

Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Departamento de Administración de Agronegocios
Ingeniería en Administración de Agronegocios.



Proyecto Especial de Graduación
**Sondeo de mercado para sensores de humedad de suelo en agricultura
de pequeña escala en el corredor seco de Honduras.**

Estudiante

Zenia Nazaret Fuentes Espinoza

Asesores

Martin Alberto Leal Plata

Luis Alberto Sandoval Mejía

Honduras, Agosto 2022

Autoridades

TANYA MÜLLER GARCÍA

Rectora

ANA M. MAIER ACOSTA

Vicepresidenta y Decana Académica

RAÚL SOTO

Director del Departamento de Administración de Agronegocios

HUGO ZAVALA MEMBREÑO

Secretario General

Contenido

Índice de Figuras	4
Índice de Anexos	5
Resumen	6
Abstract	7
Introducción.....	8
Metodología	11
Ubicación del Estudio.....	11
Tipo de Estudio	12
Investigación Exploratoria.....	12
Recolección de Datos Secundarios.....	12
Entrevistas en Profundidad.....	13
Resultados y Discusión.....	15
Conclusiones	22
Recomendaciones.....	23
Referencias	24
Anexos	26

Índice de Figuras

Figura 1 Mapa de los departamentos de Choluteca, El paraíso y Francisco Morazán, Honduras; región de interés del proyecto Digitalización de agricultura de pequeña escala.	11
Figura 2 Mapeo de Actores Clave Honduras del proyecto “Digitalización de agricultura de pequeña escala”.	14
Figura 3 Razones de no adopción a la tecnología según los productores encuestados.	16
Figura 4 Percepción por parte de los productores encuestados sobre la tecnificación en finca.	17
Figura 5 Organismos promoviendo tecnología en la agricultura.	18
Figura 6 Uso de tecnología de Agricultura 4.0 según los productores de pequeña escala en Honduras.	19

Índice de Anexos

Anexo A Entrevista a Desarrolladores	26
Anexo B Entrevista a Implementadores	27
Anexo C Sensor de Humedad del Proyecto.....	28
Anexo D Objetivos de desarrollo sostenible del proyecto.....	29
Anexo E Sensor ECH20-EC5.....	30
Anexo F Sensor de humedad SW-10.....	31
Anexo G Sensor de humedad SS200.....	32

Resumen

El proyecto digitalización de la agricultura a pequeña escala ofrece una solución tecnológica para medir la humedad de suelo que sea económica, robusta y de alta usabilidad para llevar la revolución de la agricultura 4.0 a los agricultores de pequeña escala del corredor seco de Honduras. Las pequeñas y medianas explotaciones agrícolas conforman más del 80% de la agricultura de Latinoamérica, así mismo producen más del 60% de los alimentos de la canasta básica. Actualmente, el corredor seco de Honduras se ha visto amenazado por una sucesión constante y acumulativa de fenómenos meteorológicos como inundaciones y sequías. Esto se debe a la alta vulnerabilidad al cambio climático que tiene esta zona, lo cual está amenazando principalmente las producciones agrícolas. Como respuesta a estos problemas se considera la adopción de la Agricultura 4.0, prácticas como, una alternativa para que el pequeño productor pueda enfrentar estos nuevos retos y mejorar su calidad de vida. Este estudio se llevó a cabo en el corredor seco de Honduras en los departamentos de Choluteca, El Paraíso y Francisco Morazán. Se realizó un estudio cualitativo, de diseño no experimental, con alcance exploratorio, mediante entrevistas a profundidad y una revisión de datos secundarios; en la cual se proporcionó conocimiento de la percepción de los agricultores sobre los sensores de humedad. El estudio indicó las diferentes razones por las cuales los productores de pequeña escala no adoptan las tecnologías, como también se determinaron las barreras de entrada potenciales, como ser: la falta de conocimiento, la falta de conectividad remota y la inadecuada transferencia de tecnología. Asimismo, se identificó la oferta actual de sensores de humedad de suelos en el mercado, dirigido a las producciones de pequeña escala.

Palabras clave: adopción, agricultores, alternativa, implementación, tecnología.

Abstract

The small-scale agriculture digitization project offers a technological solution to measure soil moisture that is economical, robust and high usability to bring the 4.0 agriculture revolution to small-scale farmers in Honduras' dry corridor. Small and medium farms make up more than 80% of agriculture in Latin America, and produce more than 60% of the food in the basic basket. Currently, the dry corridor in Honduras has been threatened by a constant and cumulative succession of meteorological phenomena such as floods and droughts. This is due to the high vulnerability to climate change that this area has, which is mainly threatening agricultural production. In response to these problems, we consider the adoption of Agriculture 4.0, practices as, an alternative for small producers to face these new challenges and improve their quality of life. This study was carried out in the dry corridor of Honduras in the departments of Choluteca, El Paraíso and Francisco Morazán. A qualitative, non-experimental study with exploratory scope was carried out through in-depth interviews and a review of secondary data, in which knowledge of farmers' perception of humidity sensors was provided. The study indicated the different reasons why small-scale producers do not adopt the technologies, as potential entry barriers were also identified, such as: lack of knowledge, lack of remote connectivity and inadequate technology transfer. It also identified the current offer of soil moisture sensors in the market, aimed at small-scale production.

Keywords: adoption, alternative, farmers, implementation, technology.

Introducción

La agricultura es una de las principales actividades económicas de Honduras, representa el 12.9% del Producto Interno Bruto (PIB), el 35.6% del valor total de las exportaciones del país y así mismo emplea al 35% de la población económicamente activa (BID, 2019). Las pequeñas y medianas explotaciones agrícolas conforman más del 80% de la agricultura de Latinoamérica, así mismo producen más del 60% de los alimentos de la canasta básica (FAO, 2014). Honduras es un país de ingresos medio-bajo, el cual según datos del Instituto Nacional de Estadística (2016), el 54% de sus habitantes se encuentran en el área rural.

