

Implementación de la tecnología inteligente para el desarrollo industrial del sector agrícola

costarricense 2019-2024

Jordan Laguna Rodríguez

Antony Valverde Rojas

Universidad Nacional De Costa Rica

EIF-410 Informática y Sociedad

Ms. Oldemar Villatoro Moya

25 de octubre de 2024

## Índice de contenido

<b>1. Introducción .....</b>	<b>1</b>
<b>2. Desarrollo.....</b>	<b>2</b>
<b>2.1 Evolución de la agricultura:.....</b>	<b>2</b>
• <b>Agricultura De Precisión O Agricultura 3.0: .....</b>	<b>4</b>
• <b>Agricultura Conectada O Agricultura 4.0:.....</b>	<b>4</b>
• <b>Agricultura Digital O Agricultura 5.0: .....</b>	<b>4</b>
<b>2.2 Tecnología en la agricultura .....</b>	<b>5</b>
<b>2.3 Aplicación de la tecnología en la agricultura.....</b>	<b>7</b>
• <b>Big Data: .....</b>	<b>8</b>
• <b>Robótica y drones: .....</b>	<b>8</b>
• <b>Inteligencia artificial:.....</b>	<b>8</b>
• <b>Automatización: .....</b>	<b>8</b>
• <b>Drones: .....</b>	<b>10</b>
• <b>Inteligencia Artificial:.....</b>	<b>10</b>
• <b>Robots: .....</b>	<b>10</b>
• <b>El uso de los biodigestores:.....</b>	<b>10</b>
<b>2.4 Impacto Económico de la Tecnología Agrícola.....</b>	<b>11</b>
<b>2.5 La Revolución de la Tecnología Agrícola .....</b>	<b>13</b>

<b>2.6 Importancia de la Tecnología Alimentaria y Agrícola .....</b>	<b>16</b>
<b>    Beneficios de la Tecnología Agrícola .....</b>	<b>17</b>
<b>3. Conclusión .....</b>	<b>19</b>
<b>4. Referencias.....</b>	<b>20</b>

## Índice de figuras

<b>Figura 1</b> .....	3
<b>Figura 2</b> .....	9
<b>Figura 3</b> .....	12

## 1. Introducción

La industria agrícola en Costa Rica es de vital importancia para el desarrollo económico del país, este sector es el que provee alimentos a los hogares de los costarricenses con sus productos, por lo tanto, según Céspedes y Navarro (2022) afirman que:

Costa Rica es un país que creció de la tierra. La agricultura ha sido históricamente piedra angular del desarrollo del país y al mismo tiempo ha sido uno de los sectores con menor apoyo por parte del Estado para la búsqueda de una mayor competitividad. (párr. 1)

La agricultura en Costa Rica es de suma importancia para el desarrollo del país, además este sector ayuda a generar empleos en zonas rurales, esto debido a que el sector agrícola costarricense se produce más en estas zonas, dado a que la mayor parte del territorio costarricense tiene tierras ricas para la agricultura. Según Arauz (2020) afirma lo siguiente:

El sector también genera el 40% de la exportación de bienes. La actividad agroexportadora genera gran cantidad de empleo y divisas. Por su alto grado de encadenamiento con otras actividades más allá de la producción primaria, el agro genera alrededor de 500.000 empleos directos e indirectos. Esto contribuye a la dinamización de la economía, especialmente en las zonas rurales, contribuyendo a la paz social de Costa Rica. (párr. 4)

La agricultura ha afrontado cambios con el avance de la tecnología, este sector ha tenido que adaptarse a las nuevas prácticas que ofrecen las herramientas tecnológicas inteligentes que ayudan a que el sector agrícola sea más productivo. Por lo tanto, el sector agrícola costarricense no es la excepción, con programas y capacitación por parte del gobierno se puede implementar estas tecnologías que son importantes para el desarrollo de este sector y su economía.

## **2. Desarrollo**

La agricultura en Costa Rica es un sector muy importante para la economía del país, desarrollo de la sociedad y, las exportaciones, por lo tanto, este sector es fundamental para el progreso en varios sectores, es decir, este sector también es una fuente importante de empleo para la población costarricense, los siguientes autores Céspedes y Navarro (2022) afirma que:

A pesar de la reducida participación de la producción (menos del 5% del PIB), la agricultura sigue jugando un rol fundamental sobre la economía costarricense. Este sector no solo provee de alimentos a los hogares, sino también brinda empleo a cerca del 12% de los trabajadores. A su vez, estas actividades significan cerca del 27,32% de las exportaciones del país, lo que las convierte en una fuente importante de divisas. (párr. 2).

