

Eficiencia de la Digitalización y el Cambio Tecnológico en la Potencialización de una Agricultura Climáticamente Inteligente, Sostenible, Productiva e Inclusiva en San José, Costa Rica, Durante el Año 2024

Efficiency of Digitalization and Technological Change in the Potentialization of Climate-Smart, Sustainable, Productive, and Inclusive Agriculture in San José, Costa Rica, During the Year 2024

Kenneth Etelvino Arévalo Montoya¹
Universidad Latinoamericana de Ciencia y Tecnología, 2024.

Resumen

En San José de Costa Rica, encontramos agricultores que administran empresas, dedicadas a la producción agrícola. Todos ellos comparten la necesidad de utilizar las herramientas digitales y cambios tecnológicos, para la innovación y eficacia en los procesos de cultivo. Por otra parte, se encuentra un nivel muy bajo de acceso a los recursos tecnológicos; además, este sector adolece de capacitación. Esto ha tenido consecuencias en la baja productividad de muchos cultivos, amén de la falta del recurso hídrico en muchas partes de San José. Para abordar el tema de investigación, se realizaron 10 entrevistas, entre los sujetos entrevistados están investigadores del Tecnológico de Costa Rica (TEC), Universidad de Costa Rica (UCR) y profesionales del Colegio de Ingenieros Agrónomos, Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y del Instituto de Desarrollo Rural (INDER).

Por otra parte, como resultado se determinó que dicho “rezago” tecnológico en el agro costarricense, se percibe y se debe a las diversas dificultades que tienen los productores para acceder a las herramientas tecnológicas. Asimismo, se obtuvo mediante los datos recopilados de entrevistas y bibliografías, que, al emplearse la tecnología en la agricultura, se disminuye la cantidad plaguicidas, suelo y agua, utilizados. Además, se determinó que la eficiencia de la tecnología agrícola se evalúa en cuanto a la utilización de menos recursos, para producir más. Es decir, que, para la obtención de grandes cantidades de producto, se utilizan menos recursos. En otras palabras, mayor eficiencia y productividad. Finalmente, se recomendó escudriñar sobre los proveedores de tecnología agraria en el país, analizar por qué no se ha dado el paso de la democratización de la tecnología e indagar más sobre las necesidades de los productores agrícolas de las provincias aledañas al área metropolitana, así como la ejecución del plan de estrategia para la Transformación Digital.

¹ *Licenciado en Ingeniería Electrónica en Telecomunicaciones, Universidad Latina de Costa Rica, actualmente, Profesional en telecomunicaciones senior en una institución nacional. ORCID (0009-0003-2094-0374), Miembro del IEEE, ULACIT. Correo kam0017@outlook.es*

Palabras Clave:

Agricultura, tecnología, digitalización, sostenibilidad, eficiencia.

Abstract

In San José, Costa Rica, we find farmers who manage companies dedicated to agricultural production. All of them share the need to use digital tools and technological changes for innovation and efficiency in cultivation processes. On the other hand, there is a very low level of access to technological resources, in addition to the lack of training. This has had consequences for the low productivity of many crops, in addition to the lack of water resources in many parts of San José. To address the research topic, 10 interviews were carried out. Among the interviewed subjects are researchers from the Tecnológico de Costa Rica (TEC), the University of Costa Rica (UCR), and professionals from the College of Agricultural Engineers, the Ministry of Agriculture and Livestock (MAG), and the Institute of Rural Development (INDER).

On the other hand, as a result, it was determined that the perceived technological "lag" in Costa Rican agriculture is due to the various difficulties that producers have in accessing technological tools. Likewise, it was obtained through data collected from interviews and bibliographies that, when technology is used in agriculture, the number of pesticides, soil, and water used is reduced. Furthermore, it was determined that the efficiency of agricultural technology is evaluated in terms of the use of fewer resources to produce more. That is, to obtain large quantities of product, fewer resources are used. In other words, greater efficiency, and productivity. Finally, it was recommended to scrutinize the agricultural technology providers in the country, analyze why the step of democratizing technology has not been taken, and investigate more about the needs of agricultural producers in the provinces surrounding the metropolitan area, as well as the execution of the strategy plan for digital transformation.

Key Words

Agriculture, technology, digitalization, sustainability, efficiency.

Introducción

Descripción del Proyecto y el Detalle del Problema de la Investigación

En San José de Costa Rica, encontramos agricultores que administran empresas, dedicadas a la producción agrícola. Todos ellos comparten la necesidad de utilizar las herramientas digitales y cambios tecnológicos, para la innovación y eficacia en los procesos de cultivo. De esta forma, buscan preservar sus negocios durante los próximos años, con el propósito de garantizar la disponibilidad de los recursos naturales. Por otra parte, se encuentra un nivel muy bajo de disponibilidad de los recursos tecnológicos, y les hace falta capacitación. De acuerdo con la información indicada por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE, 2021), “la capacidad de generar valor en este sector usando tecnologías digitales, depende de: i) el acceso a infraestructura de conectividad básica (banda ancha, servicios de telecomunicaciones” (p. 14). Esta situación se ha evidenciado en el mal uso de suelo, agua y el desenfrenado uso de agroquímicos. Esto ha tenido consecuencias en la baja productividad de muchos cultivos, además, por la falta del recurso hídrico en muchas partes de San José. De continuar esta situación, tendremos una considerable disminución de productores agrícolas, baja disponibilidad de cultivos para abastecer el mercado local y, por supuesto, más desempleo. Por esta razón, se escogió este tema, relacionado con el área de conocimiento de la gestión de los recursos y los Objetivos de Desarrollo de la ODS.

Justificación del trabajo de investigación

De esta forma, reducir y compensar el impacto ambiental que causa esta actividad, beneficia a la preservación de los recursos medioambientales. La presente investigación pretende, en primer lugar, evaluar la eficiencia de la digitalización y los cambios tecnológicos en pro de una agricultura climáticamente inteligente, sostenible y productiva. Además, exponer el nivel de acceso que tienen los agricultores a este tipo de tecnologías, informar sobre la capacitación y educación que se ofrece en materia agrotecnológica y, adicionalmente, dar a conocer el estado actual sobre la línea de acción específica de la Estrategia de Transformación Digital, que impulsa la revolución del sector agro en Costa Rica.

Beneficios del trabajo de investigación

Asimismo, esta investigación contribuyó a entender la situación que experimenta el sector agro en San José, Costa Rica, cuya tendencia ha sido descendente en los últimos años y ha quedado rezagado en muchos aspectos tecnológicos y digitales. La presente investigación, hizo una evaluación de la eficiencia de la digitalización y los más recientes cambios tecnológicos en beneficio de una agricultura climáticamente inteligente, sostenible y productiva. Además, se expone el nivel de acceso que tienen los agricultores a este tipo de tecnologías. Asimismo, la investigación hace estudio sobre la formación y capacitación que se ofrece en materia agro-tecnológica y adicionalmente, dio a conocer el estado actual sobre la Estrategia de Transformación Digital para el sector agropecuario en Costa Rica. Esta investigación puede servir de base para futuras investigaciones del sector no solo agro, sino del estado al acceso de las tecnologías en los distintos grupos productivos del área.

Formulación de la pregunta de investigación

¿Cómo evaluar la eficiencia de la digitalización y el cambio tecnológico en la potencialización de una agricultura climáticamente inteligente, sostenible, productiva e inclusiva, en el año 2024 en San José, Costa Rica?

