores rendimientos, menor vulnerabilidad y prácticas sostenibles	Sector público, asociación de productores, tecnologías agrícolas	Productores y técnicos a mediana y gran escala	Aplicación de extensión digital
	Falta de información sobre la humedad del suelo a nivel de finca	Desplegar sensores y aplicaciones para monitorear la humedad del suelo para reducir pérdidas	Agroservicios, asociación de productores, academia, ONG y sector privado en general	Productores de mediano a grande escala y técnicos	Monitoreo de humedad del suelo
	Falta de información climática basada en datos y en tiempo real	Instalar estaciones meteorológicas inteligentes y avisos relacionados con el clima (SMS, IVR, WhatsApp, redes sociales, aplicaciones y a través de técnicos y mesas agroclimáticas) para mejorar la predicción del clima y la planificación agrícola	Tecnologías agrícolas, Agroservicios, Servicio Meteorológico, Instituciones de Microfinanzas	Productores, proveedores de insumos y técnicos	Estaciones meteorológicas inteligentes
	Los productores carecen de habilidades para usar herramientas digitales	Crear plataformas de capacitación en habilidades digitales dirigida a técnicos y productores para mejorar la alfabetización digital y promover la adopción de prácticas que puedan ayudar a mejorar los rendimientos y la resiliencia	Sector público, asociación de productores, AgTechs	Productores y técnicos	Plataforma de capacitación en habilidades digitales
	Capacidad para gestionar operaciones y finanzas en fincas de tamaño mediano a grande	Proporcionar a los agricultores herramientas de gestión de fincas para mejorar las prácticas agrícolas y financieras, lo que conduce a un aumento de la eficiencia y la rentabilidad	Sector privado	Productores de mediana a gran escala y técnicos	Herramienta de gestión de finca
POST-COSECHA, DISTRIBUCIÓN Y CONSUMIDOR	Falta de acceso a tecnologías post-cosecha e información sobre calidad de productos y seguridad alimentaria	Introducir códigos QR para mejorar la trazabilidad de los productos y la información al consumidor	Asociación de productores y ONGs	Productores	Trazabilidad mejorada
		Utilizar aplicaciones para rastrear y gestionar procesos agrícolas para mejorar la trazabilidad, el control de calidad y la eficiencia operativa	Sector privado incentivado por ONGs y el Gobierno de Guatemala	Productores de mediano a grande escala	Aplicación de gestión de procesos

	Desafío	Tecnología y propósito	Hecho por	Usuario Final	Análisis														
POST-COSECHA, DISTRIBUCIÓN Y CONSUMIDOR	Falta de infraestructura de almacenamiento	Implementar sensores para monitorear las condiciones y calidad post-cosecha mejorando los procesos de gestión y control de calidad post-cosecha	AgTechs y agroservicios (PICS Global, Grain Pro, John Deere)	Productores	<p>Sensores de calidad post-cosecha</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Categoría</th> <th>Puntuación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Progreso</td> <td>3.7</td> </tr> <tr> <td>Política</td> <td>3.3</td> </tr> <tr> <td>Potencial</td> <td>5.0</td> </tr> <tr> <td>Eficiencia</td> <td>4.0</td> </tr> <tr> <td>Entorno</td> <td>4.0</td> </tr> <tr> <td>Equidad</td> <td>3.5</td> </tr> </tbody> </table>	Categoría	Puntuación	Progreso	3.7	Política	3.3	Potencial	5.0	Eficiencia	4.0	Entorno	4.0	Equidad	3.5
	Categoría	Puntuación																	
Progreso	3.7																		
Política	3.3																		
Potencial	5.0																		
Eficiencia	4.0																		
Entorno	4.0																		
Equidad	3.5																		
Ausencia de un mercado	Establecer mercados en línea para facilitar el comercio y las transacciones de productos agropecuarios, proporcionando a los agricultores un mayor acceso a mercados y oportunidades comerciales y reduciendo los costos de intermediarios	Asociación de productores y ONGs	Productores a pequeña y mediana escala	<p>Mercado en línea</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Categoría</th> <th>Puntuación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Progreso</td> <td>4.0</td> </tr> <tr> <td>Política</td> <td>3.0</td> </tr> <tr> <td>Potencial</td> <td>5.0</td> </tr> <tr> <td>Eficiencia</td> <td>4.0</td> </tr> <tr> <td>Entorno</td> <td>3.5</td> </tr> <tr> <td>Equidad</td> <td>4.5</td> </tr> </tbody> </table>	Categoría	Puntuación	Progreso	4.0	Política	3.0	Potencial	5.0	Eficiencia	4.0	Entorno	3.5	Equidad	4.5	
Categoría	Puntuación																		
Progreso	4.0																		
Política	3.0																		
Potencial	5.0																		
Eficiencia	4.0																		
Entorno	3.5																		
Equidad	4.5																		

basarse en varias consideraciones, incluidos los costos asociados, los requisitos de conectividad, la alfabetización digital de los usuarios destinatarios y garantizar que los pequeños agricultores no queden excluidos de este progreso. Las condiciones climáticas y la topografía también influyen en las opciones tecnológicas, por ejemplo, las regiones propensas a la sequía pueden requerir tecnologías de riego especializadas, mientras que las zonas

montañosas pueden enfrentarse a problemas de conectividad. Además, es crucial reconocer que algunos agricultores pueden resistirse a adoptar nuevos métodos, prefiriendo mantener las prácticas tradicionales debido a las amenazas percibidas de la tecnología digital. Reconocer la diversidad multicultural de Guatemala es esencial, ya que desempeña un papel fundamental en la adopción de nuevas prácticas y tecnologías.