Por lo tanto, este sector es importante para la economía costarricense, debido a que se convierte en una fuente fundamental de ingresos para el país, asimismo también es una fuente importante de empleo para las zonas rurales en donde se produce mayormente la agricultura en nuestro país.

### **2.1 Evolución de la agricultura:**

La evolución de la agricultura ha existido desde hace tiempos, se puede mencionar que al principio la siembra se apoyaba en animales, pero luego surgieron las máquinas y así sucesivamente hasta en el momento actual en donde la tecnología digital ya se incorporó a la agricultura. Es decir, según Sergieieva (2023) afirma lo siguiente:

No obstante, el crecimiento de la tecnología agrícola es algo relativamente reciente, pues la producción agrícola se basó en gran medida en la subsistencia y se caracterizó por una escasa productividad hasta principios del siglo XX. Esta época, conocida como “agricultura 1.0”, está marcada por la invención del arado y el uso generalizado de la

tracción animal. La agricultura 2.0 comenzó a finales del siglo XIX con la introducción de maquinaria mecánica, como los tractores. Más tarde, la tecnología agrícola experimentó una serie de ciclos de desarrollo activo a medida que el ritmo del progreso tecnológico aumentaba enormemente. (párr. 9).

La agricultura ha evolucionado según la época, es decir, ha sabido adaptarse según las necesidades de los tiempos contractuales, hoy en día esta siendo introducida a la era tecnológica digital para poder seguir creciendo. La agricultura es fundamental para la sociedad, esta genera los alimentos diarios de cada persona independientemente que producto consuman.

### Figura 1

*Evolución de la agricultura a lo largo del tiempo hasta la era actual*



Nota. La figura 1 representa la evolución de la agricultura comenzando desde la 1.0 hasta la agricultura actual. Tomado de EOS Data Analytics. 2023.

En la figura 1 podemos observar la evolución que ha tenido la agricultura hasta la actualidad, asimismo, podemos decir que la agricultura revoluciona conforme pasa el tiempo y el sector agrícola debe de adaptarse para así poder seguir siendo rentable para estos. No obstante,

no todos pueden adaptarse a las nuevas tecnologías digitales en la que se esta actualmente en la agricultura.

En la actualidad la agricultura ha avanzado en con ayuda de la tecnología, podemos decir que desde la “Agricultura 3.0” en adelante se encontramos actualmente, no todos los campos agrícolas aplican la misma, evolución, es decir, se debe de amoldar según las necesidades que tenga el agricultor, empresa o industria.

Por lo tanto, según Sergieieva (2023) afirma lo siguiente de la agricultura:

- **Agricultura De Precisión O Agricultura 3.0:** La agricultura de precisión o agricultura inteligente, también llamada Agricultura 3.0, surgió de la necesidad de controlar y gestionar de forma más eficiente todos los insumos que intervienen en la producción de cultivos. La búsqueda de la agricultura de precisión y la tecnología agrícola asociada a ella ha llevado al desarrollo de nuevos métodos y herramientas agrícolas. (párr. 10).
- **Agricultura Conectada O Agricultura 4.0:** El salto de la agricultura inteligente a la agricultura conectada es un buen ejemplo de lo rápido que han avanzado las tecnologías de producción agrícola en el cambio de siglo. Tecnologías como máquinas autónomas, robots equipados con sensores, realidad aumentada, el Internet de las Cosas (IoT), drones y satélites forman parte del nuevo entorno agrícola, bautizado como Agricultura 4.0. (párr. 12).
- **Agricultura Digital O Agricultura 5.0:** La considerada tecnología agrícola 5.0, o “agricultura digital”, se refiere a la próxima generación de métodos y herramientas agrícolas para maximizar el rendimiento de las cosechas y otros resultados agrícolas. Una de estas tecnologías es la 5G, que actualmente está



experimentando un rápido desarrollo y mejorará el alcance y la accesibilidad de los últimos logros tecnológicos en todo el mundo. (párr. 15).

En la actualidad la agricultura se encuentra en la 5.0, pero eso no significa que las demás ya no se utilizan o se aplican en los campos de cultivos, sin embargo, a gran escala se busca aplicar la tecnología digital en la agricultura para las grandes empresas, ya que, estas son las que generan más exportaciones para el país. No obstante, esto no quiere decir que los demás sectores dejen de exportar, pero si lo hacen en menor escala y, esto genera una competitividad desigual entre el sector agrícola.