Objetivo general

Evaluar la eficiencia de la digitalización y el cambio tecnológico en la potencialización de una agricultura climáticamente inteligente, sostenible, productiva e inclusiva en el año 2024, en San José, Costa Rica.

Objetivos específicos:

1. Examinar algunas de las tecnologías empleadas en los procesos de cultivo por el sector agro de Costa Rica.
2. Contrastar la cantidad de recursos empleados en los procesos de cultivo, donde no se utilizan herramientas tecnológicas, contra los procesos de cultivo donde sí se utilizan, en San José, Costa Rica.
3. Determinar el nivel de acceso a la digitalización y cambios tecnológicos que tienen los productores agrícolas en San José, Costa Rica.
4. Establecer el impacto y potencialización medioambiental y socioeconómico al emplear la digitalización y cambios tecnológicos, en la producción agrícola de San José, Costa Rica.

Forma de alcanzar los objetivo

Esta investigación se apoyó en un enfoque cualitativo y a través de una investigación de tipo exploratorio. Se efectuó una revisión de la literatura disponible en fuentes como la biblioteca digital EBSCO y referencias confiables, tales como entes gubernamentales, instituciones académicas, colegios profesionales y organismos de investigación en Costa Rica. Además, se realizaron entrevistas a expertos en tecnología y agricultura, y a profesionales en el área. Se aplicaron entrevistas a expertos e investigadores y productores agrícolas de San José, con el propósito de capturar de primera mano la información relacionada con el objetivo general y los objetivos específicos planteados en esta investigación. Una vez documentados los datos, se analizaron para realizar una consolidación de la información planteada en cada uno de los objetivos específicos, sus variables e indicadores. La aplicación de las entrevistas se realizó entre el 17 de abril y el 02 de marzo, correspondiente a la semana 5 a la 7 de esta investigación.

Marco Teórico

Tecnología empleada en los procesos agrícolas

De esta forma, la tecnología se emplea en varios procesos agrícolas, actualmente. Como, por ejemplo, en el riego de cultivos. Este, quizá, es el más automatizado hasta el momento, donde se aprovecha el uso de sensores, actuadores y base de datos climatológicos, que permiten realizar este proceso. Se sabe que “los agricultores ya disponen de modernos dispositivos y revolucionarias aplicaciones que permiten desde sus teléfonos inteligentes, entre otras, la automatización del riego agrícola basándose en datos recogidos desde las propias explotaciones agropecuarias, por sensores de diversa índole” (Fierro, R, 2022, párr. 3). Asimismo, los productores utilizan la electrónica en procesos críticos, como sucede con el monitoreo de la salud de los cultivos. Esto lo realizan por medio de la “Utilización de drones y tecnologías de detección remota para monitorear la salud de los cultivos, los niveles de humedad e identificar áreas que requieren riego de precisión” (Energy5, 2023, párr. 31). Lo anterior, permite tener una mejor producción y poder obtener datos que ayuden a mejorar las próximas cosechas.

Por otra parte, estos avances tecnológicos ayudan en el combate de la escasez de mano de obra que tiene el sector agrícola en Costa Rica. Un ejemplo es la utilización de “máquinas para siembras de semillas que reducen tiempos y evitan exposición de los productores” (Madriz, 2023, párr. 16). Finalmente, la tecnología ha llegado hasta el punto de predecir si la cosecha será buena, cantidad de fruto que se obtendrá y hasta predecir los tiempos de poco lluvia. Según la Promotora de Comercio Exterior (PROCOMER, 2022, párr. 4), “la recopilación, análisis y uso de datos se han convertido en nuevas formas de sacar provecho de sistemas que permitan cuantificar y administrar los datos de sus propios negocios”. En la actualidad, la tecnología ha intervenido en otros procesos agrícolas, con el fin de aprovechar mejor los recursos empleados en esta actividad económica.

Recursos empleados en los procesos agrícolas tradicionales vs tecnológicos

Ahora bien, recordemos que la agricultura tradicional es la agricultura básica, con un nivel bajo de tecnificación y con el uso inexistente o mínimo de tecnología. Mientras que la agricultura tecnológica es aquella donde se utiliza alta tecnología en cada proceso, con el fin de obtener un proceso preciso. De esta forma, la tecnología ha ayudado a tener más información en el uso del suelo y obtener datos relevantes que maximizan los cultivos e, inclusive, a cuidar de mejor forma el suelo: “existen algunas herramientas que son casi exclusivas de aplicación para la agricultura como imágenes satelitales que permiten conocer el estado de las plantas, el suelo y la humedad, al incorporar elementos que apoyan la agricultura digital” (Peña, 2023, párr. 10). Mientras tanto, en la agricultura tradicional, no se cuenta con estas prácticas, por lo cual el uso de del suelo es irregular y en ocasiones desproporcionado. Asimismo, los sistemas de riego automatizados permiten a los agricultores regar sus campos con notable precisión, garantizando que los cultivos reciban exactamente la cantidad correcta de agua que necesitan. Se estima que los sistemas de riego automatizados pueden reducir el uso de agua hasta en un 30% en comparación con los métodos tradicionales.

Por otra parte, la productividad es un factor muy importante en la agricultura. Por ello, en los esquemas agrícolas donde se emplea la tecnología se tienen datos que aumentan significativamente la productividad a un costo de producción muy bajo; en un caso de aplicación, vemos cómo “en los 2 000 m² de terreno dedicados a la siembra, se producía bajo el esquema de la agricultura convencional, unos 5 000 kg de cebolla; pero hoy en día, en esa misma área de terreno genera casi el triple” (Salas, 2022, párr. 20). De hecho, en Costa Rica se tienen datos que afirman, por ejemplo, que, en la agricultura convencional, el costo de producir un kilo de cebolla era de ₡ 300 a ₡ 350, y con la aplicación de la agricultura tecnológica o de precisión, su costo es de ₡ 80.

Estrategia de transformación digital en el sector agropecuario en Costa Rica

En este mismo orden de ideas, si bien la Estrategia de Transformación Digital es una iniciativa que está vinculada al Plan Nacional de Desarrollo de las Telecomunicaciones 2015-2021 y a la Estrategia de Transformación Digital hacia la Costa Rica del Bicentenario 4.0, 2018-2022, liderada por el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones (MICITT). El Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), junto al Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones, y el Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica (MAG), coincidieron en la importancia de avanzar hacia la transformación digital del sector agrícola mediante la inclusión, el desarrollo y la aplicación de herramientas tecnológicas. En la estrategia se incluyó la transformación empresarial 4.0, como elemento fundamental para la construcción de capacidades empresariales competitivas; en ella se destaca el impulso a la transformación del sector agro costarricense, con el uso de tecnologías disruptivas como Inteligencia Artificial, Big Data y robótica, aplicadas a la agricultura.

Uno de los objetivos es reducir la brecha digital de acceso, uso y apropiación de tecnologías para mejorar la calidad de vida de poblaciones vulnerables, así como acelerar la productividad, la competitividad y el desarrollo socioeconómico, tomando ventaja de la cuarta revolución industrial. Esta estrategia ha servido para “guiar el camino hacia la transformación digital del sector agrícola mediante la inclusión, el desarrollo y la aplicación de herramientas tecnológicas” (Picado, 2019, párr. 2).