El cambio climático produce temperaturas extremas, escasez de agua o inundaciones, afectando la vida de muchas personas, especialmente a las poblaciones de escasos recursos en las áreas rurales de los países en vías de desarrollo (Bouroncle et al., 2015). La sequía genera una serie de problemas para la agricultura, debido a que la baja disponibilidad de agua en el suelo impacta el rendimiento y el desarrollo de los cultivos. También, la sequía afecta la sostenibilidad productiva, ya que se producen varias irregularidades en las plantas, como es: la deshidratación de los tejidos, una disminución de la tasa de crecimiento, la reducción en la capacidad de intercambio gaseoso, asimismo, diferentes alteraciones en la morfología y fisiología de las plantas (Bouroncle et al., 2015).

Debido a la mala distribución de tierras, se ha dejado a la población que habita en el corredor seco con la obligación de trabajar en la producción de granos básicos (maíz, frijol y maicillo) a pequeña escala, lo cual les sirve solo para subsistir. Los problemas de degradación ambiental y de pertenencia de la tierra son cada vez peor en esta región, lo cual ha hecho que aumente la erosión y disminuya la fertilidad de los suelos (Arellanes y Lee, 2003). En consecuencia, se están buscando alternativas de adopción de tecnologías agrícolas para mejorar los rendimientos de cultivos y obtener mayores ingresos para las familias (Red de Agricultura Sostenible, 2017).

Avedaño et al. (2017) refleja que el proceso de adopción de innovaciones es liderado por los grandes productores, quienes adoptan más temprano y son líderes en la producción, y la razón

principal por la que existe esta brecha entre los pequeños y grandes productores es por la limitante económica. Los pequeños productores son adoptantes tardíos que presentan una gran dependencia a ser beneficiados por programas realizados por gobiernos u organizaciones no-gubernamentales.

La implementación de tecnologías eficientes para el uso del agua en la agricultura, son esenciales para la adaptación al cambio climático, especialmente en los territorios ubicados en el corredor seco (FAO, 2013). El monitoreo de la humedad del suelo es de mucha importancia, ya que, por medio de ese control, el agricultor puede tomar mejores decisiones en la programación del riego. Con la implementación de los sensores de humedad, los pequeños y medianos agricultores logran optimizar los requerimientos de agua para el cultivo (Enciso et al., 2007). La adopción de innovaciones tecnológicas en la agricultura de pequeña escala es un tema complejo y crítico para el desarrollo del sector. Según Feder et al. (1985), el nivel de adopción por parte de los agricultores se define como el grado en el que se utiliza una nueva tecnología por un periodo largo de tiempo, una vez que el agricultor tiene toda la información acerca de las nuevas tecnologías y su potencial.

Asimismo, Pierpaoli et al. (2013) asegura que dentro de las razones de éxito de adopción de tecnologías es que esta sea de utilidad, que presente facilidad en su uso y simplicidad. Espinoza et al. (2018) menciona que los proyectos que impulsan la adopción de estas tecnologías todavía presentan poca flexibilidad en los procesos de extensión y no han podido dar respuesta completamente a las múltiples demandas generadas por la globalización, diversificación de mercados y descentralización de la responsabilidad que presenta el nivel local y el desarrollo social.

Para Santos y Kienzle (2020) la agricultura 4.0 es una “agricultura que integra una serie de innovaciones en la producción agrícola. Estas innovaciones engloban agricultura de precisión, internet de las cosas y big data para lograr una mayor producción y eficiencia”. El Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) en asociación con la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Visualiti y FONTAGRO; a través de la Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria de Honduras (DICTA), tienen como objetivo llevar la agricultura 4.0 a los pequeños y medianos productores del corredor seco de

Honduras. El objetivo general de esta investigación fue: Generar información de mercado en la adopción y sostenibilidad económica de agricultura 4.0 en el corredor seco de Honduras. Además, los objetivos específicos fueron:

Obtener información preliminar en la región de interés del proyecto con los actores claves actuales acerca de la opinión en cuanto a la adopción y percepción tecnológica de los productores.

Identificar barreras potenciales de entrada según los actores implementadores y de apoyo del proyecto "Digitalización de Agricultura a pequeña y mediana escala".

Conocer la oferta de sensores de humedad de suelo existente enfocada en agricultura familiar.

Metodología

Ubicación del Estudio

El presente estudio enfocó su análisis en el área del corredor seco de Honduras, en los departamentos de Choluteca, El Paraíso y Francisco Morazán (Figura 1); el corredor seco es una zona altamente expuesta y vulnerable al cambio climático. Por su ubicación geográfica, este territorio ha sido afectado por una sucesión constante y acumulativa de fenómenos meteorológicos extremos como inundaciones y sequías, que están estrechamente relacionadas con el fenómeno de El Niño de la Oscilación Sur (FAO, 2012).

Figura 1

Mapa de los departamentos de Choluteca, El paraíso y Francisco Morazán, Honduras; región de interés del proyecto Digitalización de agricultura de pequeña escala.



Nota. Adaptado de: World Vision Honduras (2016).

Tipo de Estudio

Es un estudio cualitativo, de diseño no experimental, con alcance exploratorio, que se realizó por conveniencia a los actores claves del proyecto. El estudio consta de una investigación exploratoria en la cual se recolectó información primaria como también secundaria. Para la recolección de datos primarios se realizaron entrevistas en profundidad de tipo escalonamiento a los actores claves y para la información secundaria se realizó una revisión de literatura exhaustiva.

Investigación Exploratoria

La investigación de tipo exploratoria tiene como objetivo analizar un tema o problema poco estudiado o desconocido. Es proporcionar información y comprensión del problema que enfrenta el investigador (Malhotra, 2007). Además, este tipo de investigación permite indagar sobre el tema desde una perspectiva innovadora, ayudando a identificar los conceptos y las diferentes variables relevantes para el estudio relacionadas con el mismo. Es decir, que la investigación exploratoria es una búsqueda de información con el propósito encontrar problemas e hipótesis para su posterior estudio de carácter explicativo.