La implementación de la Agricultura 5.0 tiene beneficios que a la larga son aprovechados para poder desarrollar una producción más eficiente, esto ayuda a que los agricultores puedan tener en cuentas muchos aspectos al momento de sembrar. En comparación con los métodos agrícolas anteriores, la tecnología agrícola de la denominada agricultura digital destaca en los siguientes aspectos:

- Eficiencia en la recogida de datos: cuántos datos pueden recogerse en un espacio o tiempo determinados.
- precisión de los datos: cuánto se acerca una medición a la verdad.
- puntualidad: rapidez con la que los datos pueden procesarse en información práctica y transmitirse a los usuarios finales. (Sergieieva, 2023, párr. 16).

## **2.2 Tecnología en la agricultura**

La tecnología digital en la agricultura es un hecho, es decir, ya está siendo aplicada en cultivos del país, por lo tanto, el involucrar a la mayoría de los agricultores a utilizar estas herramientas es fundamental para que el desarrollo agrícola pueda evolucionar a la era tecnológica. Según Castillo (2022) afirma lo siguiente:

El uso de tecnología como drones para mapear las fincas, sensores, agricultura de precisión, riego por goteo, y hasta vacas que andan con chips en las orejas, así como la implementación de medidas de adaptación y mitigación, hacen que Costa Rica sea una de las naciones más innovadoras de la región. (párr. 1)

Costa Rica es pionera del uso de las tecnologías digitales en el sector agrícola, con la ayuda de las herramientas que ofrecen estas, hacen que la producción se incremente en las exportaciones así generando ingresos económicos para los agricultores y el país.

Asimismo, aplicar estas tecnologías digitales ayudan, pero se debe de tomar en cuenta el sector agrícola que no puede hacer uso de estas herramientas por el alto costo de empleabilidad, por eso según Arauz (2022) afirma que, “Si queremos una soberanía alimentaria de primer mundo, es necesario impulsar un agro competitivo y vigoroso, que dinamice la economía rural y al mismo tiempo garantice una alimentación suficiente, saludable y accesible para nuestra población.” (párr. 10).

El gobierno de costarricense debe de implementar programas, ayudas y capacitaciones de cómo usar, acceder o aplicar estas tecnologías a los sectores agrícolas pequeños para que así no se queden atrás en la competitividad con los demás sectores agrícolas. Esto genera más producción, exportación e ingresos económicos al país, por lo tanto, capacitar a los sectores agrícolas más vulnerables debe de ser fundamental.

La agricultura debe de ir adaptándose a las herramientas tecnológicas que surjan con el fin de poder mejorar en muchos sectores, pero también se debe de aplicar de forma mesurada, por lo tanto, según Madriz (2023) afirma que “Y como parte de los aprendizajes de la actividad agrícola, está la necesidad de fortalecer el aporte de la innovación y la tecnología, que permiten la automatización de los procesos e incluso monitorear el campo desde largas distancias.” (párr.

2). Asimismo, el fortalecer la agricultura con la tecnología debe ser de manera progresiva con procesos que ayuden a entender y mejorar las innovaciones que se estén aplicando en los campos de cultivos.

### **2.3 Aplicación de la tecnología en la agricultura**

La revolución tecnológica esta ocurriendo a gran medida, así como revoluciona la vida diaria de la sociedad con nuevas herramientas para facilitar la vida, también esta pasando en el sector agrícola, no obstante, este sector al ser fundamental para el país se debe de aprovechar toda herramienta que ayude a mejorar, precisar y recolectar datos. Según Procomer (2022) afirma lo siguiente:

La automatización agrícola generalizada contribuirá en gran medida a aumentar la producción mundial de alimentos. La agricultura inteligente es la aplicación de las nuevas tecnologías al ámbito agrícola. Se trata de incorporar las últimas innovaciones tecnológicas con el objetivo de optimizar los recursos y tomar mejores decisiones. El sector agrícola se enfrenta a importantes retos como la necesidad de abastecer a una población cada vez más alta. (párr. 1)

Asimismo, la tecnología digital busca dar soluciones a posibles problemas, pero también ayuda a que se pueda mejorar las cosechas en los sectores agrícolas superando los retos que tienen los agricultores hoy en día, por ejemplo, las altas temperaturas o cambios en la tierra. Por eso es fundamental que se apliquen estas nuevas herramientas que ayudan a buscar mejores soluciones.