RECOMENDACIONES TECNOLÓGICAS CLAVES

1 

A fin de mejorar el acceso de los pequeños agricultores al crédito y a los seguros, es aconsejable promover la colaboración entre los facilitadores de microcréditos/bancos, las compañías de seguros, las entidades del sector público y las organizaciones internacionales para financiar conjuntamente la fase de desarrollo de la teledetección para los seguros y la IA para las iniciativas de calificación crediticia, garantizando que tanto los agricultores de gran escala como los de pequeña escala puedan beneficiarse de estos avances. Otra oportunidad surge con la digitalización de los registros de las cooperativas de agricultores para la exportación y certificación. Dentro de estos registros se encuentran datos valiosos que pueden desempeñar un papel crucial en los procesos de calificación crediticia y desbloquear el potencial para un mejor apoyo financiero para los agricultores.

2 

Fortalecer el Centro de Información Estratégica Agropecuaria (CIEA) en Guatemala para que continuamente mejore los servicios de información climática, extensión digital y sistemas de alerta temprana. Este centro podrá ofrecer avisos personalizados cada vez mejores, que cubren la agronomía, el manejo de plagas y enfermedades, la salud animal, el tiempo y la información climática a través de canales accesibles como SMS, IVR, aplicaciones para teléfonos inteligentes y redes sociales. Esto podría concebirse como una plataforma que varios servicios pueden aprovechar o un servicio diseñado específicamente para cultivos y sistemas de producción que actualmente no cuentan con servicios de asesoría disponibles. El desarrollo podría ser llevado a cabo por el sector público o a través de asociaciones público-privadas. Este grupo podría reforzarse mediante la instalación de parcelas digitales que incluyan estaciones meteorológicas automatizadas y sensores en zonas que se asemejen a las parcelas de los agricultores. Esta innovación en conjunto tiene como objetivo empoderar a los agricultores grandes y pequeños, proporcionando conocimientos esenciales a través de estos medios, lo que permite la toma de decisiones informadas y fortalece la resiliencia agrícola.

3 

La colaboración a través de cooperativas o asociaciones de agricultores puede facilitar el desarrollo de sistemas de trazabilidad específicos para la producción y mejorar la eficiencia de la cadena de valor mediante códigos QR, sensores, instalaciones de almacenamiento dedicadas y, cuando sea necesario, mercados en línea vinculados.

Entorno propicio

El potencial de las tecnologías digitales en Guatemala está estrechamente ligado al establecimiento de un entorno propicio adaptado al contexto único del país. Este capítulo profundiza en las fortalezas y limitaciones del entorno actual, ofreciendo información para la optimización. Se centra en cinco pilares cruciales: Ecosistemas empresariales y de red, Políticas y regulaciones, Finanzas e inversiones, Desarrollo de capacidades y Enfoques de diseño centrados en el usuario. Estos elementos convergen para dar forma a un entorno propicio para el éxito de las tecnologías digitales en la agricultura. El capítulo subraya la importancia de invertir tanto en soluciones digitales como en este entorno propicio, haciendo hincapié en la necesidad de un enfoque nacional integral e integrado para liberar el potencial transformador de las tecnologías digitales en la agricultura.



Red de partes interesadas y ámbito empresarial

Las empresas pueden beneficiarse de esta colaboración aprovechando el intercambio de datos, los datos abiertos, la interoperabilidad de los sistemas y los servicios agrupados, para llegar a una base de usuarios finales más amplia y a las economías de escala. Este proceso podría ser facilitado mediante la organización de talleres o sesiones de capacitación para educar a los interesados sobre los beneficios, ventajas mutuas, protocolos estandarizados para las asociaciones y regulaciones pertinentes. Garantizar la alineación de las partes interesadas y sus soluciones digitales a lo largo de la cadena de valor, con sistemas interoperables y tecnologías de trazabilidad, es especialmente importante para optimizar la eficiencia y la seguridad de los productos en la agricultura. Esto, a su vez, mejora la confianza de los consumidores, garantiza el cumplimiento normativo y empodera a los pequeños productores al evitar la explotación de intermediarios.

Existen numerosas oportunidades para que el sector de las TIC colabore con la agroindustria, sin embargo, muchos jóvenes empresarios de las TIC pueden dudar en entrar en este campo, ya que no se considera un esfuerzo seguro y rentable, especialmente cuando se trata de tecnologías para la agricultura en pequeña escala. Se pueden explorar varias estrategias para impulsar las innovaciones digitales en la agricultura, incluyendo la reducción de riesgos para los emprendedores que ingresan al sector agrotecnológico, incentivar soluciones digitales para pequeños agricultores y organizar eventos como hackatones o crear fondos de inversión y subvenciones para empresas emergentes.

Para que las start-ups (nuevas empresas) y las compañías prosperen, es importante tener en cuenta que, si bien Guatemala ofrece ciertas fortalezas en términos de facilidad para hacer negocios, como la creación acelerada de empresas y el acceso al crédito, también existen desafíos por ejemplo en lo que respecta a las políticas de cumplimiento de contratos (World Bank, 2020). La creación de un centro o acelerador de innovación puede

desempeñar un papel fundamental a la hora de orientar a las empresas emergentes del sector agrotecnológico a través de la formación y el asesoramiento.