En la actualidad, se ha logrado que la nueva agricultura pueda ser inteligente desde el punto de vista ecológico, nutricional y digital. Aun así, se sigue manteniendo el reto de transformar las zonas rurales en zonas de progreso. Se espera que las nuevas tecnologías ayuden a solucionar ese reto. Asimismo, Costa Rica tiene un papel fundamental de cara al 2050, pues el país cuenta con los recursos naturales necesarios; ahora debe apuntar a tener las tecnologías.

Acceso a la digitalización y tecnología agrícola

De igual forma, el acceso que tienen los productores agrícolas a la tecnología es un tema que ha sido todo un reto para las diferentes instituciones de Costa Rica. En este ámbito, parte de los objetivos de la Estrategia de Transformación Digital, es la inclusividad. Es decir, hacer que la tecnología agrícola esté disponible para todos, sin importar el tamaño de la empresa, producción o capacidad económica. El Banco Mundial (2019), menciona algunas barreras que frenan la adopción y difusión de las nuevas tecnologías en el agro:

La escasa información sobre las nuevas tecnologías, la ausencia de seguros y mercados de capital, los elevados costos de operación de los mercados, la falta de seguridad sobre la tenencia de la tierra y la inexistencia de una infraestructura de transporte están frenando la adopción y difusión de nuevas tecnologías entre los agricultores. Además de un mayor gasto en investigación y desarrollo, se requieren esfuerzos sostenidos para eliminar estas barreras. (párr. 4).

En el país, existen programas desarrollados por la Vicerrectoría de Investigación de la UCR, el cual cuenta con profesores que brindan asesoría a pequeños y medianos productores para conocer cuáles son las herramientas tecnológicas más adecuadas a las que pueden echar mano y cómo obtener financiamiento. Asimismo, el Ministerio de Agricultura desarrolla una serie de proyectos que forman parte del Plan Nacional de Desarrollo de Costa Rica, con el fin de mejorar y acelerar el cambio tecnológico en los campos agrícolas y ganaderos; con el objetivo de promover una producción más eficiente y al mismo tiempo sostenible.

Impacto medioambiental y socioeconómico de la digitalización y la tecnología en la producción agrícola

Uno de los componentes más importantes, son los beneficios o impactos económicos en la producción. Arroyo Santamaría, E. (s.f.), afirma que “con este tipo de agricultura podemos optimizar la producción, bajar los costos y aumentar los rendimientos” (párr. 8). Lo anterior se refleja, al permitir a los agricultores definir cronogramas periódicos para las actividades de sus cultivos, así como los recursos e insumos requeridos. Además, la tecnología permite conocer con un alto grado de precisión, el camino de un cultivo desde que se siembra hasta que llega a la mesa del consumidor. Y mediante el uso de drones y otros dispositivos, el productor puede inspeccionar, de una forma más sencilla y precisa, sus campos y sus cultivos y detectar problemas, enfermedades e insuficiencias, con análisis térmicos o cromáticos de los campos.

Asimismo, el impacto medioambiental es positivo, ya que a través de la gestión de data y plataformas digitales en la nube, permite un análisis de información valiosa y obtener una radiografía del terreno para saber cuáles son las áreas de mayor productividad para tomar las medidas correctivas, al permitir obtener información del campo como contenido de agua, conductividad eléctrica, pH del suelo y también sistemas de localización precisas como son los GPS. Esto les ayuda a tomar decisiones de forma pronta y oportuna para mejorar su producción, a la vez que se impulsa un desarrollo sostenible y eficiente en los sistemas. Según Siles, A. (2022): “Una mayor productividad, menores costos y más eficiencia a la hora de producir con herramientas tecnológicas, son los beneficios del uso de la tecnología, de acuerdo con expertos en el área y productores de piña, banano, leche, café y ganado” (párr. 1). Al registrar muestreos con herramientas tecnológicas se facilita el registro y procesamiento de datos, para realizar estimaciones de fechas ideales y volúmenes de cosecha.

Metodología de la Investigación

Enfoque de la Investigación

El enfoque de la investigación realizado es de tipo cualitativo, de acuerdo con Sampieri et al. (2014), quien afirma: “los estudios cualitativos pueden desarrollar preguntas e hipótesis antes, durante o después de la recolección y el análisis de los datos. Con frecuencia, estas actividades sirven, primero, para descubrir cuáles son las preguntas de investigación más importantes; y después, para perfeccionarlas y responderlas” (pág. 7), justamente el objetivo de esta investigación es conocer la eficiencia que la tecnología ofrece a la agricultura y el acceso que los productores tienen a ella. Además, sobre si se puede determinar en este grupo que las innovaciones tecnológicas pueden solucionar los problemas en el área, y sus opiniones sobre un futuro sistema automatizado. Poder transformar esas opiniones en números y datos que se puedan estudiar y sacar una conclusión de si es completamente necesaria o no la tecnología, para mejorar la economía y el ambiente al explotar la agricultura.

Tipo de Investigación

Se llevó a cabo una investigación de tipo exploratoria, que de acuerdo con Sampieri et al. (2014), “Los estudios exploratorios se realizan cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado, del cual se tienen muchas dudas o no se ha abordado antes.” (pág. 91). Como este tema de investigación se enfocó en una actividad económica bastante descuidada y donde la tecnología que utiliza este sector no ha sido muy desarrollada a nivel nacional, es importante examinar el proceso de producción agrícola, con base en la aplicación de las nuevas herramientas tecnológicas.

Tamaño de la población, muestra y tipo de muestreo

El tamaño de población, muestra y tipo de muestreo se dimensionó según la muestra a conveniencia. De acuerdo con Battaglia: “estas muestras están formadas por los casos disponibles a los cuales tenemos acceso” (como se cita en Sampieri et al., 2014, pág. 390).

Hipótesis

La hipótesis de esta investigación es con base en que Costa Rica cuenta con un proceso agrícola tecnológicamente rezagado, haciendo perder mucho tiempo, dinero y recursos ambientales a los que desarrollan esta actividad. Una estrategia de innovación tecnológica fundamentada en la automatización de procesos permitiría a Costa Rica, específicamente al cantón de San José, adoptar un nuevo sistema optimizado que busca la adecuada explotación de los recursos, contribuyendo a lo acordado en la ODS y a fortalecer el sistema agrícola nacional; inclusive, se puede pensar en desarrollar una actividad más eficiente y productiva. Por otra parte, poder facilitar la inclusión de estas tecnologías a todos los productores, indistintamente de su capacidad productiva.

Instrumento

Los instrumentos aplicados en la investigación fueron entrevistas a diversos expertos e investigadores del área. Según Sampieri et al. (2014) “... el investigador cualitativo utiliza técnicas para recolectar datos, como la observación no estructurada, entrevistas abiertas, revisión de documentos, discusión en grupo, evaluación de experiencias personales, registro de historias de vida e interacción e introspección con grupos o comunidades” (pág. 9). Asimismo, se realizaron 10 entrevistas, entre los sujetos entrevistados están investigadores del Tecnológico de Costa Rica (TEC), Universidad de Costa Rica (UCR) y profesionales del Colegio de Ingenieros Agrónomos, Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y del Instituto de Desarrollo Rural (INDER).

Análisis de Resultados

Se aplicó una serie de entrevistas de forma virtual y presencial, a diez profesionales e investigadores de diferentes instituciones, y especialidades profesionales, tal como se muestra en la siguiente tabla, según los objetivos de esta investigación.

Tabla 1

Distribución y cantidad de entrevistados, institución, puesto y especialidad a la que pertenecen.

