

**Universidad Internacional  
de las Américas**

Facultad de ciencias económicas

Carrera Comercio Internacional

Propuesta de Investigación para optar al Grado Académico:

**Licenciatura en Comercio Internacional**

**ESTUDIO SOBRE LAS TECNOLOGÍAS  
INNOVADORAS PARA LA PRODUCCIÓN DE  
ALIMENTOS DESDE COREA DEL SUR, EN 2022**

VALERIA ULATE CALDERÓN

Tutor: Pablo Julián Arias Varela

SAN JOSÉ, ABRIL, 2024

## Tabla de Contenidos

<b>Agradecimientos</b>	<b>6</b>
<b>Dedicatoria</b>	<b>7</b>
<b>Resumen ejecutivo</b>	<b>8</b>
<b>CAPÍTULO I: PROBLEMA</b>	<b>9</b>
<b>Justificación</b>	<b>10</b>
<b>Objetivos</b>	<b>12</b>
<b>Objetivo general.</b>	<b>12</b>
<b>Objetivos específicos.</b>	<b>12</b>
<b>Antecedentes</b>	<b>12</b>
<b>Tesis Internacionales</b>	<b>12</b>
<b>Tesis Nacionales</b>	<b>20</b>
<b>Proyecciones</b>	<b>28</b>
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO</b>	<b>29</b>
<b>Tecnología Innovadora</b>	<b>29</b>
<b>Retos del sector agrícola</b>	<b>29</b>
<b>Cambio climático</b>	<b>30</b>
<b>Erosión</b>	<b>31</b>
<b>Agroquímicos</b>	<b>33</b>
<b>Avances tecnológicos en el sector agrícola.</b>	<b>37</b>
<b>Costa Rica.</b>	<b>39</b>
<b>Corea del Sur.</b>	<b>45</b>
<b>Tecnología aplicada en la producción de alimentos agrícolas.</b>	<b>52</b>
<b>Tecnologías de la información y la comunicación (TIC)</b>	<b>53</b>
<b>Agricultura inteligente</b>	<b>53</b>
<b>Granjas inteligentes.</b>	<b>57</b>
<b>CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO</b>	<b>60</b>
<b>Enfoque</b>	<b>61</b>
<b>Cualitativo</b>	<b>61</b>
<b>Diseño (Cualitativo)</b>	<b>62</b>
<b>Fenomenología Empírica:</b>	<b>62</b>

<b>Población y Muestra</b>	<b>62</b>
<b>Población</b>	<b>62</b>
<b>Muestra.</b>	<b>62</b>
<b>Muestra cualitativa</b>	<b>63</b>
<b>Unidades de Análisis (cualitativa)</b>	<b>64</b>
<b>Instrumento</b>	<b>68</b>
<b>Proceso de recolección de datos</b>	<b>71</b>
<b>Fuentes de Información</b>	<b>72</b>
<b>Fuente Primaria</b>	<b>72</b>
<b>CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE RESULTADOS</b>	<b>73</b>
<b>Categoría 1: Procesos tecnológicos</b>	<b>75</b>
<b>Descripción</b>	<b>75</b>
<b>Análisis.</b>	<b>76</b>
<b>Categoría 2: Tecnología agrícola</b>	<b>76</b>
<b>Descripción</b>	<b>76</b>
<b>Análisis.</b>	<b>77</b>
<b>Categoría 3: Sistemas inteligentes</b>	<b>78</b>
<b>Descripción</b>	<b>78</b>
<b>Análisis.</b>	<b>79</b>
<b>Categoría 4: Factores internos</b>	<b>80</b>
<b>Descripción</b>	<b>80</b>
<b>Análisis.</b>	<b>81</b>
<b>Categoría 5: Producción</b>	<b>81</b>
<b>Descripción</b>	<b>82</b>
<b>Análisis.</b>	<b>83</b>
<b>Categoría 6: Innovación</b>	<b>83</b>
<b>Descripción</b>	<b>83</b>
<b>Análisis.</b>	<b>85</b>
<b>Categoría 7: Desarrollo tecnológico</b>	<b>86</b>
<b>Descripción</b>	<b>86</b>
<b>Análisis.</b>	<b>86</b>
<b>Unidad de Análisis 2: Potencial de las tecnologías agrícolas innovadoras.</b>	<b>87</b>