Las herramientas que ofrecen estas tecnologías digitales son importantes para el desarrollo de una agricultura inteligente, es decir, al incorporarlas estas se pueden tener dar información fundamental que será analizada con más velocidad y arrojando datos precisos.

Según Procomer (2022) afirma lo siguiente, “Los macrodatos tienen un potencial importante para la extracción y el análisis de información en el sector agrícola. Gracias a la adquisición de datos de alta velocidad, los agricultores y los ganaderos dispondrán de una visibilidad sin precedentes.” (párr. 2).

El tener datos con mayor precisión ayuda a que los agricultores puedan mejorar la producción, además de tener una visión más profunda sobre los resultados de si una tierra es fértil o no para así reducir los gastos de operativos e inversión. Por ende, el hacer uso de las herramientas que están ofreciendo las tecnologías digitales son de gran beneficio para los agricultores.

El uso de las tecnologías digitales está tomando fuerza en el sector agrícola, es decir, el contar con las siguientes herramientas que ayudan a la producción de estos sectores es muy importante las cuales según Procomer (2022) afirma que son:

- **Big Data:** La agricultura incorpora herramientas cada vez más avanzadas que permiten extraer datos, estadísticas, cifras, etc. (párr. 4)
- **Robótica y drones:** Su incorporación en las tareas de cultivo con el fin de extraer datos de alta calidad y fiabilidad, son cada vez más comunes. (párr. 5)
- **Inteligencia artificial:** Seguirá siendo uno de los principales aspectos a trabajar, ya que busca el constante desarrollo de herramientas que ayuden a gestionar el cultivo. (párr. 6)
- **Automatización:** Lograr automatizar diferentes aspectos y elementos que intervienen durante las diversas fases de producción, como la automatización del riego o clima en un invernadero, permite generar condiciones climáticas óptimas para el desarrollo de las plantas. (párr. 7)

Estas son 4 herramientas esenciales para el desarrollo de la agricultura digital, esta se aplica para mejorar la producción, los costos operativos, automatizar tareas que puedan realizarse con ayuda de las tecnologías digitales para reducir los tiempos de producción.

## Figura 2

*Robot de cosecha de cultivo de las nuevas tecnologías digitales en la agricultura 2022*



Nota. La figura 2 representa un robot que está recogiendo las cosechas de un cultivo, por lo tanto, este es un avance de las tecnologías digitales en la agricultura. Tomado de Procomer, 2022.

La figura anterior muestra el avance que esta teniendo la tecnología en el sector agrícola, asimismo muestra cómo se puede automatizar una tarea en el área de producción para mejorar con la ayuda de la tecnología, sin embargo, también se muestra que dependen de personas para realizar la tarea.

La tecnología esta siendo incorporada con herramientas tecnológicas que esta generando grandes resultados, es decir, estás ayudan con el resultado de análisis que son más precisos sobre campos de cultivos que son fértiles. Algunas de las herramientas utilizadas en el país son las siguientes:

- **Drones:** El uso de drones en agricultura, es una “herramienta” con una utilidad enorme, ya que puede facilitar y conseguir resultados imposibles de obtener con otros medios. Pero hay que tener claro cómo usarlos, en qué condiciones tiene sentido usarlos y como trabajar con ellos. (Martorell, 2024, párr. 2)
- **Inteligencia Artificial:** La inteligencia artificial está transformando por completo el sector agrícola. Principalmente, porque está siendo capaz de incrementar el rendimiento de los cultivos desde la optimización de los recursos disponibles, es decir, desde una perspectiva sostenible y respetuosa con el medioambiente. (PYMES Y NEGOCIOS, 2024, párr. 4)
- **Robots:** Un robot agrícola es uno que está diseñado para ocupar una actividad específica dentro del sector agrícola. Los también conocidos agrobots van desde cosechadoras automáticas hasta equipos de conducción autónoma que usan visión artificial y GPS para hacer recorridos seguros de los campos. (EDS Robotics, 2021, párr. 4)
- **El uso de los biodigestores:** Un biodigestor es un recipiente o tanque (cerrado herméticamente) que se carga con residuos orgánicos. En su interior se produce la descomposición de la materia orgánica para generar biogás, un combustible con el cual se puede cocinar, calentar agua y producir energía eléctrica, mediante un generador a gas. El residuo de este proceso, formado por efluente y lodo, se utiliza como biofertilizante. (Argentina.gob.ar. 2021, párr. 1)

Estas herramientas son las que más se aplican en el campo de la agricultura, pero se debe de tomar en cuenta de que cada una de esas herramientas derivan a sub-herramientas, es decir, para las Inteligencia Artificial de puede encontrar los análisis y predicción de datos por medio de

algoritmos complejos. Asimismo, los drones, estos pueden tener diferentes procesos, por ejemplo, para riego de agua, capturador de fotos en los campos de tierras para poder ser analizados por inteligencia artificial.