Además de la evolución del sector de la agrotecnología, también hay partes interesadas clave para garantizar que las tecnologías digitales puedan llegar a los productores y beneficiarlos. Por ejemplo, el sector público y su sistema de extensión juegan un papel clave, en primer lugar, adoptando tecnologías digitales que puedan apoyar sus servicios de asistencia técnica y educación no formal, y luego promoviendo la adopción de estas tecnologías entre los agricultores, lo que les permite tomar decisiones informadas para una mejor gestión del riesgo climático para evitar pérdidas agrícolas, mejorar la productividad y/o generar excedentes. Aprovechar la experiencia de los técnicos de extensión y de las Mesas Técnicas Agroclimáticas (MTA) es vital para adaptar la difusión de la información. Guatemala cuenta con una amplia red de MTAs activas que analizan el posible comportamiento del clima en una localidad y generan recomendaciones para disminuir los riesgos asociados a la variabilidad climática esperada, determinando métodos de comunicación efectivos a través de diversos canales.

Por el contrario, un exceso de oferta de tecnologías digitales puede provocar ineficiencias, abrumar a los usuarios y obstaculizar la adopción. Las asociaciones efectivas podrían mitigar esto al ofrecer servicios compuestos, como la combinación de sistemas de alerta temprana, avisos digitales y seguros, para ayudar a los productores a manejar este desafío. Establecer políticas y controles de calidad sólidos es esencial para mantener un ecosistema de tecnología digital equilibrado y eficaz.



Política y regulación

En la actualidad, existen varias políticas institucionales y contratos restrictivos que a menudo dificultan el flujo fluido de datos entre las partes interesadas. En el país existe, como en otros países de la región, una cultura de manejo de información que dificulta el flujo de datos entre las partes interesadas. Por ejemplo, la integración de datos para la gestión de la seguridad alimentaria en periodos de sequía tiende a seguir estructuras jerárquicas, con poca integración de actores fuera del sector público y sin buscar interacciones para el intercambio y toma de decisiones (Müller et al., 2020). Sin embargo, también han existido avances positivos, como el Plan Estratégico de Cambio Climático del MAGA, que tiene como objetivo proporcionar acceso a la información climática, desarrollar sistemas de información estratégica y utilizar índices agroclimáticos para el seguro agrícola, beneficiando a otras partes interesadas. Alianzas como la que existe entre el INSIVUMEH, Anacafé y el Instituto Privado de Investigación en Cambio Climático (ICC) para el intercambio de información meteorológica es otro ejemplo de cómo se demuestran los avances. La legislación vigente, incluida la Ley de Acceso a la Información Pública y la

Ley de Protección de Datos, establece un marco legal para el acceso a los datos, la privacidad y la seguridad en la agricultura digital. Además, la Ley Marco de Cambio Climático promueve la interoperabilidad, facilitando la colaboración efectiva y el intercambio de datos entre las partes interesadas.

Es esencial seguir desarrollando políticas y regulaciones para las tecnologías digitales en el sector agrícola, con un enfoque en la protección de los intereses de los productores, la mejora de la equidad digital (para minimizar la brecha digital y garantizar que los pequeños agricultores no se queden atrás), brindar apoyo para la adopción y promover la participación en los beneficios a lo largo de las cadenas de valor. También hay oportunidades para alinear los esfuerzos de digitalización con objetivos agrícolas, climáticos y ambientales más amplios. Llevar a cabo un análisis exhaustivo de las políticas y la regulación de las tecnologías digitales en el sector agrícola es oportuno y crucial. Este análisis ayudará a identificar las barreras al crecimiento sectorial y proporcionará orientación sobre las políticas necesarias relacionadas con la gobernanza de datos, la privacidad y las prácticas equitativas, entre otros aspectos.



Finanzas e inversión

En Guatemala, como en muchos otros países del mundo, un reto importante es la sostenibilidad de las tecnologías e iniciativas. A menudo, las inversiones del sector público implican planes a corto plazo debido a los cambios en los ciclos gubernamentales. Además, las instituciones internacionales tienden a financiar programas a corto plazo y a seguir las tendencias de inversión en desarrollo. En consecuencia, la industria agrotecnológica desempeña un papel crucial, ya que mantiene planes a largo plazo y también fomenta la innovación una vez que prospera en un entorno sólido y competitivo. Es imperativo que el sector público y los donantes internacionales consideren estrategias a largo plazo o colaboren con empresas y start-ups para establecer iniciativas que perduren en el tiempo y garanticen la sostenibilidad.

En Guatemala, las opciones de financiamiento para las iniciativas de tecnología agrícola abarcan varias vías, incluidas las subvenciones y subsidios gubernamentales²⁴ y las asociaciones público-privadas entre entidades gubernamentales y del sector privado. También cuenta con un amplio apoyo de agencias internacionales de financiamiento como USAID y el BID, que ofrecen programas adaptados a las pequeñas y medianas empresas (PYME) y áreas técnicas específicas. Las instituciones de microfinanzas, como la Cooperativa La Encarnación, ofrecen opciones viables, mientras que los bancos suelen conceder préstamos a PYME de tecnología agrícola. Las inversiones de capital pueden ser exploradas a través del Fondo Centroamericano de Agronegocios (CAAF) y firmas

locales de capital de riesgo. Aunque están surgiendo fondos de inversión de impacto, crowdfunding y plataformas de préstamos entre particulares, son relativamente incipientes en Guatemala, pero podrían plantearse como un importante mecanismo de financiación en el futuro.

La inversión insuficiente en iniciativas empresariales obstaculiza el potencial de crecimiento del sector, lo que subraya la necesidad de programas de educación financiera y empresarial. Aunque en Guatemala existen centros de innovación, se requiere un esfuerzo adicional para elevar el sector de la tecnología agrícola, en particular las ideas que benefician a los pequeños agricultores, a una posición más prominente en el ámbito de las innovaciones. Este predominio puede atraer inversiones, haciendo que los sectores agrícola y alimentario sean económicamente más atractivos.