Recolección de Datos Secundarios

El análisis de datos secundarios ayuda a definir el problema de investigación de mercados y a desarrollar un enfoque (Malhotra, 2007). La recolección de datos secundarios se hizo a través de una búsqueda selectiva basada en el objetivo de esta investigación, recopilando información únicamente de fuentes confiables, como ser investigaciones o reportes brindados por el gobierno de Honduras. Asimismo, se utilizó información del proyecto acerca de la adopción y percepción de la tecnología y su aplicación en la agricultura, tomando en cuenta aspectos relacionados con el uso vigente de estas herramientas y el conocimiento de los productores sobre las mismas; es decir que se realizó una recopilación de datos secundarios internos. "Los datos internos son aquellos que se generan dentro de la organización para la que se está llevando a cabo la investigación" (Malhotra, 2007). El análisis de información secundaria de mercado se hizo para conocer la experiencia de los agricultores y la

intención de adopción de la tecnología de actores claves con el propósito de conocer sus necesidades y acoplar la solución digital.

Entrevistas en Profundidad

Se diseñó una entrevista en profundidad de secuencia escalonada semiestructurada. El escalonamiento es una técnica para realizar entrevistas en profundidad, en la cual un tipo de cuestionamiento va de las características del producto a las características del usuario (Malhotra, 2007). Las entrevistas se realizaron con el objetivo de reunir la mayor cantidad de información acerca de tendencias y situación actual de los productores de pequeña y mediana escala en el corredor seco de Honduras. Las entrevistas a profundidad fueron aplicadas a los diferentes actores identificados en el mapeo de actores de este proyecto (Figura 2).

“El mapeo de actores se entiende como la identificación y caracterización de los sujetos sociales relacionados entre sí, en un territorio y ambiente determinados” (CONDESAN/RUMBOL, 2014). Los actores identificados en este proyecto se dividen en 3 categorías: desarrolladores, implementadores y de apoyo. En Honduras se identificó a 23 organizaciones, las cuales se caracterizan porque han sido influyentes, han participado o se han visto involucrados en proyectos centrados en el marco de la digitalización y democratización de tecnologías en agricultura. En este estudio la prioridad de acercamiento la tuvieron los desarrolladores y los implementadores; se realizaron 4 entrevistas, 1 con actores desarrolladores y 3 con actores implementadores. La entrevista a profundidad se realizó de manera virtual, con una duración promedio de 20 minutos, con el fin de recabar toda la información necesaria para generar información de relevancia para el estudio.

Figura 2

Mapeo de Actores Clave Honduras del proyecto “Digitalización de agricultura de pequeña escala”.

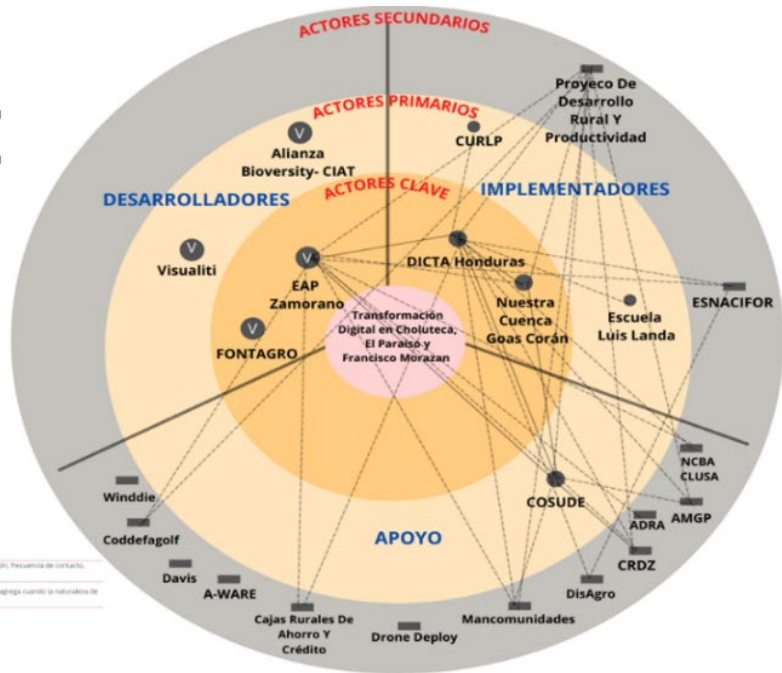
MAPEO DE ACTORES CLAVE HONDURAS

Para la implementación del proyecto "digitalización de la agricultura a pequeña y mediana escala" en El Paraiso, Choluteca y Francisco Morazan. (Parte del Corredor Seco de Honduras)

- Actor clave o primario con pequeña influencia
- Actor clave o primario con gran influencia
- Ⓥ Jugadores con Veto
- Actor secundario

— Las líneas continuas simbolizan relaciones cercanas en términos de intercambio de información, frecuencia de contacto, entendimiento de intereses, cooperación, confianza mutua, etc.

- - - Las líneas punteadas simbolizan relaciones débiles y informales. El signo de interrogación se agrega cuando la naturaleza de la relación aún no está clara.



Nota. Adaptado de: Salas et al. (2022).