Todos estos procesos van de la mano hacia un mismo objetivo, el cual consiste en mejorar la producción de las cosechas de los agricultores para obtener mejores resultados y beneficios económicos, por ende, esto también beneficia al país porque las exportaciones incrementan por la producción agrícola. No obstante, según Madriz (2023) afirma lo siguiente “La intención es lograr que todos los productores nacionales cuenten con tecnología de automatización y acceso a Internet, para que puedan combatir el problema de la escasez de mano de obra que tiene el sector agrícola.” (párr. 14).

## **2.4 Impacto Económico de la Tecnología Agrícola**

La tecnología en la agricultura ha traído varios beneficios lo cual es una opción muy viable en los cultivos, la economía de los agricultores al principio suele ser un gasto muy elevado, pero al tener lo necesario, la inversión es cubierta por el aumento económico que se logra tener con la adopción de las tecnologías en los cultivos y producción de los alimentos sembrados. Según Mercedes et al. (2020), menciona que “El impacto económico que la tecnología ha tenido a nivel sociedad se estimó con los costos necesarios para el desarrollo de la investigación y transferencia de tecnología que realizó la institución.” (pág. 7). Con esto se dice que los gastos más grandes fueron en la adaptación de la tecnología en las áreas de la agricultura, también en la mano de obra que instalo la tecnología en las zonas.

Una investigación hecha a agricultores de frijol demostró que las ganancias fueron notorias según pasaban los años, con una inversión a principio, pero con una ganancia que cubría

la inversión de gran manera que salía rentable el uso de la tecnología en la agricultura, Según afirma Mercedes et al. (2020).

Con la nueva tecnología se observó que los costos de producción totales incrementaron, pero el costo medio de producción por kg de frijol disminuyó; por lo tanto, el aumento en el rendimiento por el uso de la nueva tecnología y la disminución del costo medio de la producción por kg de frijol, son variables que reflejan una mayor productividad de los sistemas de producción. (pág. 7)

Lo que se puede destacar que la adaptación de tecnologías en las áreas agrícolas es realmente rentable con un impacto económico que beneficia a favor de los costos de producción y el aumento de ingresos notorios según los años, así mismo refleja un aumento en la producción de frijol por año.

### Figura 3

Beneficios económicos brutos de la tecnología

Año	Número de productores adoptantes	Ganancia unitaria	Ganancia neta (INIFAP)	Área de adopción	Beneficio económico
		\$/ha		ha	\$
2012	3	3 240	2 268	10	22 680
2013	11	2 376	1 663	12	19 958
2014	20	2 300	1 610	30	48 300
2015	28	3 700	2 590	70	181 300
2016	45	11 160	7 812	100	781 200
2017	55	9 300	6 510	150	976 500
2018	70	8 528	5 970	300	1 791 000

Nota: La figura 3 muestra como hubo un aumento significativo en el beneficio económico del frijol según pasaban los años con otros datos que muestran la cantidad de productores adoptantes y ganancias unitarias y neta. Tomado de CienciaUAT 2020.



Así mismo en la figura 3 podemos observar que la tecnología en los campos agrícolas si tienen un impacto en la economía, un impacto sumamente beneficioso tanto en la producción como en lo económico, por lo tanto, si se recomienda la adaptación de equipo tecnológico inteligente en la agricultura.

## **2.5 La Revolución de la Tecnología Agrícola**

Con la revolución tecnológica en el mundo también se viene la adaptación de sistemas tecnológicos para la agricultura, esto se puede ver como una revolución de los campos cibernéticos en las áreas agrícolas, en donde se intentan implementar todos los conocimientos de los cultivos en sistemas para así poder agregarlos en nuestros cultivos y aumentar la producción de alimentos para poder escatimar en gastos con una mayor producción. Menciona Huesseiny (2023).

La revolución agri-tech representa un espectro de innovaciones que abarca desde la agricultura de precisión, la ingeniería genética, las plataformas digitales y la automatización. Estos avances están diseñados para optimizar todos los aspectos de la agricultura, desde la siembra y la cosecha hasta el control de plagas y la distribución. (párr. 2)

Así mismo podemos ver las diferentes utilizadas que le podemos agarrar a la tecnología en el área de la agricultura, aunque hay muchas más estas son las más destacables y por eso la adaptación de estas tecnologías es importante en nuestros cultivos para mantener márgenes de producción elevados y ganancias también.