Asegurar la financiación de soluciones digitales que beneficien exclusivamente a los pequeños agricultores es un reto debido a su percepción de que son menos rentables para los grandes inversores, un reto que se ve agravado por el cambio climático y sus riesgos inherentes. Las agroempresas podrían cerrar esta brecha al considerar soluciones inclusivas dirigidas tanto a los pequeños productores como a los productores industriales, junto con modelos de pago adaptados a las situaciones económicas de los diferentes tipos de productores. Abordar este déficit de financiación podría requerir la intervención del sector público y de los financiadores internacionales, con la oportunidad de utilizar los fondos asignados para el cambio climático y la inversión en tecnología, canalizando los recursos hacia tecnologías agrícolas digitales sostenibles. Del mismo modo, se podrían considerar modelos de suscripción a través de cooperativas, asociados a insumos o procesos de certificación que faciliten su implementación. Hay oportunidades para que el gobierno subsidie tecnologías o servicios específicos; por ejemplo, la creación de subsidios para los mensajes SMS masivos, que podrían facilitar la difusión de información, particularmente en áreas con acceso limitado a Internet y a los servicios de extensión.

Las microfinanzas son fundamentales para el avance del sector agrícola de Guatemala y el fomento de la innovación, especialmente entre los pequeños agricultores que necesitan fondos para semillas, equipos y tecnologías (digitales). Numerosas instituciones e iniciativas operan en el sector del microcrédito, y algunas tienen como objetivo la segmentación inclusiva del mercado, incluida la mejora del acceso de las mujeres al crédito agrícola. Sin embargo, los desafíos actuales, como la mala gestión del crédito y las altas tasas de interés, ponen en peligro la sostenibilidad de estos esfuerzos de microfinanzas, fundamentales para la implementación de la tecnología digital a nivel de las explotaciones agrícolas. La capacitación continua a través de programas de educación financiera que equipa a los usuarios con el conocimiento y las habilidades necesarias para tomar decisiones informadas y mejorar sus capacidades financieras. Sin embargo, hay espacio para ampliar su alcance a un público más amplio.

24 Para más ejemplos, vea: <https://bit.ly/3Ajzdtl>

El microcrédito destinado a invertir en tecnologías digitales cuidadosamente seleccionadas para las explotaciones agrícolas, combinado con una formación exhaustiva en el uso de la tecnología y la gestión del crédito, es muy prometedor para impulsar la adopción de tecnologías específicas en el sector agrícola. La Cooperativa La Encarnación ejemplifica esta estrategia al otorgar préstamos para reforzar las inversiones de los agricultores, utilizando plataformas en línea como Mimarket Agro para las transacciones de productos y brindando orientación experta para apoyar a los agricultores en este esfuerzo. Otro buen ejemplo es el modelo de préstamo otorgado por Fundación Génesis Empresarial.

Desarrollo de capacidades

La introducción de nuevas tecnologías requiere un sólido desarrollo de capacidades, especialmente en entornos en los que los servicios digitales en el sector agrícola y alimentario son relativamente desconocidos. Los esfuerzos esenciales incluyen proporcionar alfabetización digital y capacitación específica en tecnología para los productores, junto con capacitación integral para otras partes interesadas a lo largo de la cadena de valor, incluidos los funcionarios gubernamentales, sobre la utilización de tecnologías digitales específicas, la gestión de datos y las habilidades informáticas básicas.

Sin embargo, los bajos niveles de educación y alfabetización de los pequeños agricultores, exacerbados por factores culturales y sistémicos, dificultan el desarrollo efectivo de las competencias digitales. Incluso para las personas con habilidades de alfabetización digital más desarrolladas, la disparidad temporal entre el ritmo de desarrollo de la alfabetización digital y la rápida generación de nuevas tecnologías presenta un desafío significativo, que puede conducir a un aumento de la brecha digital. Sin embargo, la digitalización impulsada por la pandemia del COVID-19, especialmente en la educación, ha fomentado un entorno favorable para la adopción generalizada de la tecnología digital. Si bien las generaciones más jóvenes sobresalen en tecnología, su migración a las zonas urbanas a menudo las desconecta de las necesidades en el campo.

Estos factores sugieren un escenario prometedor para el desarrollo de las TIC y el sector agrotecnológico, especialmente entre los jóvenes y las poblaciones urbanas, pero también subrayan la necesidad urgente de mejorar la alfabetización digital entre las personas mayores, rurales y marginadas para evitar una brecha de ingresos cada vez mayor. Aunque existen varios buenos programas para capacitación en alfabetización digital,²⁵ a menudo, los programas existentes se enfrentan a desafíos derivados de esfuerzos fragmentados, infraestructura inadecuada, ausencia de puntos de referencia técnicos estandarizados y coordinación interinstitucional limitada. Además, el uso de lenguaje inapropiado en herramientas y recursos supone un obstáculo para el desarrollo eficaz de

la capacidad, dificultando la comprensión y la participación de los usuarios. Afortunadamente, una gran cantidad de conocimientos existentes puede servir de base para el desarrollo de capacidades para soluciones digitales, eliminando la necesidad de reinversión y proporcionando una base sólida para el progreso.