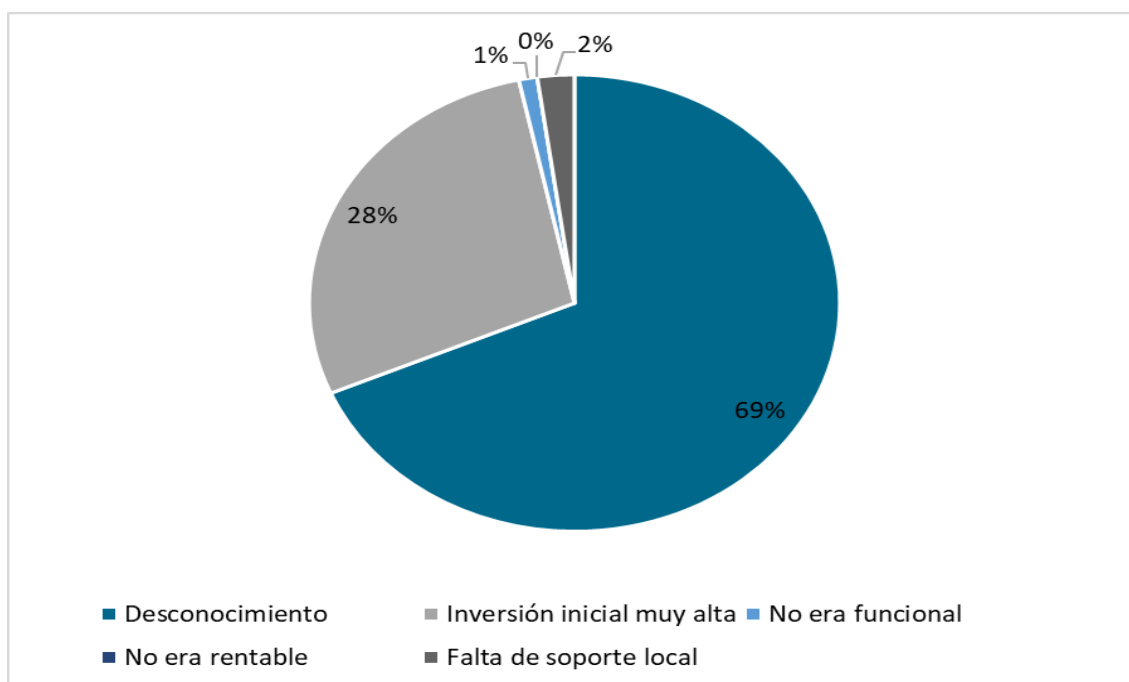
Resultados y Discusión

Honduras es un país de ingresos medio-bajo, según datos del Instituto Nacional de Estadística (2016), donde el 23.4% de la población nacional vive en el corredor seco y el 63.75% de la población del corredor seco se ha visto afectada por la sequía que padece Honduras desde el año 2014 (UNICEF, 2016). Feder y Umali (1993) realizaron varios estudios en los que analizan la influencia que tienen diferentes factores que afectan el grado de adopción de tecnologías. Entre los factores que ellos consideraron se encuentran: el tamaño de la finca, el capital humano del agricultor, la disponibilidad de mano de obra, el costo de la tecnología y falta de crédito.

Mediante el estudio, los productores en la primera parte del proyecto dieron como resultados datos estadísticos que demuestran la percepción y adopción de tecnologías por parte de los productores de pequeña y mediana escala. La información obtenida determinó las principales razones por las cuales los productores no adoptan nuevas tecnologías agrícolas (Figura 3). El principal factor limitante identificado para el acceso y utilización de tecnologías es la falta de conocimiento; el 69% de los productores desconocen las tecnologías, ya que dichas tecnologías son muy limitadas en las zonas rurales, los actores señalan que esto es debido a la falta de conectividad remota y al difícil acceso a las comunidades por las malas carreteras; al no tener acceso a estas tecnologías, los productores las toman como desconocidas y que no pueden ser productivas, ni eficientes evitando invertir en ellas. Mientras que el 28% de los productores identificó que la inversión inicial es una fuerte limitante para la adopción de tecnologías, el acceso a crédito para los productores del corredor seco es casi nulo, los entes financieros ven muy riesgoso brindarles crédito, esto debido a que la producción en su mayoría es de subsistencia.

Figura 3

Razones de no adopción a la tecnología según los productores encuestados.



Nota. Adaptado de: Sandoval et al. (2022).

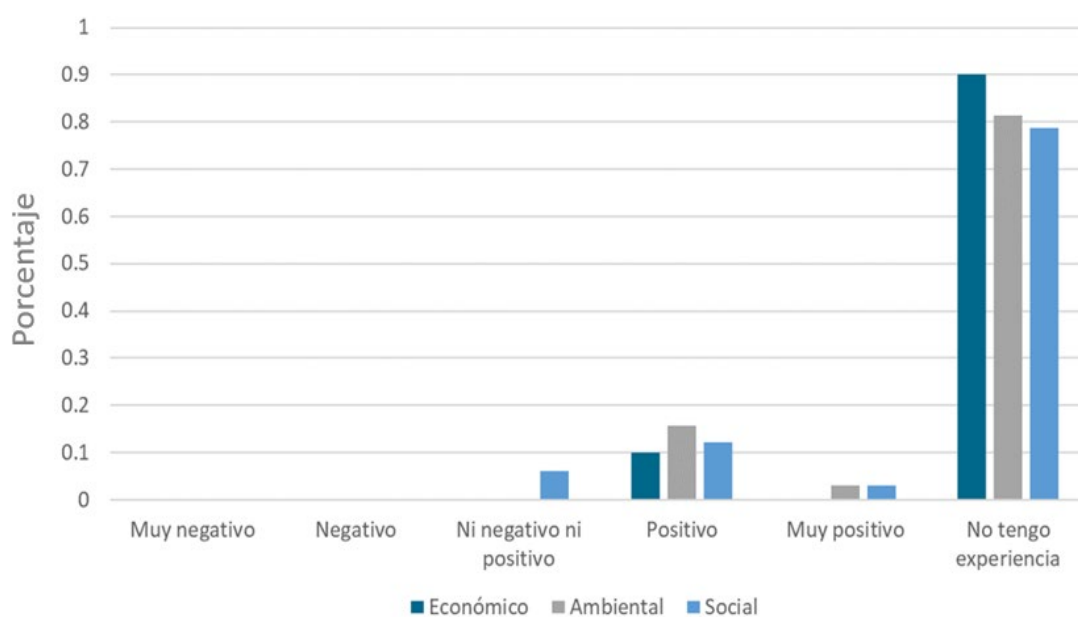
La adopción de tecnología en la agricultura genera cambios en el sistema de producción, de manera que se incrementa la productividad y los ingresos, también ayudara a que se reduzcan las emisiones de gases de efecto invernadero, y que se mejore la resiliencia del sector agrícola ante el cambio climático (FAO, 2018). El uso de tecnologías como los sensores de humedad que son parte de la agricultura 4.0 aumenta la sostenibilidad económica, social y ambiental de las fincas (Sandoval et al., 2022).