La tecnología agrícola ha transformado las operaciones en el campo, permitiendo una mayor eficiencia y precisión en las tareas diarias. El uso de maquinaria avanzada, como tractores

con GPS y drones, ha optimizado los recursos y mejorado la productividad, reduciendo los desperdicios y aumentando los rendimientos de los cultivos. Según afirma Huesseiny (2023).

Una de las ventajas más significativas de la tecnología agrícola es la mayor eficiencia que aporta a las operaciones agrícolas. La maquinaria y el equipo modernos pueden realizar tareas de manera más rápida y precisa que el trabajo humano, lo que se traduce en un aumento de los rendimientos de los cultivos y una reducción de los desperdicios. Por ejemplo, tractores guiados por GPS y drones pueden sembrar semillas y aplicar fertilizantes con precisión, minimizando el uso de recursos y maximizando la productividad. (párr. 3)

Con esta información queda claro que la tecnología agrícola ha mejorado considerablemente la eficiencia en las actividades del campo. Al emplear maquinaria moderna como tractores con GPS y drones, es posible realizar tareas con mayor rapidez y precisión que manualmente. Esto no solo incrementa los rendimientos de los cultivos, sino que también optimiza el uso de recursos, reduciendo los desperdicios y maximizando la productividad agrícola.

La sostenibilidad en el sector agri-tech juega un papel clave al equilibrar la producción de alimentos con la protección ambiental. A través de innovaciones tecnológicas, se optimizan los recursos y se minimizan los impactos negativos, promoviendo prácticas agrícolas más eficientes y responsables. Menciona Huesseiny (2023).

La sostenibilidad es fundamental en el movimiento agri-tech. Busca armonizar la necesidad de aumentar la producción de alimentos con la responsabilidad ambiental.

Tecnologías como los sistemas de riego inteligentes y los sensores de suelo ayudan a los

agricultores a gestionar los recursos de manera más eficiente, reduciendo el desperdicio de agua y minimizando el uso de insumos químicos. Esto no solo beneficia al medio ambiente, sino que también mejora la productividad a largo plazo de los cultivos. (párr. 4)

Por esto mismo la sostenibilidad es esencial en la agri-tech, ya que busca equilibrar la producción de alimentos con el cuidado del medio ambiente. Tecnologías como el riego inteligente y los sensores de suelo permiten a los agricultores usar los recursos de manera más eficiente, reduciendo el consumo de agua y productos químicos. Esto beneficia tanto al medio ambiente como a la productividad a largo plazo de los cultivos.

La agricultura de precisión, como parte esencial de la agri-tech, utiliza tecnologías avanzadas y datos en tiempo real para mejorar la toma de decisiones en la gestión de cultivos. Esta innovación permite a los agricultores optimizar sus procesos para maximizar el rendimiento agrícola. Afirma Huesseiny (2023).

La agricultura de precisión, un componente clave de la agri-tech, aprovecha las ideas basadas en datos y tecnologías avanzadas para tomar decisiones informadas sobre la gestión de cultivos. Los agricultores pueden monitorear la salud del suelo, las condiciones climáticas y el crecimiento de los cultivos en tiempo real, lo que les permite optimizar la siembra, el riego y los horarios de cosecha para obtener el máximo rendimiento. (párr. 5)

La agricultura de precisión, parte importante de la agri-tech, utiliza tecnologías modernas y análisis de datos para mejorar la toma de decisiones en el manejo de cultivos. Esto permite a los agricultores observar en tiempo real aspectos como la calidad del suelo, las condiciones del clima y el desarrollo de las plantas, lo que les ayuda a ajustar de manera más eficiente la siembra, el riego y el momento de la cosecha para obtener mejores resultados.

La ingeniería genética en la agricultura ofrece soluciones innovadoras para enfrentar los desafíos alimentarios mundiales. A través de esta tecnología, se desarrollan cultivos más resistentes y nutritivos, capaces de adaptarse a condiciones difíciles, contribuyendo a mejorar la seguridad alimentaria global. Menciona Huesseiny (2023).