Para el sector de la agrotecnología, la formación avanzada en tecnologías digitales y habilidades empresariales son cruciales para formar a los agroempresarios capaces de desarrollar soluciones digitales específicas para cada contexto para abordar los desafíos agrícolas. La competencia en la gestión y el análisis de datos es igualmente vital. Las capacitaciones dirigidas tanto a los proveedores de servicios como al sector público desbloquearán información procesable a partir de datos agrícolas, lo que facilitará la toma de decisiones basadas en evidencia y la optimización de recursos. En la actualidad, las universidades con programas en torno a la agricultura también ofrecen cursos en torno a las tecnologías digitales, como la Universidad Nacional Pública (Universidad San Carlos de Guatemala - USAC), que ofrece diplomados en agricultura digital apoyados por instituciones internacionales, y algunas universidades privadas (por ejemplo, la Universidad del Valle) tienen grupos específicos de investigación agrícola centrados en las nuevas tecnologías.

Las oportunidades para el desarrollo de capacidades entre los productores pueden aprovechar los programas existentes y el conocimiento local, con potencial para la cooperación regional e internacional para facilitar el intercambio de conocimientos, recursos y mejores prácticas. Además, la Ley Marco de Cambio Climático y el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático presentan oportunidades ya que favorecen las iniciativas de desarrollo de capacidades. La coordinación del desarrollo de capacidades a través de un centro de capacitación específico, que ofrece capacitaciones básicas de alfabetización digital, cursos de habilidades informáticas de nivel intermedio o avanzado y capacitación empresarial en tecnología agrícola dirigida a productores y otras partes interesadas en la cadena de valor, incluido el sector público, representa una oportunidad significativa. Además, cualquier formación específica en tecnología debe seguir un enfoque centrado en el ser humano que se alinee con las necesidades y preferencias de formación de las partes interesadas, garantizando los métodos de instrucción más eficaces y atractivos.

Uso del diseño centrado en el ser humano

Obtener una comprensión integral del grupo objetivo y las variaciones inherentes dentro de él es vital para tomar decisiones informadas con respecto a los métodos de entrega adecuados, como SMS, IVR o aplicaciones. La realización de grupos focales puede ayudar a lograr esto. Ampliar el alcance y recopilar más información para



25 Para más ejemplos, vea: <https://bit.ly/4hr2S52> y <https://newsunroad.com/projects/>

soluciones digitales a menudo se logra mejor a través de la agregación, como cooperativas, asociaciones o sindicatos. En lugares específicos, la comunicación con los líderes de la comunidad puede ser efectiva.





La asequibilidad es una preocupación importante, especialmente cuando se trata de llegar a los pequeños agricultores. Es crucial garantizar que la información se presente a los productores de una manera que se alinee con su estilo de interacción preferido, incluida la claridad, el lenguaje, las preferencias de información específicas de género y los matices culturales. Estos factores deben examinarse cuidadosamente a través de grupos focales en los que participen los usuarios finales previstos. Empoderar a los usuarios finales para que comprendan cómo la tecnología puede beneficiarlos puede requerir esfuerzos de desarrollo de capacidades. Además, establecer la confianza entre los usuarios finales y las soluciones digitales con las que interactúan es fundamental para alentarlos a aceptar los consejos y recomendaciones proporcionados a través de la tecnología.

Una comprensión profunda de las realidades del sector agrícola es esencial para diseñar soluciones digitales adecuadas. Las experiencias previas en el sector agroindustrial de Guatemala, tanto exitosas como no exitosas, enfatizan la importancia de aplicar de manera efectiva los principios de diseño centrado en el usuario a

las tecnologías digitales. Aprender de estas experiencias puede proporcionar información valiosa. Descuidar la diversidad de los usuarios que abarca las diferencias en la preparación, el idioma, la edad, los recursos económicos y la alfabetización digital, plantea un riesgo sustancial que puede socavar la eficacia y la escalabilidad de las tecnologías desarrolladas. Esto pone de relieve la necesidad de soluciones flexibles adaptadas a contextos específicos, en lugar de adoptar enfoques únicos para todos. Además, establecer canales de retroalimentación es crucial para comprender las percepciones de los usuarios y facilitar mejoras iterativas en el proceso de diseño, un factor que exige una cuidadosa consideración.

En resumen, el éxito de las soluciones digitales en la agricultura exige un profundo conocimiento de las diversas necesidades de los agricultores. El diseño centrado en el ser humano, basado en una investigación y comentarios exhaustivos, es crucial para crear herramientas personalizadas, asequibles y exitosas. La participación de las comunidades, la utilización de organizaciones locales y la adaptación a las preferencias de los usuarios pueden transformar la agricultura para los pequeños agricultores de Guatemala. Aprender de experiencias pasadas y adoptar mejoras iterativas garantiza la sostenibilidad y el impacto de estas soluciones digitales.