Asimismo, se muestra la percepción de la Agricultura 4.0 en la Sostenibilidad de la finca (Figura 4). Donde el 80% de los productores encuestados notificaron que no cuentan con experiencia sobre tecnologías, esto debido a las diferentes razones que mencionamos anteriormente (Figura 3). Sin embargo, solo el 10% afirmó tener una percepción positiva sobre la adopción de tecnologías y los impactos económicos, ambientales y sociales que se generan mediante la implementación de tecnologías (Figura 4). Los actores implementadores conocen los beneficios que se obtendrían con la

implementación de tecnologías como los sensores de humedad, el productor podrá conocer las necesidades hídricas de su cultivo y generar un plan de manejo para el próximo ciclo que garantice en este una estabilidad en su producción y con ello generar un modelo de negocio sostenible.

Figura 4

Percepción por parte de los productores encuestados sobre la tecnificación en finca.



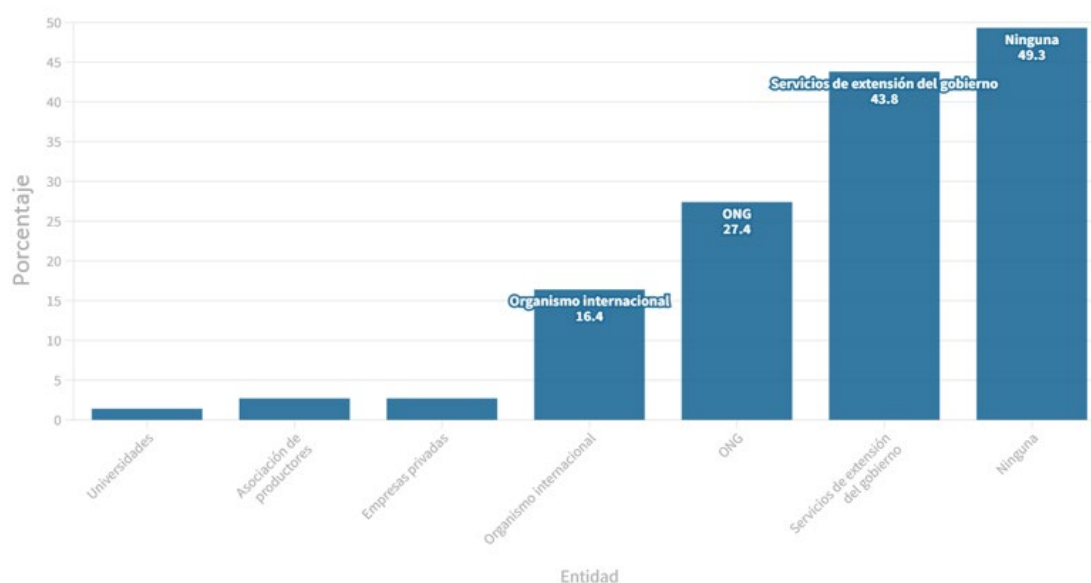
Nota. Adaptado de: Sandoval et al. (2022).

Además, mediante el estudio se identificaron las entidades que promueven la adopción de tecnologías (Figura 5). Donde se identifica que el 49.3% de los productores afirman no conocer organismos que promueven la implementación de tecnologías, los actores implementadores indicaron que esto se debe a que no forman parte de alguna asociación de productores; el formar parte de una asociación de productores es de gran importancia para poder acceder a la información y adopción de tecnologías. Por otro lado, un 43.8% de los productores reconocen a los servicios de extensión del gobierno como el principal organismo que promueve la implementación de tecnologías. Sin embargo, las agencias de extensión del gobierno actúan de forma deficiente, pues sus proyectos tienen fecha de caducidad y lo más común es que entra la intervención, se ejecuta el proyecto, pero

que no hay nadie que persiga la adopción, el agricultor deja de apropiarse y detiene la adopción, lo que muestra que necesitan una presencia continua. Según la FAO (2014), los servicios de extensión que son los principales proveedores de asistencia a los agricultores en todo el mundo siguen siendo en su mayoría pública impulsada, aunque obstaculizada por falta de financiamiento (FAO, 2018).

Figura 5

Organismos promoviendo tecnología en la agricultura.



Nota. Adaptada de: Sandoval et al. (2022).

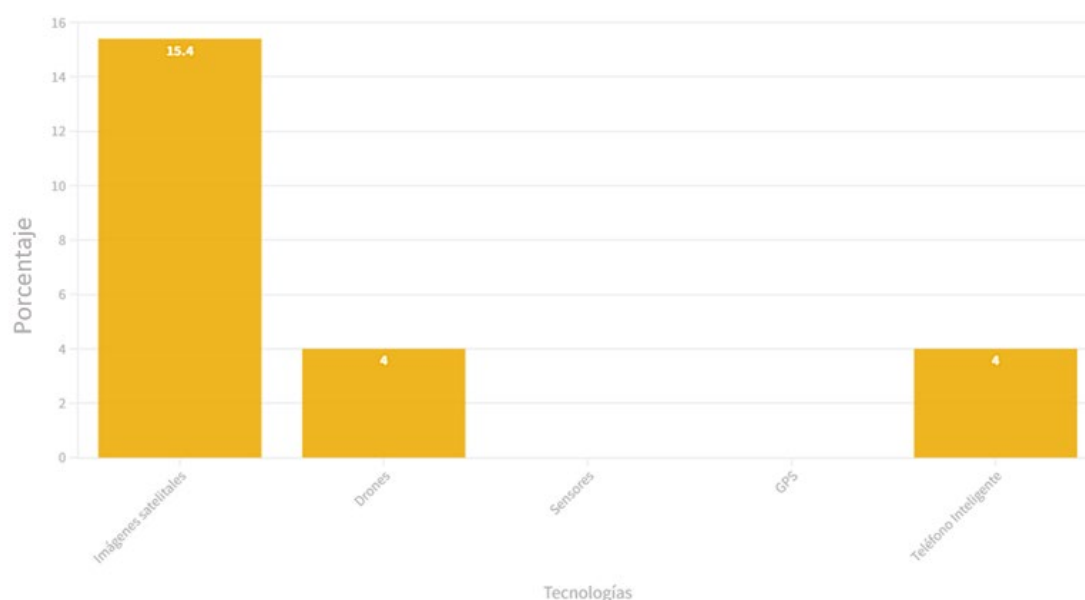
En Honduras existen diferentes ofertas de tecnologías agrícolas; como ser imágenes satelitales, drones, teléfonos inteligentes. En la Figura 6 se muestra que, entre las diferentes tecnologías, la más utilizada por los productores son las imágenes satelitales con un 15.4%, las cuales son utilizadas para monitorear las variables climáticas. Asimismo, el 4% de los productores indicó que utilizan drones, el cual les ayuda para la delimitación de terrenos, como también para el monitoreo de plagas y enfermedades. También, otro 4% de los productores señaló que hacen uso de teléfonos inteligentes y mediante aplicaciones digitales pueden monitorear el clima, el cual les ayuda a tomar