La ingeniería genética, otro factor clave en la agricultura, permite la creación de cultivos más resistentes a las plagas y enfermedades, tolerantes a la sequía y enriquecidos nutricionalmente. Esta tecnología tiene el potencial de abordar los desafíos globales de seguridad alimentaria al garantizar que los cultivos puedan prosperar en condiciones adversas. (párr. 6)

Por esta razón la ingeniería genética en la agricultura posibilita el desarrollo de cultivos más fuertes ante plagas y enfermedades, resistentes a la sequía y con mayor valor nutricional. Esta tecnología tiene el potencial de enfrentar los problemas de seguridad alimentaria mundial, al asegurar que los cultivos puedan crecer en entornos difíciles y desafiar condiciones climáticas adversas.

## **2.6 Importancia de la Tecnología Alimentaria y Agrícola**

La importancia de la tecnología alimentaria y agrícola no se puede subestimar, especialmente en un mundo que lucha con el crecimiento de la población, el cambio climático y las limitaciones de recursos. Menciona Huesseiny (2023).

En primer lugar, la agri-tech desempeña un papel fundamental en garantizar la seguridad alimentaria global. A medida que la población mundial sigue aumentando, la demanda de alimentos alcanza niveles sin precedentes. La tecnología agrícola ayuda a satisfacer esta

demanda al aumentar los rendimientos de los cultivos, reducir las pérdidas posteriores a la cosecha y mejorar los sistemas de distribución de alimentos. (párr. 8)

La agri-tech es clave para asegurar la seguridad alimentaria a nivel mundial, especialmente con el creciente aumento de la población. A través de innovaciones tecnológicas, se pueden incrementar los rendimientos de los cultivos, disminuir las pérdidas que ocurren después de la cosecha y optimizar los sistemas de distribución de alimentos, lo que ayuda a cubrir la demanda creciente de alimentos.

Además, la agri-tech promueve prácticas respetuosas con el medio ambiente que conservan los recursos naturales y minimizan el impacto negativo de la agricultura en los ecosistemas. Esto se alinea con la necesidad de preservar nuestro planeta para las generaciones futuras.

Desde el punto de vista económico, la tecnología agrícola impulsa el crecimiento al aumentar la eficiencia y la productividad del sector agrícola. Esto crea oportunidades de empleo y estimula el desarrollo económico en las áreas rurales, donde la agricultura es una fuente principal de sustento.

### **Beneficios de la Tecnología Agrícola**

Los beneficios de la tecnología agrícola se extienden más allá de la puerta de la granja y afectan a diversos aspectos de la sociedad:

- **Aumento de los Rendimientos de los Cultivos:** La tecnología permite a los agricultores producir mayores cantidades de cultivos con menos recursos, asegurando un suministro estable de alimentos y reduciendo los costos de producción para los consumidores.

(Huesseiny, 2023, párr. 12)

- **Menor Impacto Ambiental:** Las prácticas sostenibles minimizan la huella ambiental de la agricultura al reducir el uso de productos químicos, promover una gestión eficiente de los recursos y conservar el suelo. (Huesseiny, 2023, párr. 13)
- **Innovación y Emprendimiento:** El sector agri-tech fomenta la innovación y el espíritu empresarial, creando un ecosistema dinámico que estimula la creatividad y el crecimiento económico. (Huesseiny, 2023, párr. 14)

La tecnología agrícola permite a los agricultores producir más cultivos utilizando menos recursos, lo que garantiza un suministro de alimentos más estable y reduce los costos de producción para los consumidores. Además, al aplicar prácticas sostenibles, se disminuye el impacto ambiental de la agricultura, reduciendo el uso de productos químicos y conservando mejor los recursos naturales como el suelo. También se resalta cómo el sector agri-tech fomenta la innovación y el emprendimiento, promoviendo un entorno dinámico que impulsa la creatividad y el crecimiento económico.

### 3. Conclusión

La agricultura en Costa Rica es un pilar fundamental de la economía y del sustento de muchas familias, especialmente en las zonas rurales. A pesar de que su contribución directa al PIB es relativamente baja, su impacto en el empleo y las exportaciones es significativo. Con el tiempo, este sector ha ido evolucionando, adaptándose a los avances tecnológicos. Hoy en día, herramientas como la inteligencia artificial, los drones y la automatización están transformando el modo en que se cultiva y se produce. Estas tecnologías permiten a los agricultores mejorar la eficiencia y tomar decisiones más informadas, optimizando el uso de recursos y reduciendo costos.