<b>Categoría 1: Reducción de factores</b>	<b>88</b>
<b>Descripción</b>	<b>88</b>
<b>Análisis.</b>	<b>90</b>
<b>Categoría 2: Optimización</b>	<b>91</b>
<b>Descripción</b>	<b>91</b>
<b>Análisis.</b>	<b>93</b>
<b>Categoría 3: Monitoreo</b>	<b>94</b>
<b>Descripción</b>	<b>94</b>
<b>Análisis.</b>	<b>96</b>
<b>Categoría 4: Eficiencia</b>	<b>96</b>
<b>Descripción</b>	<b>96</b>
<b>Análisis.</b>	<b>98</b>
<b>Unidad de Análisis 3: Oportunidades de mejora en la producción de alimentos agrícolas en Costa Rica.</b>	<b>99</b>
<b>Categoría 1: Planes de inversión</b>	<b>99</b>
<b>Descripción</b>	<b>100</b>
<b>Análisis.</b>	<b>101</b>
<b>Categoría 2: Desafíos</b>	<b>102</b>
<b>Descripción</b>	<b>102</b>
<b>Análisis.</b>	<b>103</b>
<b>Categoría 3: Beneficios</b>	<b>105</b>
<b>Descripción</b>	<b>105</b>
<b>Categoría 4: Costos</b>	<b>107</b>
<b>Descripción</b>	<b>107</b>
<b>Análisis.</b>	<b>109</b>
<b>Interpretación de los Datos</b>	<b>111</b>
<b>CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>114</b>
<b>Conclusiones</b>	<b>114</b>
<b>Recomendaciones</b>	<b>117</b>
<b>CAPÍTULO VI: PROPUESTA</b>	<b>120</b>
<b>Objetivos</b>	<b>120</b>
<b>Objetivo general</b>	<b>120</b>
<b>Objetivos específicos</b>	<b>120</b>

<b>Propuesta</b>	<b>120</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>124</b>
<b>APÉNDICES</b>	<b>133</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>133</b>
<b>Cuestionario para la investigación</b>	<b>133</b>

## **Agradecimientos**

A la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Internacional de las Américas por el apoyo académico, durante los cuatro años de carrera para la formación de mi persona como profesional.

Al Profesor Pablo Julián Arias Varela, por ser mi guía en los ocho meses del desarrollo de la tesis; su dedicación y aporte fueron valiosos al desarrollo de la investigación, con el fin de obtener el grado de Licenciatura en Comercio Internacional.

## **Dedicatoria**

A mi madre Yorleny quien me apoya siempre en cada paso de mi trayectoria académica y profesional, además, su acompañamiento en el día a día de mi experiencia, mostrándome como seguir avanzando, como enfrentar los obstáculos en el camino, felicitándome en los buenos momentos, guiándome constantemente para poder salir de la zona de confort en los momentos difíciles; ella ha sido mi mayor soporte dentro y fuera del ámbito profesional.

A mi padre José Luis, quien ha permanecido como un gran apoyo en mi trayectoria académica y profesional, celebrándome en los momentos importantes y guiándome en los momentos difíciles; siempre, me ha enseñado cómo enfrentar las dificultades desde la mejor intención; además, ha sido un pilar muy importante dentro y fuera del ámbito profesional.

## **Resumen ejecutivo.**

El presente estudio se centra en investigar las tecnologías innovadoras utilizadas en la producción de alimentos en Corea del Sur, durante el año 2022, con el objetivo de investigar sobre los tipos de tecnologías que revolucionan el sector agrícola no solo en Corea del Sur, también en Costa Rica. De esta manera, el estudio busca examinar el verdadero potencial que existe en la aplicación de las tecnologías agrícolas e identificar las oportunidades de mejora en la producción de alimentos en Costa Rica.

Corea del Sur se destaca por su avanzada agricultura y tecnología agrícola, lo que le ha permitido mejorar la productividad, la calidad de los alimentos y la sostenibilidad ambiental, creando un nuevo panorama para los cultivos y los agricultores, quienes se mantienen en contacto con las tecnologías innovadoras. Esto genera un tema de estudio con respecto a cómo Corea del Sur ha logrado obtener dichos avances tecnológicos y como su historia influye en los resultados actuales.

Esta tesis se fundamenta en las características del método cualitativo; por esta razón, se utiliza un cuestionario como instrumento, en donde por medio de entrevistas, se podrá evidenciar las respuestas de los especialistas en tecnología agrícola, cuyo propósito es identificar las tecnologías innovadoras utilizadas en la producción de alimentos en Corea del Sur, con el fin de visualizar todo su potencial; esto permite identificar las oportunidades que el sector podría explotar en nuestro país, con apoyo de organizaciones e instituciones, y con el propósito de incursionar en la innovación tecnológica para Costa Rica.

El diseño es fenomenología empírica, ya que se va a explorar, describir y comprender las diferentes respuestas de los entrevistados, con el fin de encontrar algún elemento en común para todos los especialistas en tecnología aplicada a la agricultura. La muestra de investigación corresponde a la selección de especialistas de diferentes instituciones y carreras que tienen relación con el tema investigativo; entre ellas, encontramos entidades públicas como Ministerio de Ciencia, Innovación, Tecnología y Telecomunicaciones de Costa Rica, y también empresas privadas como Poseidón-AI.