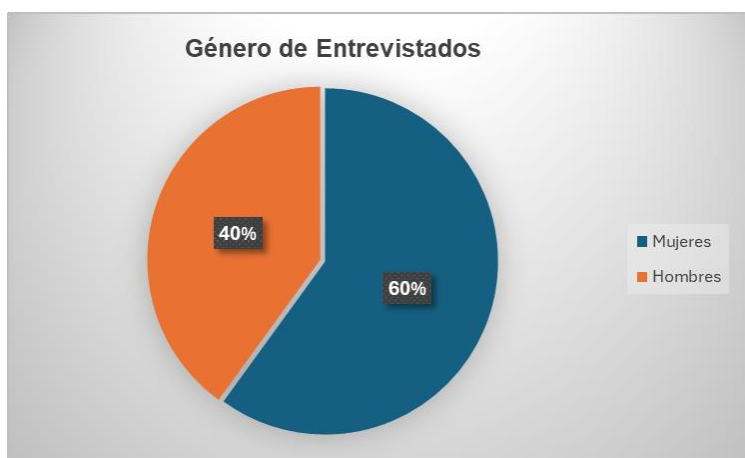
Institución	Puesto	Especialidad	Entrevistados
Tecnológico de Costa Rica	Investigador	Ingeniería en Agronegocios	2
Instituto de Desarrollo Rural	Proyectos de Desarrollo	Ingeniería Agronómica	2
Ministerio de Agricultura y Ganadería / INTA	Investigador	Ingeniería Agronómica	2
Colegio de Ingenieros Agrónomos	Profesional en Agronomía	Ingeniería Agronómica	2
Universidad de Costa Rica	Investigador	Biotecnología de Plantas	2
Total			10

En la anterior tabla se aprecia la variedad de disciplinas a las que pertenecen los entrevistados. La especialidad profesional a la que pertenecen una cantidad importante de entrevistados (6 en su totalidad), es la de Ingeniería Agronómica. La diversidad de especialidades y puestos desempeñados en cada institución permitió conocer distintos puntos de vista. Además, desde la óptica de cada puesto, permitió poner en perspectiva diversas problemáticas y beneficios; esta información permitió enriquecer el análisis y discusión del presente tema de investigación.

A su vez, el sexo o género de los entrevistados fue muy equitativo. En la siguiente figura se muestra dicha información expresada en términos de porcentaje.

Figura 1

Distribución de los entrevistados por tipo de género.



En la anterior figura se observa que el 60% de los entrevistados fueron profesionales e investigadoras mujeres; mientras que el 40% fueron hombres. Cabe destacar, que en el área de investigación agronómica existe un número importante de profesionales e investigadoras mujeres. De tal forma, que dicho gremio es muy equitativo en cuanto a género. Finalmente, el género no fue un factor determinante para la escogencia de los participantes; sin embargo, es un dato que para futuras investigaciones puede ser relevante.

Tecnologías empleadas en los procesos de cultivo del sector agro de Costa Rica

Ahora bien, la primera pregunta que se le hizo a los participantes fue la siguiente:

¿Cuáles son algunos de los ejemplos de herramientas tecnológicas utilizadas en los procesos agrícolas (riego, siembra, monitoreo, uso del suelo, otras)?

En su totalidad los entrevistados respondieron que una de las aplicaciones más utilizadas por los productores, es la automatización del riego. En dicha aplicación se suele utilizar sensores de humedad en el suelo y sensores para monitorear las condiciones climáticas y con dichos datos, el sistema determina la cantidad de agua y tiempo de riego. En esta misma línea, el uso del suelo es otra área donde se desea emplear la tecnología. En dicha área se utilizan sensores de humedad y PH. Además, que se cuenta con Sistemas de información geográfica (SIG), los cuales permiten analizar y visualizar datos geoespaciales para tomar decisiones informadas sobre la gestión de cultivos, la planificación de siembras y la optimización de recursos.

Asimismo, los drones son muy utilizados para realizar análisis de cultivos, identificar problemas de salud de las plantas, mapear terrenos y evaluar la salud de los cultivos. En cuanto al monitoreo, se utilizan equipos que mediante el uso de sensores conectados a dispositivos móviles o a la nube, los agricultores pueden monitorear de forma remota variables como la temperatura, la humedad del suelo, la calidad del aire, entre otras, para optimizar las condiciones de crecimiento de los cultivos.

Finalmente, tres de los profesionales, añadieron que es relevante recordar que según el negocio (tipo de cultivo) y extensión de cultivo, así como la altura y humedad donde se encuentre el cultivo, determinará el tipo de tecnología que se deba emplear.

Cantidad de recursos empleados en los procesos de cultivo donde no se utilizan herramientas tecnológicas, contra los procesos de cultivo donde sí se utilizan, en San José, Costa Rica

Se les hizo la siguiente pregunta para determinar cuáles herramientas utilizan en el agro.

Al comparar un proceso agrícola tradicional contra uno que utiliza herramientas tecnológicas, ¿Cuántos recursos como agua, semillas, fertilizante, uso de suelo, otros, se utilizan menos?

En este punto hubo tres grupos de respuestas, donde el primero corresponde a 4 de los entrevistados (Investigadores del TEC y UCR). Ellos recalcan que es difícil dar un número en concreto, ya que el ahorro de los recursos mencionados, depende de factores como la extensión del terreno, altitud, humedad, tipo de cultivo y uso correcto de los equipos tecnológicos. Aun así, estimaron que se podría hablar de una reducción de hasta el 50%, cuando se emplea la agricultura de precisión (agricultura donde se utilizan herramientas tecnológicas).

De igual forma, el segundo grupo de respuesta está conformado por 2 investigadores del MAG / INTA y un profesional del colegio de Ingenieros Agrónomos. En este caso, los participantes mencionaban entre los puntos más relevantes, que, con el uso de monitores remotos y las tecnologías de detección temprana de enfermedades, se pueden identificar problemas de salud del cultivo de manera oportuna, volviendo más eficiente el uso de los plaguicidas. Además, con los sistemas de riego inteligentes basados en sensores pueden medir la humedad del suelo con precisión y entrega agua de manera más eficiente, directamente a las raíces de las plantas, evitando el desperdicio de agua que suele ocurrir con los métodos de riego tradicionales como el riego por inundación. De esta forma, se hablaba de una reducción del uso de agua, plaguicidas y suelo de hasta un 57%.

Finalmente, el último grupo conformado por 2 profesionales del INDER y uno del Colegio de Ingenieros Agrónomos. En este caso indicaron que, mediante el uso de tecnologías como los drones agrícolas y los sistemas de información geográfica, se puede mapear la salud de los cultivos y aplicar fertilizantes de manera precisa solo donde sea necesario, evitando el desperdicio de fertilizantes, lo que reduce la contaminación del suelo y el agua. Por lo tanto, señalaron que podría rondar una reducción de hasta el 62% de recursos como agua, fertilizante y plaguicidas.

Seguidamente se les preguntó a los entrevistados lo siguiente:

¿Usted considera que los avances tecnológicos existentes en el país hacen que la actividad agrícola sea más productiva? ¿Por qué?