decisiones sobre realizar ciertas actividades como la aplicación de químicos o algún fertilizante. Sin embargo, ningún productor afirmó hacer uso de algún tipo de sensor o GPS en sus cultivos.

Los actores desarrolladores, identificaron esta oportunidad para el desarrollo y la adopción de un sensor de humedad para los productores del corredor seco, el cual presenta condiciones climáticas adversas, como ser: veranos marcados y prolongados, como también; sequías recurrentes durante la época lluviosa.

Figura 6

Uso de tecnología de Agricultura 4.0 según los productores de pequeña escala en Honduras.



Nota. Adaptado de: *Sandoval et al. (2022)*

Los actores expresan que Honduras ha recibido ayuda financiera de varias organizaciones internacionales, estas organizaciones han invertido millones de dólares en la transferencia de tecnologías y prácticas agrícolas que permitan a los pequeños agricultores mejorar su calidad de vida. A pesar de haberse ejecutado numerosos proyectos de desarrollo agrícola en el corredor seco de Honduras; el número de productores que están adoptando nuevas tecnologías con el fin de enfrentar

los efectos del cambio climático es bajo, esto debido a la falta de seguimiento de los proyectos. La falta de continuidad del proyecto provoca una deficiente adopción de tecnologías, debido a que estos proyectos tienen fecha de caducidad y lo más común es, que entra la intervención, se ejecuta el proyecto, pero no existe una asistencia técnica que ayude a optimizar la implementación y adopción del proyecto, el agricultor deja de apropiarse y detiene la adopción.

En cuanto a la percepción de tecnología en el corredor seco de Honduras, los actores implementadores coinciden en que la implementación de un sensor de humedad sería de mucha ayuda para el monitoreo y el aprovechamiento del recurso agua. Actualmente, los pequeños y medianos productores del corredor seco de Honduras se ven afectados por múltiples factores, como es el cambio climático, inundaciones, sequías, plagas y enfermedades. Los sistemas productivos que emplean los pequeños y medianos productores son tradicionales, en los cuales los rendimientos de producción son bajos, ya que sufren de fuertes limitaciones por la baja productividad del suelo y escasez del recurso agua. La adopción de tecnología ayudará a proporcionar a los agricultores recomendaciones personalizadas, cuándo y cómo manejar los cultivos.

Asimismo, expresaron que para lograr una adopción de tecnología exitosa se debe empezar por la demostración de la tecnología, dar a conocer los beneficios que se obtienen con la implementación de los sensores de humedad; los cuales van desde la reducción de costos, logrando una mayor productividad de sus cultivos en términos de rendimiento o calidad de producto.

En Honduras existen varias ofertas de tecnologías enfocadas a la agricultura familiar, especialmente para el corredor seco del país; los entrevistados afirman que algunas de las tecnologías destinadas a este segmento de la población son con énfasis en hortalizas tolerantes al calor, semillas de calidad, que se adaptan a las condiciones de sequía, pero nada similar a tecnología 4.0. Se identificó que, si existe una oferta de tecnología de sensores de humedad en el mercado agrícola, sin embargo, estas no están dirigidas a los pequeños y medianos agricultores.

Se sabe que la capacidad económica es un factor condicionante de suma importancia, debido a que la mayoría de los productores del corredor seco se dedican a la agricultura de subsistencia. El acceso escaso o nulo a distintos sistemas de financiamiento evita que estos puedan invertir en infraestructura agrícola y nuevas tecnologías como ser sensores de humedad. Las empresas encargadas de comercializar estos sensores en Estados Unidos son Irrrometer Inc., Meter Group Inc., y Pino Tech. El precio final de los sensores de humedad es elevado debido a las tarifas de envío desde Estados Unidos de América, además, la compra de estos no incluye un acompañamiento técnico que pueda servir para una adopción apropiada.

Además, estos sensores que están disponibles en el mercado no son nada comparados a los desarrollados en este proyecto, lo que lo hace peculiar son sus características (alta usabilidad, robusto, bajo costo). El proyecto realizó un estudio técnico en el cual se hizo una comparación entre tres sensores humedad, donde se identificó al sensor que más cumplía con las características deseadas. Los sensores utilizados fueron:

Sensor ECH20-EC5: determina el contenido volumétrico de agua, es un sensor capacitivo del tipo FDR (Reflectometría en el dominio de la frecuencia).

Sensor SW-10: que permite medir el contenido relativo de agua en el suelo, es impermeable y resistente a la intemperie.

Sensor SS200: intercambia agua con el suelo circundante, por lo tanto, se mantiene en equilibrio con él.

De estos tres tipos de sensores, se realizaron pruebas de campo con un prototipo de cada uno para evaluar las ventajas y desventajas de cada uno, siendo el de mejor desempeño bajo diferentes condiciones de exposición, el SW-10. El estudio técnico de comparación indicó que el sensor SW-10 brinda una mejor eficiencia en la medición de humedad en diferentes tipos y condiciones de suelo. Asimismo, este sensor obtuvo un menor costo, el precio de esta solución tecnológica ronda los US\$195, un precio que está por debajo de la competencia con características similares.

Conclusiones

La información obtenida por parte de los actores, desarrolladores e implementadores indica que existe una alta percepción e interés para la adopción de nuevas tecnologías por parte de los productores, esto se debe o a los diversos beneficios que se obtiene con la implantación de estas tecnologías, como ser: económicos, sociales y ambientales.