IDEAS Y RECOMENDACIONES CLAVE

-  Promover el desarrollo de un centro de tecnología agrícola para el emprendimiento y la innovación para facilitar la capacitación, los talleres, el entrenamiento y la creación de relaciones entre las diversas partes interesadas. Esto les ayudará a comprender los beneficios de la colaboración, el intercambio de datos, la creación de acuerdos de asociación sólidos y permitirá la agrupación de servicios. Además, este centro podría ser fundamental para atraer más conocimientos especializados en TIC al sector agrícola, incentivar soluciones para los pequeños agricultores y promover la equidad digital. Este centro también podría promover enfoques de diseño centrados en el ser humano y guiar la capacitación específica en tecnología.
-  La consolidación de los grupos de agricultores en cooperativas, asociaciones o sindicatos es un movimiento estratégico para mejorar la eficiencia de la implementación de tecnologías digitales para los pequeños agricultores. Este enfoque aprovecha las economías de escala, lo que permite compartir servicios digitales, capacitación y demostraciones. Facilita un enfoque de diseño centrado en el ser humano y permite la mejora continua de las soluciones digitales a través de los comentarios de los usuarios. Además, genera confianza entre los agricultores, lo que conduce a mayores tasas de adopción de tecnología.
-  Iniciar un análisis de políticas para descubrir las barreras al crecimiento sectorial y desarrollar políticas concretas que aborden la gobernanza de datos, la privacidad y las prácticas equitativas que se alineen con las estrategias digitales a nivel agrícola y nacional y con el Plan de Acción Nacional de Cambio Climático, las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC) y la Ley Marco sobre el Cambio Climático.
-  La naturaleza transitoria de los proyectos liderados por el sector público, las organizaciones internacionales y los financiadores enfatiza el papel esencial del sector agrotecnológico en el mantenimiento de los servicios digitales para los pequeños agricultores. Por el contrario, el sector privado a menudo se enfrenta a problemas de financiación de los servicios destinados a los pequeños agricultores debido a problemas de rentabilidad. Para abordar esto, la exploración de vías como las asociaciones con empresas privadas en estos proyectos a corto plazo o la provisión de incentivos para incluir al sector de la agrotecnología puede crear un entorno empresarial propicio para los servicios de agrotecnología adaptados a los pequeños agricultores.

La transformación agrícola digital de Guatemala: resumen y perspectivas

En Guatemala, el sector agropecuario se encuentra al borde de un viaje transformador facilitado por la incorporación estratégica de tecnologías digitales. Estas soluciones innovadoras abordan un espectro de desafíos que enfrentan los agricultores, desde los riesgos relacionados con el clima y el acceso limitado a avisos en tiempo real hasta las restricciones de crédito y seguros, la escasez de mano de obra y las pérdidas postcosecha.

Los seguros son vitales en la mitigación de los riesgos de ingresos causados por fenómenos climáticos impredecibles. La implementación de tecnología de teledetección podría mejorar significativamente el proceso de seguros al acelerar el procesamiento de reclamaciones y guiar a los agricultores en la mitigación de riesgos en tiempo real, lo que permite una cobertura más asequible. Otra innovación impactante que se destaca aquí, son las evaluaciones crediticias impulsadas por IA, que utilizan diversas fuentes de datos para empoderar a las instituciones microfinancieras y promover la inclusión financiera de los pequeños agricultores. Además, existen oportunidades para campañas de educación financiera en plataformas como Facebook y TikTok, combinadas con tecnologías inmersivas como la realidad aumentada y la realidad virtual, para mejorar el conocimiento financiero de los agricultores.

Para hacer frente a los desafíos en la producción agrícola, Guatemala puede implementar mercados digitales de insumos que, además de vender, pueden venir con asesorías específicas, fomentar prácticas sostenibles y brindar asistencia técnica. Los sistemas de riego inteligentes y las tecnologías de mecanización compartida también ofrecen soluciones, especialmente en medio de la escasez de mano de obra debido a la migración. Los servicios de extensión digital que brindan asesoramiento sobre agronomía e información climática son cruciales, accesibles a través de SMS, IVR, aplicaciones o redes sociales, lo que garantiza una toma de decisiones informada. Las pérdidas posteriores a la cosecha se pueden mitigar con sensores, códigos QR y monitoreo en tiempo real, mientras que los mercados en línea simplifican el comercio.

Sin embargo, el despliegue efectivo de estas tecnologías requiere un enfoque holístico que abarque diversas facetas de las operaciones agrícolas. Entre ellas figura el establecimiento de un entorno propicio para que las tecnologías digitales alcancen su pleno potencial y abarquen los ecosistemas empresariales y de red, las políticas y la reglamentación, las finanzas y las inversiones, la creación de capacidad y los enfoques de diseño centrados en el usuario.

Las consultas con las partes interesadas en Guatemala han revelado varias fortalezas que el país puede aprovechar. Por ejemplo, se han identificado experiencias positivas en el sector agrícola, que abarcan el desarrollo, el uso y la ampliación de los productos de información, así como la creación de capacidad para diversas partes interesadas. Estas experiencias se derivan tanto

de emprendimientos agroindustriales que utilizan herramientas digitales como de iniciativas de apoyo a la agricultura de subsistencia y de pequeña escala, que implican el desarrollo de capacidades, el análisis de información agroclimática y la microfinanciación.

Reconocer la diversidad multicultural de Guatemala es clave, ya que da forma a la adopción de tecnología, asegurando una mezcla armoniosa de tradición e innovación en el panorama agrícola. Es crucial comprender las diversas necesidades de los diferentes grupos de usuarios en el ámbito digital, teniendo en cuenta factores como los niveles de educación, la alfabetización digital, el acceso a la tecnología y los matices culturales. El análisis también ha puesto de manifiesto las fortalezas y oportunidades para el desarrollo de protocolos que permitan el intercambio de información entre organizaciones, un aspecto vital para el desarrollo de soluciones digitales.

La integración de soluciones de baja y alta tecnología es la clave para superar los desafíos a los que agricultores se enfrentan. La selección de la tecnología debe tener en cuenta la asequibilidad, la alfabetización y la preparación digitales para garantizar la inclusión de los pequeños agricultores. El camino de Guatemala hacia la prosperidad agrícola radica en adoptar un enfoque holístico que fomente un entorno propicio para que estas tecnologías prosperen.

Guatemala puede aprovechar todo el potencial de la tecnología de vanguardia al reconocer y valorar las diversas necesidades de los diferentes grupos de usuarios dentro del panorama agrícola, incluidos los productores y otros actores en la cadena de valor. Esta estrategia inclusiva garantiza un futuro sostenible y próspero, en el que la tradición y la innovación se unen para impulsar el éxito agrícola de la nación.