Ante esta interrogante, las respuestas fueron muy similares entre los entrevistados. Todos ellos recalcaron que la tecnología agrícola disponible en Costa Rica puede jugar un papel crucial en la mejora de la productividad agrícola. En este sentido 8 de los profesionales, brindaron como ejemplo, que las herramientas tecnológicas como los sistemas de riego inteligente, los monitores remotos y los drones agrícolas pueden ayudar a los agricultores a utilizar de manera más eficiente recursos críticos como el agua, los fertilizantes y los pesticidas, lo que a su vez puede aumentar la productividad de los cultivos. Mientras tanto, 2 profesionales comentaron que la adopción de maquinaria agrícola avanzada y sistemas autónomos puede agilizar tareas como la siembra, la cosecha y el manejo de cultivos, lo que no solo ahorra tiempo, sino que también aumenta la productividad y la precisión de las operaciones agrícolas.

Nivel de acceso a la digitalización y cambios tecnológicos que tienen los productores agrícolas en San José, Costa Rica

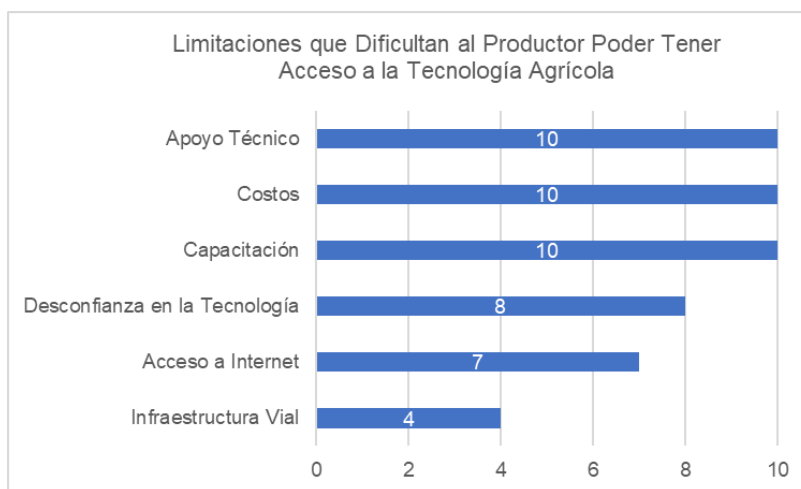
Se describe la pregunta correspondiente a este tema.

¿Usted considera que actualmente todos los productores agrícolas pueden tener acceso a los avances tecnológicos agrícolas? ¿Por qué?

En este orden de ideas, todos los participantes replicaron que, si bien en el país y específicamente en San José, una parte de productores agrícolas cuentan con novedosos avances agrícolas que facilitan la labor y fomentan la eficiencia productiva. Mas, sin embargo, no todos los productores tienen el acceso a estos insumos tecnológicos. Los entrevistados aprovecharon para enumerar una serie de limitantes, que dificultan hacer llegar las herramientas tecnológicas a los productores agrícolas de la capital. En la siguiente figura se muestra las limitaciones que los profesionales mencionaron. También, se indica cuántos del total de los participantes lo describieron.

Figura 2

Limitaciones que dificultan al productor acceder a la tecnología agrícola.



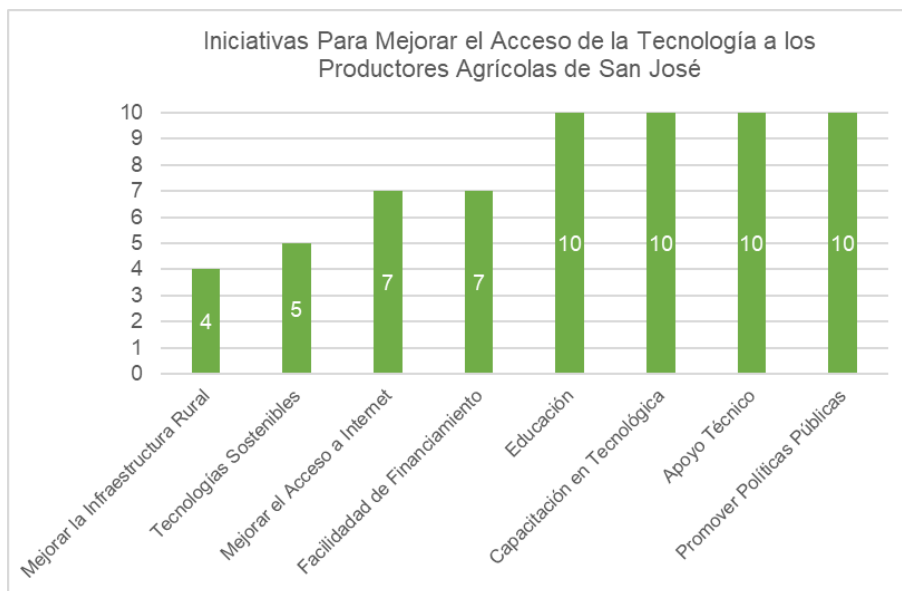
Como se ilustra en la figura anterior, en total se describieron 6 limitaciones. Vemos que todos los profesionales estuvieron de acuerdo en que las tecnologías agrícolas avanzadas pueden ser costosas, tanto para adquirirlas como para implementarlas. Por lo tanto, esto es una barrera significativa para muchos productores con poca capacidad adquisitiva. Además, todos mencionaron que la falta de conocimiento con las nuevas tecnologías y la capacitación, así como la falta de servicios de apoyo técnico, puede ser una limitante para muchos productores. Asimismo, 7 de los 10 entrevistados enumeraron que, en algunas áreas, la mala conexión a internet puede limitar la capacidad de los productores para implementar y utilizar tecnologías digitales. Mientras, 4 de los entrevistados describieron que la infraestructura agrícola, especialmente los caminos en mal estado, puede dificultar la adopción y el uso efectivo de tecnologías agrícolas avanzadas. Finalmente 8 de los 10 participantes, aseguran que algunos productores desconfían en adoptar nuevas tecnologías, debido al riesgo de fracasar o por la falta de seguridad sobre los beneficios que pueden obtener.

¿Debería establecerse una estrategia país para llevar la tecnología agrícola a todos los productores? Si es así, ¿Cuáles serían algunas de esas iniciativas?

De esta forma, al plantear esta interrogante, los entrevistados en su totalidad estuvieron de acuerdo con que definitivamente se debe formular una estrategia real y alcanzable para ofrecer las herramientas tecnológicas agrícolas a todos los productores de San José y del país. En la siguiente figura, se muestran las iniciativas que los participantes enumeraron y cuántos de ellos mencionaron dichas iniciativas.

Figura 3

Iniciativas para facilitar el acceso a la tecnología a los productores agrícolas de San José.



En la anterior ilustración, se puede observar que todos los entrevistados coincidieron en que parte de las iniciativas que se deberían impulsar para favorecer el acceso a todos los productores, está la educación, capacitación para utilizar y analizar los datos que los equipos arrojan, además de tener apoyo técnico que les asesore en materia tecnológica y, también, en materia agropecuaria. Seguidamente, describen que se debe impulsar desde diferentes instituciones gubernamentales, políticas públicas que ayuden a establecer una ruta clara y real para llevar esas tecnologías no solo a la mayoría de los agricultores, sino a todos los productores agrícolas del país.

Por otra parte, 7 de los profesionales, coinciden en que se debe facilitar el acceso a financiamiento para la adquisición de tecnología, así como mejorar el acceso a internet para obtener tecnologías que utilizan base de datos en la nube y procesamiento de datos en tiempo real. En menor medida, en este caso, solo 4 de los entrevistados mencionó que se debe mejorar la infraestructura rural para fomentar la innovación. Y tan solo 5 de los participantes, mencionaron la necesidad de adoptar tecnologías sostenibles en el sector agrícola.