Las barreras potenciales de entrada que identificaron los actores, desarrolladores e implementadores fueron: la falta de conocimiento, transferencia de tecnología inadecuada y el no formar parte de una asociación de productores son las principales limitantes para el acceso a tecnologías.

Se identificó que existe una amplia oferta de sensores de humedad, sin embargo, estas no están enfocadas a la agricultura familiar. A pesar de que existe esa gran oferta de sensores de humedad, ninguno de ellos posee las características que ofrece el sensor del proyecto “Digitalización de agricultura de pequeña escala”

Recomendaciones

Indagar en este proyecto a través de un estudio de mercado que tenga en cuenta datos cuantitativos de campo para medir la adaptabilidad del proyecto y realizar un seguimiento de los resultados encontrados.

Crear un plan de negocio de la solución digital para junto con todas las organizaciones parte del proyecto puedan ofrecer la solución digital como un servicio a cooperativas, asociaciones de agricultores y agencias de extensión.

Referencias

- Arellanes, P. y Lee, D. (2003). The Determinants of Adoption of Sustainable Agriculture Technologies: evidence from the hillsides of Honduras.
- Avedaño, B., Livier, M. y Martínez, F. (2017). Innovaciones tecnológicas en el sector hortícola del noroeste de México: rapidez de adopción y análisis de redes de difusión: Científica y tecnológica Agropecuaria. Innovaciones tecnológicas en el sector hortícola
- BID. (2019). Análisis de Políticas Agropecuarias en Honduras. https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/An%C3%A1lisis_de_pol%C3%ADticas_agropecuarias_en_Honduras.pdf
- Bouroncle, C., Imbach, P., Läderach, P., Rodríguez, B., Medellín, C., Fung, E., Martínez Rodríguez y Donatti, C. (2015). La agricultura de Honduras y el cambio climático: ¿Dónde están las prioridades para la adaptación? <https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/45943/PB%20Honduras.pdf?sequence=9&isAllowed=y>
- CONDESAN/RUMBOL. (2014). CARACTERIZACIÓN Y MONITOREO DE ACTORES RELACIONADOS Con LA GESTIÓN DE RECURSOS NATURALES. <https://condesan.org/wp-content/uploads/2017/07/protocolo-investigacion2.pdf>
- Enciso, J., Porter, D. y Périés, X. (2007). Uso de sensores de humedad Uso de sensores de humedad del suelo para eficientizar el riego. Universidad de Texas A&M. <http://riograndewater.org/media/1080/e-618s-irrigation-monitoring-with-soil-water-sensors-spanish-version.pdf>
- Espinoza, E., Jaramillo, M., Cun Jaramillo, J. y Pambi, E. (2018). La implementación de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje. <http://remca.umet.edu.ec/index.php/REMCA>
- FAO. (2012). Estudio de caracterización del Corredor Seco Centroamericano. <http://humanright2water.org/wp-content/uploads/2020/03/1212-Corredor-Seco-Centroamericano.pdf>
- FAO. (2013). Tecnologías para el uso sostenible del agua. <https://www.fao.org/publications/card/es/c/128aa9a0-a311-5c23-82aa-75f2c1bec75b/>
- FAO. (2014). Agricultura Familiar en América Latina y el Caribe: Recomendaciones de Política. <https://www.fao.org/3/i3788s/i3788s.pdf>
- FAO. (2018). Agricultura Climáticamente Inteligente: políticas, prácticas y financiación para la seguridad alimentaria, adaptación y mitigación.

- Feder, G., Just, R. y Zilberman, D. (1985). Adoption of Agricultural Innovations in Developing Countries: A Survey. <http://www.jstor.org/stable/1153228>
- Feder, G. y Umali, D. (Eds.). (1993). The adoption of agricultural innovations: A review: Technological Forecasting and Social Change.
- Irrrometer. (2022). Irrrometer Sensors. <https://www.irrometer.com/sensors.htm>
- Malhotra, N. K. (2007). Investigación de Mercados: Un enfoque práctico.
- Meter Group Inc. (2021). Estimate.
- Pierpaoli, E., Carli, G., Pignatti, E. y Canavari, M. (2013). Drivers of Precision Agriculture Technologies Adoption: A Literature Review: Procedia Technology. 10.1016/j.protcy.2013.11.010
- PINO-TECH. (2022). SoilWatch 10 - Soil Moisture Sensor - PINO-TECH. <https://pino-tech.eu/soilwatch10/>
- Red de Agricultura Sostenible. (2017). Agricultura Climáticamente Inteligente en la norma RAS. RAS. <https://www.agriculturasostenible.eco/publicaciones/2018/1/24/rainforest-alliance-assume-la-completa-propiedad-del-sistema-de-certificacin-4ag2l>
- República de Honduras. (2010). República de Honduras. Visión de País 2010-2038 y Plan de Nación 2010-2022. http://www.seplan.gob.hn/beta/sites/default/files/VISION_PAIS_PLAN_NACION
- Sandoval, L., Salas, D. y Dorado, H. (2022). Agricultura 4.0: Adopción, percepción y actores en Colombia, Honduras y Nicaragua. Zamorano University.
- Santos, S. y Kienzle, J. (2020). Agriculture 4.0: Agricultural robotics and automated equipment for sustainable crop production.
- UNICEF. (2016). Ahora lo urgente: impacto de la sequía en las niñas, niños y adolescentes del corredor seco de Honduras. <https://www.unicef.org/honduras/media/486/file/Ahora-lo-urgente-sequ%C3%ADa-estudio-2016.pdf>
- World Vision Honduras. (2016). Alianza para el Corredor Seco (ACS). <https://www.worldvision.hn/ac-prosasur>

Anexos

Anexo A

Entrevista a Desarrolladores

Datos del entrevistado

Para comenzar, platíqueme un poco acerca de usted; ¿Cuál es su rol dentro de la organización? ¿Cuánto tiempo lleva en su puesto actual? ¿Qué experiencia tiene en general relacionadas con su trabajo?