Bibliografía

- Agrinotas. (2021). Los TOP-10 de la agricultura de Guatemala. <https://bit.ly/3Nln2sQ>
- BID (Banco Interamericano de Desarrollo). (2023). Índice de Desarrollo de Banda Ancha | IADB. <https://bit.ly/3YEFxjX>
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). (2007). Competencia y regulación en las telecomunicaciones: el caso de Guatemala. <https://bit.ly/3YLtw03>
- Cruz Moreno S; Aedo Aedo MV. (2021). Análisis de políticas públicas e iniciativas privadas que apoyan el uso de tecnologías digitales en las micro, pequeñas y medianas empresas agrícolas y agroindustriales en Guatemala. Santiago, Guatemala: CEPAL. <https://bit.ly/3Yqj02L>
- DataReportal. (2023). Digital 2023: Guatemala. DataReportal – Global Digital Insights. <https://bit.ly/3C5b5eU>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2021). FAOSTAT - Cultivos y productos ganaderos. <https://bit.ly/4g0m0yg>
- FAO (2023). FAOSTAT - Valor de la producción agrícola. <https://bit.ly/4eHsJn2>
- FAO (2024a). Perfiles de los países de la FAO: Guatemala. <https://bit.ly/4fj4V6c>
- FAO (2024b). Tamaño de las explotaciones | Plataforma de conocimientos sobre la agricultura familiar. <https://bit.ly/3Alpvq0>
- Farmforce. (2024). Estudio de caso de Acceso. <https://bit.ly/3Urfjoh>
- Gobierno de Guatemala. (2009). Política Nacional de Desarrollo Rural Integral. <https://bit.ly/3NLIvR0>
- Gobierno de Guatemala. (2018). Estrategia nacional de ganadería bovina sostenible con bajas emisiones. <https://bit.ly/4QjAxYc>
- Gobierno de Guatemala. (2020). Plan de Gobierno Digital 2021-2026. Comisión Presidencial de Gobierno Abierto y Electrónico. <https://bit.ly/3UrEMgp>
- Grassi FJ; Landberg J; Huyer S. (2015). Running Out of Time: The Reduction of women's work burden in agricultural production. Roma: FAO. <https://bit.ly/3A8E6WB>
- GSM. (2022). La Economía Móvil en América Latina 2022. <https://bit.ly/4gFWUNn>
- Hernandez MA; Alarcón C; Berrospi ML; Lopera D; Quintero D, Reyes B; Olivet F. (2023). Barreras y oportunidades culturales y económicas para la participación de las mujeres en los sistemas de producción agrícola: Un estudio de caso en Guatemala. *Frontiers in Sustainable Food Systems* 7 (junio): 1185756. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2023.1185756>
- ICTA (Instituto de Ciencia y Tecnología). (s. f.). Instituto de Ciencia y Tecnología ICTA [sitioweb]. <https://bit.ly/3YoP8io>
- INE (Instituto Nacional de Estadística). (2004). IV Censo Nacional Agropecuario. <https://bit.ly/3CdAC5w>
- INE. (2014). Encuesta Nacional Agropecuaria. <https://bit.ly/4fm693J>
- Instituto para la Competitividad Económica. (2022). ¿Cuál es la penetración de Internet en Guatemala? <https://bit.ly/3C1uHk5>
- ITU (International Telecommunication Union). (2023). Measuring Digital Development: The ICT Development Index 2023. <https://bit.ly/40s9VnR>
- ITU. (2020-2023). ITU Digital Development Dashboard. <https://bit.ly/3YJ5gN2>
- USAID. (2023). Mujeres en Guatemala | Guatemala. Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional. <https://bit.ly/48t66AS>
- Lentini E. (2010). Servicios de Agua Potable y Saneamiento en Guatemala. CEPAL de las Naciones Unidas. <https://bit.ly/3YpdRR9>
- Lopez-Ridaura S; Barba-Escoto L; Reyna C; Hellin J; Gerard B; van Wijk M. (2019). Food security and agriculture in the Western Highlands of Guatemala. *Food Sec.* 11, 817-833. <https://doi.org/10.1007/s12571-019-00940-z>
- MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación). (2020). Determinación de la cobertura vegetal y el uso de la tierra a una escala de 1:50,000 en la República de Guatemala.
- MAGA. (2023a). Acuerdo Ministerial No. 187-2023. Definición de Agricultura, Familiar. Guatemala, agosto de 2023.
- MAGA. (2023b). Informe Situacional de Granos Básicos en Guatemala 2023. <https://bit.ly/4e9pJPp>
- MAPA (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación). (2021). Sector agrícola en Guatemala. Guatemala: MAPA. <https://bit.ly/4hmKTN5>
- MAPA. (2023). Sectores agroalimentarios y pesqueros. Guatemala: MAPA. <https://bit.ly/3BYGEqE>
- Martínez JD; Jiménez DR; Ramos GD; Estrada Vargas OH; Muñoz LA; Van Loon JF; Bonilla M. (2023). Sistema de monitoreo in situ en el corredor seco de Guatemala a través del establecimiento de una parcela agrícola digital. Working Paper. 33 p.
- MEM (Ministerio de Energía y Minas). (2019). Plan Indicativo de Electrificación Rural 2020-2032. <https://bit.ly/3C84gcl>
- Müller A; Bouroncle C; Gaytán A; Girón E; Granados A; Mora V... et al. (2020). Los buenos datos no son suficientes: Comprender el uso limitado de la información para la gestión del riesgo climático y la seguridad alimentaria en Guatemala. *Gestión del Riesgo Climático* 30: 100248. <https://doi.org/10.1016/j.crm.2020.100248>
- Olam. (2019). Olam Insights - Digital Olam in the Making. <https://bit.ly/3YFZxHY>
- Instituto Portulans; Universidad de Oxford. (2023). Guatemala – Índice de Preparación de Redes 2023. <https://bit.ly/3A86p7D>
- SIT (Superintendencia de Telecomunicaciones). (2022). Boletín Estadístico – Primer Semestre de 2022. <https://bit.ly/3YixPj2>
- Solano Garrido AL; Ochoa W. (2019). Agricultura y Seguridad Alimentaria. En: Castellanos EJ; Paiz-Estévez A; Escibá J; Rosales-Alconero M; Santizo A (eds.). *Primer Informe de Evaluación del Conocimiento sobre el Cambio Climático en Guatemala*, 108-41. Guatemala: Editorial de la Universidad de UVG. <https://bit.ly/3Ut4aC0>
- Solares C. (2020). ¿Cuáles serán las redes sociales más utilizadas en Guatemala en 2021? iLifebelt [Blog]. <https://bit.ly/4eXHQt0>
- Sotomayor O; Ramírez E; Martínez H. (2021). Digitalización y cambio tecnológico en las MIPYMES agrícolas y agroindustriales en América Latina. Documentos de Proyecto (LC/TS.2021/65). Santiago, Guatemala: CEPAL/FAO. <https://bit.ly/3YH8NLR>
- World Bank. (2020). Economy Profile Guatemala: Doing Business 2020. World Bank Group. <https://bit.ly/3TUyuu6>