Impacto, potencialización medioambiental y socioeconómico al emplear la digitalización y cambios tecnológicos en la producción agrícola, en San José, Costa Rica

Para esta temática, se planteó la siguiente pregunta a los entrevistados:

¿Cómo la tecnología ha ayudado a reducir el impacto medioambiental de la actividad agrícola?

Llegados a este punto, todos los entrevistados, coincidieron en que el uso de herramientas tecnológicas puede ayudar a reducir el impacto medioambiental de la actividad agrícola al optimizar el uso de recursos como agua, fertilizantes y pesticidas, se reduce la contaminación del suelo y el agua. Además, mencionaron que, con el uso de agricultura de precisión, se pueden aplicar tratamientos específicos en áreas específicas, según las necesidades de los cultivos; lo que reduce el uso excesivo de insumos y minimiza el impacto ambiental. Asimismo, el uso de monitores en tiempo real y la detección temprana de plagas y enfermedades, ayudan a reducir la necesidad de pesticidas y herbicidas, lo que disminuye la contaminación ambiental y protege la biodiversidad. Finalmente, replicaron que con la agricultura vertical y la hidroponía se pueden producir alimentos en espacios reducidos y con un consumo mínimo de agua, lo que reduce la presión sobre los ecosistemas naturales.

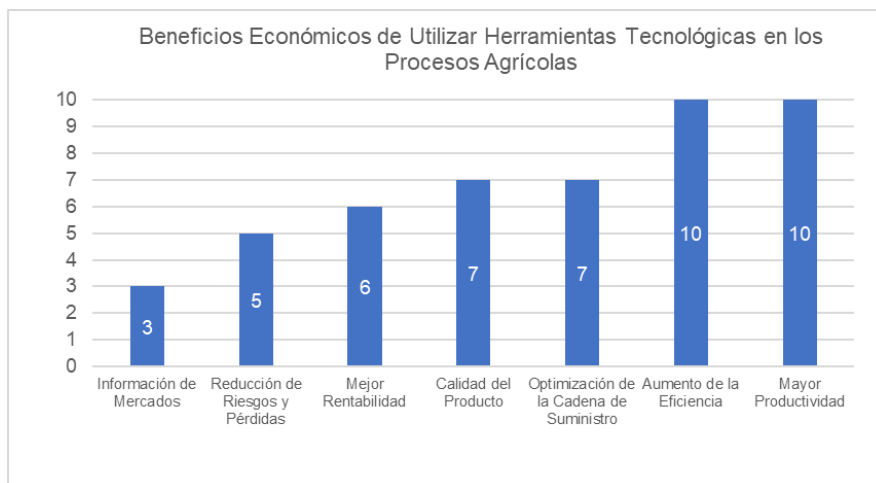
Se hace la pregunta sobre el uso de herramientas tecnológicas en el proceso agrícola.

Al utilizar herramientas tecnológicas en los procesos agrícolas, ¿Cómo beneficia económicamente al productor, el uso de estas herramientas?

De igual manera, los profesionales entrevistados plantearon una serie de beneficios económicos que los productores agrícolas obtienen al implementar soluciones tecnológicas en la actividad agrícola. En total se enumeraron 7 beneficios. En la siguiente figura, se muestra la cantidad de los beneficios que los participantes mencionaron, y la cantidad de profesionales consultados al respecto.

Figura 4

Beneficios económicos de utilizar herramientas tecnológicas en los procesos agrícolas.



La figura 4 ilustra cómo el uso de herramientas tecnológicas en la agricultura, puede ayudar a los productores agropecuarios a mejorar la rentabilidad de sus operaciones. Esta declaración la hicieron 6 de los entrevistados. Mientras que todos los participantes estuvieron de acuerdo en que, mediante el aumento de la eficiencia, se perciben mayores beneficios, tal como reducción de insumos y, por ende, mayores ganancias y productividad. Además, 5 profesionales mencionaron la reducción de riesgos y pérdidas, como un beneficio. A su vez, 7 entrevistados aseguran que con la tecnología agrícola se mejora la calidad del producto y la optimización de la cadena de suministro. Finalmente, solo tres de los profesionales, establecieron como beneficio la facilidad al acceso a información y mercados.

¿Usted está de acuerdo en que el uso de la tecnología en los procesos de cultivo, hace más eficiente la actividad agrícola? ¿Por qué?

En esta consulta, todos los entrevistados afirman que el uso de la tecnología hace más eficiente la actividad agrícola, por cuanto ofrece una serie de herramientas y soluciones que permiten mejorar en todas las etapas del proceso agrícola, desde la siembra hasta la comercialización. Esto no solo beneficia a los agricultores al reducir los costos y aumentar la productividad, sino que también contribuye a una agricultura más sostenible y respetuosa del ambiente. Ya que se necesitan menos recursos para producir más.

Discusión

Mediante el análisis de resultados de la presente investigación, se pudo verificar la revisión bibliográfica que se realizó con las respuestas de las personas entrevistadas, donde fue posible corroborar la hipótesis propuesta: Costa Rica cuenta con un proceso agrícola tecnológicamente rezagado, haciendo perder mucho tiempo, dinero y recursos ambientales a los que desarrollan esta actividad. Una estrategia de innovación tecnológica fundamentada en la automatización de procesos permitiría a Costa Rica, específicamente, al cantón de San José, adoptar un nuevo sistema optimizado que busca la adecuada explotación de los recursos tecnológicos, contribuyendo a lo acordado en la ODS y con el fin de fortalecer el sistema agrícola nacional; esto permitiría desarrollar una actividad más eficiente y productiva. Por otra parte, poder facilitar la inclusión de estas tecnologías a todos los productores, indistintamente de su capacidad productiva.

De acuerdo con las respuestas recopiladas, queda claro que los entrevistados coinciden en señalar que en San José y en el país existen muchas herramientas tecnológicas básicas y otras muy avanzadas, como las que se describieron en los análisis de resultados. Además, la totalidad de los profesionales consultados mencionaron que dichas herramientas, definitivamente hacen que la actividad agrícola sea mucho más productiva y, a su vez, se benefician los productores y el ambiente, porque se requieren menos recursos naturales y menos químicos para la producción agrícola.

Aun así, es muy interesante destacar que todos ellos, a pesar de pertenecer a diferentes instituciones y puestos, coinciden en que no es que exista un rezago tecnológico en San José y en el resto del país; el verdadero problema es el alto nivel de rezago que existe en cuanto a la implementación de las herramientas tecnológicas para explotar la agricultura del cantón de San José; es decir, el acceso a las herramientas tecnológicas que tienen los productores del agro costarricense y josefino. Queda en evidencia que el sistema actual cuenta con limitaciones que dificultan el poder llevar esa tecnología a todos los productores que lo necesiten. Por supuesto, esto impacta en la calidad final del cultivo y en la protección medio ambiental. Precisamente, el 100% de los entrevistados calificaron su nivel de insatisfacción, de acuerdo con los procedimientos actuales que en teoría ayudan a democratizar dicha tecnología. Estos altos índices de rezago tecnológico contrastan con las declaraciones que muchas instituciones públicas como el MAG, INDER y MICITT, postulan.