Preguntas semi estructuradas

1.

¿Qué problemática identifico su organización que los llevo a indagar en el segmento de agricultura familiar?

¿Cómo nace la iniciativa de cooperación entre los actores implementadores del proyecto?

¿Qué hallazgos han sobre salido de la recopilación de información entre los actores implementadores?

1.1

Aspectos comerciales

¿Existe tecnología que esté disponible en el mercado y, sobre todo, que este dirigida hacia ese sector de la industria? Si su respuesta es afirmativa, ¿Cuáles son estas y quienes son los encargados de hacerle llegar de manera asertiva a los productores para un uso adecuado?

Uno de los principales objetivos de la Agricultura 4.0 es proveer herramientas tecnológicas a los productores con el fin de eficientizar el uso de recursos, tomando decisiones con base a los datos particulares y condiciones de cada uno de ellos, ¿Cree usted que hay oportunidad de aceptación por parte de los productores a tecnología que les ayude a tomar decisiones en sus labores de campo?

En su opinión, ¿Estarían dispuestas las diferentes organizaciones que apoyan de manera activa la agricultura en Los Cerrillos a financiar un sensor de humedad de suelo para los productores de agricultura familiar?

¿En que se basa el precio de inicial de \$195 planteado por sensor de humedad?

Cierre

Para finalizar me gustaría conocer un poco la visión a futuro de su organización respecto a este proyecto, ¿encuentra una oportunidad para el desarrollo agrícola de la región en particular mediante la aplicación de un sensor de humedad de suelo?

¿Qué barreras cree que pueden existir para la aplicación de esta tecnología?

¿Qué desventajas piensa que se podrían encontrar en el uso de un sensor de humedad de suelo?

¿Algún comentario adicional?

Agradecimiento

Muchas gracias por su tiempo, su colaboración será de mucha ayuda en nuestro proyecto.

Anexo B

Entrevista a Implementadores

Datos del entrevistado

Para comenzar, platíqueme un poco acerca de usted; ¿Cuál es su rol dentro de la organización? ¿Cuánto tiempo lleva en su puesto actual? ¿Qué experiencia tiene en general relacionadas con su trabajo?

Preguntas semi estructuradas

La agricultura colombiana es muy variada y de singular importancia para su economía, más del 80% de la producción agrícola es proveniente de agricultura familiar. Sin embargo, no existe una adopción a tecnología emergente para estos productores, ¿Cuál considera usted que es el principal factor que limita el acceso y utilización de estas tecnologías a los productores de los Cerrillos, Cauca?

¿Existe tecnología que esté disponible en el mercado y, sobre todo, que este dirigida hacia ese sector de la industria? Si su respuesta es afirmativa, ¿Cuáles son estas y quienes son los encargados de hacerle llegar de manera asertiva a los productores para un uso adecuado?

Uno de los principales objetivos de la Agricultura 4.0 es proveer herramientas tecnológicas a los productores con el fin de eficientizar el uso de recursos, tomando decisiones con base a los datos particulares y condiciones de cada uno de ellos, ¿Cree usted que hay oportunidad de aceptación por parte de los productores a tecnología que les ayude a tomar decisiones en sus labores de campo?

Según un reporte de CIAT (centro Internacional de Agricultura Tropical) y la Fundación Eco Hábitats, los productores de Los Cerrillos tienen dificultad de acceso a recursos hídricos, ¿Considera que el uso de un sensor de humedad de suelo sea de ayuda para el monitoreo y el aprovechamiento del recurso agua en sus cultivos?

En su opinión, ¿Estarían dispuestas las diferentes organizaciones que apoyan de manera activa la agricultura en Los Cerrillos a financiar un sensor de humedad de suelo para los productores de agricultura familiar?

¿Considera usted que US\$195 es un precio adecuado y sobre todo accesible para la compra de un sensor de humedad de suelo?

¿Cree usted que en el tiempo hay oportunidad de crecimiento dentro de la agricultura familiar y mayor implementación de tecnología como un sensor de humedad de suelo?

Cierre

Para finalizar me gustaría conocer un poco la visión a futuro de su organización respecto a esta clase de tecnología, ¿encuentra una oportunidad para el desarrollo agrícola de la región en particular mediante la aplicación de un sensor de humedad de suelo?

¿Qué barreras cree que pueden existir para la aplicación de esta tecnología?

¿Qué desventajas piensa que se podrían encontrar en el uso de un sensor de humedad de suelo?

¿Algún comentario adicional?

Anexo C

Sensor de Humedad del Proyecto.



¡AgTech para todos!

AgTech ó Agricultura 4.0 es una agricultura que integra una serie de innovaciones en la producción agrícola. Estas innovaciones incluyen agricultura de precisión, internet de las cosas y big data, para lograr una mayor producción y eficiencia.

El proyecto **Digitalización de la Agricultura a Pequeña Escala**, diseña un sensor de humedad de suelo, robusto, de alta usabilidad y bajo costo, para llevar la revolución de la agricultura 4.0 a todos los agricultores de la región.

¿Cuáles son los beneficios del uso de esta tecnología?

- Monitorear la humedad del suelo durante el ciclo de cultivo.
- Relacionar las prácticas climáticamente inteligentes y agronómicas con la humedad de suelo.
- Comparar el impacto de diferentes métodos de producción y su impacto en la humedad de suelo.
- Toma de decisiones informadas a partir del comportamiento de la humedad de suelo.

¿Qué actividades estamos realizando?


 →
 
 →
 
 →
 

Instalación de sensores en parcelas piloto.
 Monitoreo de prácticas agronómicas.
 Socialización del proyecto
 Socialización de los resultados

Para consultas general puedes escribir al correo lsandoval@zamorano.edu















<https://www.fontagro.org/newproyectos/digitalization-small-scale/es> |
  @AgTechParaTodos

Anexo D

Objetivos de desarrollo sostenible del proyecto

**Objetivos de
desarrollo
sostenible**



Anexo E

Sensor ECH20-EC5.



Anexo F

Sensor de humedad SW-10.



Anexo G

Sensor de humedad SS200.