Siglas y abreviaturas

World Bank. (2023). El Banco Mundial en Guatemala - Visión general. Banco Mundial. <https://bit.ly/4f2hExv>

World Bank. (2024a). Acceso a la Electricidad, Rural (% de la Población Rural) - Guatemala. Datos Abiertos del Banco Mundial. <https://bit.ly/40j4N5v>

World Bank. (2024b). Tierras Agrícolas (% del Área Terrestre) - Guatemala. Datos Abiertos del Banco Mundial. <https://bit.ly/4e56Qld>

World Bank. (2024c). Agricultura, silvicultura y pesca, valor agregado (% del PIB) - Guatemala. Datos Abiertos del Banco Mundial. <https://bit.ly/4f4tfMk>

World Bank. (2024d). Empleo en Agricultura (% del total de empleos) - Guatemala. Datos Abiertos del Banco Mundial. <https://bit.ly/4hpKWah>

World Bank y PNUD. (2022). Acceso y uso de Internet en América Latina y el Caribe. Resultados de las encuestas telefónicas de alta frecuencia de LC 2021. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. <https://bit.ly/4hmHqy1>

IA Inteligencia Artificial

BID Banco Interamericano de Desarrollo

CEPAL Comisión Económica para América Latina y el Caribe

CONCYT Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

FAO Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (Food and Agriculture Organization)

FUNDEA Fundación para el Desarrollo Empresarial y Agrícola

GSMA Global System for Mobile Communication Association

INB Ingreso Nacional Bruto

MAGA Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación

MTA Mesas Técnicas Agroclimáticas

PIB Producto Interno Bruto

PYME Pequeñas y Medianas Empresas

SIG Sistemas de Información Geográfica

TIC Tecnologías de la Información y la Comunicación

UIT Unión Internacional de Telecomunicaciones

USAID Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (United States Agency for International Development)

Equipo

Wietske Kropff¹, Karen Michelle Martínez¹, Mónica Paola Hernández¹, Carlos Eduardo Navarro Racines¹, Claudia Bouroncle², Diana Carolina Giraldo Méndez¹, Jesus David Martínez Salgado¹, David Ríos¹, Anton Eitzinger¹ y Julián Ramírez-Villegas¹.

Editora: Lindsay Hartley-Backhouse³

Diseño: Daniel Gutiérrez¹

¹ Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)

² Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)

³ Scriptoria Solutions

Agradecimientos

CGIAR es una asociación mundial de investigación para un futuro con seguridad alimentaria. La ciencia de CGIAR está dedicada a transformar los sistemas alimentarios, de tierra y de agua en una crisis climática. Su investigación es llevada a cabo por 13 Centros/ Alianzas de CGIAR en estrecha colaboración con cientos de socios, incluidos institutos de investigación nacionales y regionales, organizaciones de la sociedad civil, el mundo académico, organizaciones de desarrollo y el sector privado. Nos gustaría agradecer a todos los financiadores que apoyan esta investigación a través de sus contribuciones al Fondo Fiduciario del CGIAR: www.cgiar.org/funders. Para obtener más información sobre las iniciativas AgriLAC Resiliente y ClimBeR, visite esta página web: www.cgiar.org/cgiar-portfolio

De igual forma, agradecemos a las siguientes instituciones por sus valiosos aportes para la elaboración del Perfil de Agricultura Digital para Guatemala: ACCESO, Catholic Relief Services (CRS), Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), DISAGRO, Fundación para el desarrollo empresarial y agrícola (FUNDEA), Fundación Todos Participando A.C. (FUTOP), Gremial de Palmicultores de Guatemala (GREPALMA), Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), Instituto de Estudios Agrarios y rurales (CONGCOOP), Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (ICC), Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación (MAGA), Misión Técnico Agropecuaria de la República de China (Taiwán) en Guatemala (ICDF) y Universidad del Valle de Guatemala, entre otras.



Algunos derechos reservados. Este trabajo está disponible bajo una licencia CC BY-NC-SA 3.0 IGO

Junio 2024