El MICITT desde hace más de 6 años creó un plan de estrategia para la Transformación Digital, el cual prometía: “identificar las iniciativas y las propuestas tecnológicas disruptivas que permitieran crear un ecosistema digital nacional que habilitara mayor equidad de oportunidades y beneficios para los ciudadanos, las empresas y el estado costarricense” (p. 2). Sin embargo, es evidente que ese ecosistema no está aportando beneficios ni oportunidades, no solo a los productores agrícolas josefinos, sino a los ciudadanos costarricenses, en general.

En síntesis, dicho “rezago” tecnológico en el agro costarricense, se percibe y se debe a las diversas dificultades que tienen los productores para acceder a las herramientas tecnológicas que tanto beneficiarían, económicamente, a los productores y, por supuesto, también reduciría el impacto ambiental del agro. Algunas iniciativas mencionadas por los profesionales entrevistados, coinciden en promover la capacitación, facilitarles financiamiento y darles apoyo técnico a los productores.

Por otra parte, es interesante, cómo la totalidad de los entrevistados se muestra de acuerdo con hacer la transición de la agricultura tradicional a la agricultura de precisión. Se sabe que, por limitaciones económicas, técnicas y de infraestructura tecnológica y vial, es bastante difícil hacer dicha transición. Aun así, los profesionales entrevistados coinciden en que, para los casos donde ya se logró hacer dicha transición, se tienen datos claros de reducción en cuanto al uso de agua, fertilizantes y plaguicidas; porque, de acuerdo con los datos obtenidos de las entrevistas, se puede tener una reducción del 50% a 62% de dichos recursos. Esa disminución es significativa no solo para la preservación de los recursos medioambientales, sino también se muestra como beneficio económico para los productores. Esto pone en evidencia la clara eficiencia que produce el uso de herramientas tecnológicas en el agro. Dicha eficiencia se evalúa al utilizar menos insumos (agua, fertilizante, pesticidas, etc.) y con ello, se logra mejorar la producción agrícola, en una porción de suelo menor. Indiscutiblemente, esto llega a ser un gran beneficio para el medio ambiente y por supuesto para los productores agrícolas.

Ahora bien, un resultado inesperado para esta investigación es como 8 de los 10 profesionales consultados, mencionaron la falta de apoyo técnico como una limitación para que los productores accedan a la tecnología. Esto es inconcebible, pues, de acuerdo con la información recopilada de otras investigaciones y datos de instituciones gubernamentales, no apuntan a este factor. De tal manera que, dicho grupo de entrevistados replicaron, que para poder hacer realidad la normalización de la agricultura de precisión, debe darse una sinergia entre las distintas disciplinas profesionales tales como ingeniería agrícola, agronegocios, electrónica y civil, además de geólogos y otras disciplinas afines. Los entrevistados mencionados anteriormente, recalcan que debe darse esa comunión entre las disciplinas; esto con el fin de llevar a cabo de forma más ágil y profunda, las investigaciones en este campo de la tecnología agrícola.

Así pues, el presente tema de investigación puede ampliarse, ya que presenta diversas áreas o flancos a escudriñar. Siendo esto una proposición para desarrollar aún más esta temática e investigar acerca de los proveedores de tecnología agraria en el país, analizar por qué no se ha dado el paso de la democratización de la tecnología; se deber indagar más sobre las necesidades de los productores agrícolas de provincias aledañas al área metropolitana y ejecutar el Plan de Estrategia para la Transformación Digital.

Conclusiones

Exploración de las tecnologías empleadas en los procesos de cultivo, por parte del sector agro de Costa Rica

De esta forma, se obtuvieron aplicaciones actuales de la tecnología en diversos procesos agrícolas. Se enumera el riego automatizado, donde se emplean sensores de humedad y clima. Con los datos captados por los sensores, se determina la cantidad de agua que se debe utilizar, según tiempo de riego. También se explora la utilización de drones para esta tarea y el monitoreo de los cultivos. El uso de base de datos y la nube para la predicción de enfermedades en los cultivos y también para el ajuste de la cantidad de agua, fertilizantes y plaguicidas a utilizar, dependiendo del cultivo y factores ambientales.

Contraste de la cantidad de recursos empleados en los procesos de cultivo, donde no se utilizan herramientas tecnológicas, contra los procesos de cultivo donde sí se utilizan, en San José, Costa Rica

Ahora bien, de acuerdo con los resultados obtenidos se establece que en un proceso de cultivo tradicional contra un proceso de cultivo de precisión. En donde en este último, se utilizan diversos equipos tecnológicos para la siembra, monitoreo, riego y uso de suelo. Se concluye que, con dichos equipos se reduce entre un 50% a 62% de recursos naturales, tales como agua y suelo, y recursos agroquímicos como fertilizantes y plaguicidas. Esto se debe a que los equipos son alimentados con datos de todos los factores que influyen en la estimación de su uso, para dispensar solo lo necesario, de acuerdo con el tipo y cantidad de cultivo sembrado.

Determinación del nivel de acceso a la digitalización y cambios tecnológicos que tienen los productores agrícolas en San José, Costa Rica

Asimismo, el nivel de acceso a la digitalización y cambios tecnológicos que tienen los productores agrícolas en San José y realmente en el resto del país, es muy bajo. Esto se debe principalmente a que se afrontan limitaciones tales como capacitación, apoyo técnico, facilidad de financiamiento y la demostración fehaciente a los productores de la eficiencia y beneficios del uso de la tecnología en la agricultura; esto es con la idea de convencer a los productores de los múltiples beneficios que tiene la tecnología para sus cultivos y para su economía.

Establecimiento del impacto y potencialización medioambiental y socioeconómico al emplear la digitalización y cambios tecnológicos en la producción agrícola de San José, Costa Rica

Finalmente, se pudo determinar el gran beneficio medioambiental que trae la tecnología en la agricultura. Dichos beneficios se ven reflejados al utilizarse menos plaguicidas, suelo y agua, para los procesos de cultivos. Si bien, esto está parametrizado, según las características del terreno y tipo de cultivo, en su mayoría se reduce el uso de dichos insumos, lo que favorece al ambiente y al bolsillo del productor. La eficiencia de la tecnología agrícola se llega a medir en la utilización de menos recursos, para producir más. Es decir, que, para la obtención de grandes cantidades de producto, se utilizan menos recursos. En otras palabras, mayor eficiencia, igual mayor productividad.

Recomendaciones

Llegados a este punto, se recomienda que para la exploración de las tecnologías utilizadas en los distintos procesos agrícolas. Es importante indagar acerca del uso de la tecnología en la producción agrícola en otros países, para poder dimensionar realmente como país, que tan retrasados estamos. Además, también, se puede escudriñar qué infraestructuras o conocimientos técnicos se deben trabajar en San José y en el resto del país para la implementación de dichas tecnologías, en un futuro cercano o lejano.

Al contrastar los recursos utilizados en la agricultura tradicional contra la agricultura de precisión, se sugiere examinar aquellos factores que afectan la estimación del uso de los recursos o insumos en los cultivos, con el fin de tener mayores detalles de cómo trabaja la tecnología en la determinación de la ración estrictamente necesaria para un cultivo en particular. Y con dicha información se podría establecer los rangos de disminución o ahorro de recursos.