Sin embargo, la adopción de estas innovaciones no ha sido equitativa. Muchos pequeños agricultores encuentran dificultades para acceder a estas herramientas debido a su alto costo. Esto crea una brecha en la competitividad entre los grandes productores, que pueden invertir en tecnología, y los pequeños, que siguen dependiendo de métodos tradicionales. Para cerrar esta brecha, es necesario que el gobierno implemente programas de apoyo y capacitación que permitan a los agricultores más vulnerables beneficiarse de las nuevas tecnologías.

A medida que el país avanza hacia una agricultura más moderna y conectada, es fundamental no dejar atrás a aquellos que dependen de la tierra para su sustento. La tecnología puede ser un gran aliado, pero su implementación debe ser accesible para todos los sectores, garantizando que el progreso sea inclusivo y sostenible, y que los beneficios lleguen a toda la población agrícola del país.

#### 4. Referencias

Arauz, L. (2020). *Voz experta: Es hora de impulsar un sector agrícola competitivo y vigoroso para salir de la crisis*. Universidad De Costa Rica.

<https://www.ucr.ac.cr/noticias/2020/5/15/voz-experta-es-hora-de-impulsar-un-sector-agricola-competitivo-y-vigoroso-para-salir-de-la-crisis.html>

Argentina.gob.ar. (2021). *Biodigestores: los residuos como generadores de energía*.

Argentina.gob.ar. <https://www.argentina.gob.ar/interior/ambiente/accion/biodigestores>

Castillo, S. (2022). *Costa Rica innova en sector agropecuario, pero urge involucrar a mayoría*

*de productores*. PolítiKas. <https://politikasenlinea.com/costa-rica-innova-en-sector-agropecuario-pero-urge-involucrar-a-mayoria-de-productores/#:~:text=El%20uso%20de%20tecnología%20como,más%20innovadoras%20de%20la%20región>.

Céspedes, P. y Navarro, S. (2022). *Una piedra más a la agricultura*. Delfino.

<https://delfino.cr/2022/03/una-piedra-mas-a-la-agricultura>

Huesseiny N. (2023). *La Tecnología Agrícola como un Cambiador Global: Una Revolución*

*Sostenible*. Gedth. <https://gedeth.com/blog/2023/10/13/la-tecnologia-agricola-como-un-cambiador-global-una-revolucion-sostenible/#:~:text=Desde%20el%20punto%20de%20vista,una%20fuente%20principal%20de%20sustento>.

Madriz, A (2023). *Costa Rica | Tecnología e innovación: Claves en el futuro de la agricultura*.

DPL news. <https://dplnews.com/costa-rica-tecnologia-e-innovacion-claves-en-el-futuro-de-la-agricultura/>



Martorell, A. (2024). *Drones en Agricultura: Una herramienta clave*. Geoinnova.

[https://geoinnova.org/blog-territorio/drones-agricultura-una-herramienta-clave/?psafe\\_param=1&gad\\_source=1&gclid=Cj0KCQjwgrO4BhC2ARIsAKQ7zUlpE5CCxYQyQICPkAIslhWQ0ShPOLSM1WMD-nNpT8rE6nvCRLhxuyQaAl-IEALw\\_wcB](https://geoinnova.org/blog-territorio/drones-agricultura-una-herramienta-clave/?psafe_param=1&gad_source=1&gclid=Cj0KCQjwgrO4BhC2ARIsAKQ7zUlpE5CCxYQyQICPkAIslhWQ0ShPOLSM1WMD-nNpT8rE6nvCRLhxuyQaAl-IEALw_wcB)

Mercedes et al. (2020). *Impacto económico de la adopción de tecnología para la producción de frijol en condiciones de temporal*. CienciasUAT.

<https://www.scielo.org.mx/pdf/cuat/v14n2/2007-7858-cuat-14-02-104.pdf>

Procomer, P. P. (2022). *Aplicación de tecnología inteligente en la agricultura*. Procomer Costa Rica. [https://www.procomer.com/alertas\\_comerciales/exportador-alerta/aplicacion-de-tecnologia-inteligente-en-la-agricultura/](https://www.procomer.com/alertas_comerciales/exportador-alerta/aplicacion-de-tecnologia-inteligente-en-la-agricultura/)

Santander, B. (2024). *Inteligencia artificial en la agricultura*. Banco Santander.

<https://www.bancosantander.es/blog/pymes-negocios/inteligencia-artificial-agricultura>

Sergieieva, K. (2023). *Tecnología Agrícola: Innovación En El Cultivo De Cosechas*. EOS Data Analytics. <https://eos.com/es/blog/tecnologias-en-la-agricultura/>