Asimismo, en el nivel de acceso a tecnología agrícola que tienen los productores. Se recomienda examinar algunas áreas rurales del país para establecer la brecha a nivel nacional que se tienen en la producción agrícola. Este es un tema que se puede expandir en nivel de investigación y mantener un monitoreo de las iniciativas que el gobierno, instituciones educativas, y organizaciones agrícolas establecen para disminuir la brecha. Además, es importante hacer llegar la tecnología y la capacitación a los productores agrícolas, ya que no solo es un beneficio para ellos, sino que el uso de estas herramientas tecnológicas beneficia el medio ambiente, también.

Finalmente, se recomienda extender los estudios realizados en esta investigación al estudio sobre la eficiencia de la digitalización y el cambio tecnológico en la potencialización de una agricultura climáticamente inteligente, sostenible, productiva e inclusiva en San José. Además, el propósito es mejorar el modelo utilizado en este trabajo para determinar la brecha de la digitalización y el cambio tecnológico en el área agrícola, en el resto del país. Seguidamente, se sugiere extender los estudios expuestos al estudio de otros tipos de tecnologías y brechas en el agro josefino y costarricense. Así también, conviene analizar con mayor detenimiento y buscar la razón del porqué las iniciativas expuestas en el Plan de Estrategia para la Transformación Digital no se han ejecutado en su totalidad, en el área del agro.

Referencias Bibliográficas

- Arroyo Santamaría, E. (s.f.). *Pequeños y medianos agricultores de guanacaste son capacitados en el uso de tecnologías avanzadas*. Ministerio de Economía, Industria y Comercio [MEIC]. <https://www.meic.go.cr/comunicado/872/pequenos-y-medianos-agricultores-de-guanacaste-son-capacitados-en-el-uso-de-tecnologias-avanzadas.php>
- Banco Mundial (16 de septiembre del 2019). *La innovación agrícola y la tecnología son la clave para reducir la pobreza en los países en desarrollo, según un informe del Banco Mundial*. Banco Mundial. <https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2019/09/16/agricultural-innovation-technology-hold-key-to-poverty-reduction-in-developing-countries-says-world-bank-report>
- Energy5. (29 de agosto del 2023). *Riego automatizado que mejora la gestión del agua con soluciones eléctricas*. Energy5. <https://energy5.com/es/riego-automatizado-que-mejora-la-gestion-del-agua-con-soluciones-electricas#anchor-1>
- Fierro, R. (30 de septiembre del 2022). *La digitalización del riego en agricultura para una gestión inteligente del agua*. Blog Agro. <https://blog.agromaquinaria.es/la-digitalizacion-del-riego-en-agricultura-para-una-gestion-inteligente-del-agua/>
- Madriz, A. (lunes 15 de mayo del 2023). *Tecnología e innovación: Claves en el futuro de la agricultura*. La República. <https://www.larepublica.net/noticia/tecnologia-e-innovacion-claves-en-el-futuro-de-la-agricultura>
- Ministerio de Ciencia, Innovación, Tecnología y Telecomunicaciones [MICITT]. (2018). *Estrategia de Transformación Digital hacia la Costa Rica del Bicentenario 4.0*. <https://www.micitt.go.cr/sites/default/files/GobernanzaDigital/Estrategia-de-Transformacion-Digital.pdf>
- Peña, A. (12 de junio del 2023). *Transformación digital y tecnológica de la agroindustria protagonizan encuentro internacional*. Hoy en el TEC. <https://www.tec.ac.cr/hoyeneltec/2023/06/12/transformacion-digital-tecnologica-agroindustria-protagonizan-encuentro-internacional>
- Picado, E. (28 de marzo del 2019). *Costa Rica y el IICA Impulsan Estrategia para la Transformación Digital del Sector Agropecuario*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). <https://iica.int/es/prensa/noticias/costa-rica-y-el-iica-impulsan-estrategia-para-la-transformaci%25C3%25B3n-digital-del-sector>
- Promotora de Comercio Exterior (07 de noviembre del 2022). *Aplicación de Tecnología Inteligente en la Agricultura*. https://www.procomer.com/alertas_comerciales/exportador-alerta/aplicacion-de-tecnologia-inteligente-en-la-agricultura/

- Salas Murillo, O. (11 de julio del 2022). *¿Cómo y por qué migrar de la agricultura tradicional a la agricultura de precisión?* Universidad de Costa Rica. <https://www.ucr.ac.cr/noticias/2022/7/11/como-y-por-que-migrar-de-la-agricultura-tradicional-a-la-agricultura-de-precision.html>
- Sampieri, R. H., Collado, C. F., Lucio, P. B., Valencia, S. M., & Torres, C. P. M. (2014). *Metodología de la investigación*. (6ª Ed). McGraw-Hill.
- Siles, A. (miércoles 20 de julio del 2022). “Agrotecnología” se abre camino entre las parcelas de los productores ticos. La República. <https://www.larepublica.net/noticia/agrotecnologia-se-abre-camino-entre-las-parcelas-de-los-productores-ticos>
- Sotomayor, O., Ramírez, E., Martínez, H., & Europea, U. (2021). *Digitalización y cambio tecnológico en las MiPymes agrícolas y agroindustriales en América Latina*. Publicación de las Naciones Unidas. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/46965>

Anexos

Anexo 1. Entrevista

Propósito de la entrevista.

Reciban un cordial saludo, de parte del Ing. Kenneth Arévalo Montoya, estudiante de la Universidad Latinoamericana de Ciencia y Tecnología (ULACIT) del Programa de Maestría en Gerencia de Proyectos. Actualmente, estoy desarrollando una investigación sobre ¿Cómo evaluar la eficiencia de la tecnología en la potencialización de una agricultura climáticamente inteligente, sostenible, productiva e inclusiva?, en la región de San José. Por lo tanto, el propósito de esta entrevista es conocer el criterio experto y su evaluación de la tecnología actual en materia agrícola.

Consentimiento informado.

Sus respuestas son muy valiosas para esta investigación, las cuales se utilizarán únicamente con el fin académico. Está en su total derecho de no responder a alguna de las preguntas, si así lo considera pertinente. De antemano, agradecer su colaboración para el desarrollo de esta investigación.

Guía de preguntas.

¿Cuáles son algunos de los ejemplos de herramientas tecnológicas utilizadas en los procesos agrícolas (riego, siembra, monitoreo, uso del suelo, etc.)? (*Obj. Específico 1*)

Al comparar un proceso agrícola tradicional contra uno que utiliza herramientas tecnológicas, ¿Cuántos recursos (agua, semillas, fertilizante, uso de suelo, etc.) se utilizan menos? (*Obj Específico 2*)

¿Usted considera que los avances tecnológicos existentes en el país hacen que la actividad agrícola sea más productiva? ¿Porqué? (*Obj. Específico 2*)

¿Considera que actualmente todos los productores agrícolas pueden tener acceso a los avances tecnológicos agrícolas? ¿Porqué? (*Obj. Específico 3*)

¿Debería establecerse una estrategia país para llevar la tecnología agrícola a todos los productores? Si es así, ¿Cuáles serían algunas de esas iniciativas? (*Obj Específico 3*)

¿La tecnología ha ayudado a reducir el impacto medioambiental de la actividad agrícola? Explicar cómo. (*Obj. Específico 4*)

Al utilizar herramientas tecnológicas en los procesos agrícolas, ¿Cómo benefician económicamente, estas herramientas tecnológicas al productor? (*Obj. Específico 4*)

¿Usted está de acuerdo que el uso de la tecnología en los procesos de cultivo, hace más eficiente la actividad agrícola? ¿Por qué? (*Obj. Específico 4*)