Por otro lado, se dieron tres unidades de análisis. En primer lugar, se obtiene la unidad sobre la tecnología aplicada a la producción de alimentos, de la cual se derivaron las siguientes subcategorías: Procesos tecnológicos, Tecnología agrícola, Sistemas inteligentes, Factores internos, Producción, Innovación y Desarrollo tecnológico. La segunda unidad de análisis corresponde al Potencial de las tecnologías agrícolas; de esta se originan las siguientes subcategorías: Reducción de factores, Optimización, Monitoreo, Eficiencia. La tercera unidad de análisis corresponde a las Oportunidades de mejora; de esta proceden las siguientes subcategorías: Planes de inversión, Desafíos, Beneficios y Costos.

Se desarrollan diferentes conclusiones a partir de la información brindada por los entrevistados; las conclusiones remarcan la importancia de los tipos de tecnología utilizada en Corea del Sur y en Costa Rica, y destacan que esta innovación conlleva una serie de obstáculos como el costo económico para el país; y hacen alusión a una serie de beneficios importantes en el sector agrícola y para Costa Rica.

Por otra parte, esta investigación aporta algunas recomendaciones para Costa Rica y para los agricultores; de acuerdo con lo investigado, se menciona algunas recomendaciones que incluyen diferentes temas, como los esfuerzos necesarios del gobierno costarricense para promover el desarrollo e implementación de tecnología moderna dentro del sector agrícola; también, se les recomienda a los agricultores participar activamente en las investigaciones y la actualizaciones de la información de manera constante.

Por último, se presenta la propuesta que tiene como objetivo principal crear un programa para la transferencia y adaptación de tecnología que conecte a Costa Rica con el desarrollo de la tecnología industrial agrícola internacional, por medio del Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria, institución responsable de promover la adaptación de la tecnología innovadora agrícola en Costa Rica.

## **CAPÍTULO I**

### **PROBLEMA**

La República de Corea es un país sumamente desarrollado y así se ha posicionado como una de las economías asiáticas más tecnológicas y robotizadas, cubriendo muchas necesidades de diferentes sectores, aunque, como toda región esta posee desventajas, una de ellas es su terreno para la producción y cosecha de alimentos, lo cual es un reto. Al respecto Martín (2020), menciona lo siguiente: “El 70% de la superficie de Corea del Sur es montañosa. Esto, unido a otros accidentes geográficos, hacen de la península coreana un lugar poco adecuado para el desarrollo de la agricultura.” (p.10)

Al no tener un terreno que facilite la producción de alimentos, Corea del Sur desarrolló una carencia directamente relacionada con las necesidades alimentarias de la población; esto se ve reflejado en las importaciones del país. La Oficina Económica y Comercial de España en Seúl menciona que: “Corea del Sur es un país montañoso y únicamente el 18% de su superficie es cultivable. Esto genera una gran dependencia del exterior y casi la mitad de la ingesta alimentaria, medida en contenido calórico, es importada.” (Oficina Económica y Comercial de España en Seúl, 2020)

Con base en la literatura consultada, la República de Corea se ve interesada en aumentar la producción de alimentos por lo que se plantea múltiples opciones a desarrollar; una de las entidades más involucradas es el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Asuntos Rurales de Corea del Sur (MAFRA), el cual es el encargado de que el pueblo coreano cultive sin preocupaciones y que consuma productos agrícolas de la manera más segura.

El MAFRA tiene como su principal objetivo optimizar el sistema de apoyo para la producción agrícola y construir una base para el cambio estructural en la agricultura; además, la tecnología innovadora se implementará, ya que, financieramente, el gobierno coreano ha apoyado al sector agrícola para que desarrolle proyectos innovadores en la producción de alimentos; por ejemplo, las granjas inteligentes para aumentar el potencial de desarrollo de la agricultura, las cuales serán desarrolladas a profundidad durante la investigación.

Seguidamente, se conoce que tecnología se desarrolla de una manera acelerada por lo que no es un secreto que al pasar los años la tecnología se haya vuelto indispensable; existe la posibilidad de cubrir la deficiencia de producción de alimentos en Corea del Sur con la implementación de la tecnología avanzada en la producción. Así, La República de Corea podría obtener numerosos beneficios en diferentes aspectos y sectores como en el ámbito económico, social, laboral, entre otros.

Como se mencionó anteriormente, Corea del Sur es una de las grandes economías asiáticas; por esta razón, es muy importante que se elaboren proyecciones tecnológicas que ayuden al mantenimiento de su economía; asimismo, es saludable importar y comercializar, internacionalmente, la tecnología para la producción alimentaria costarricense. Esta información preliminar sobre la innovación tecnológica en la producción agrícola, provoca hacer la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuáles serían las tecnologías innovadoras para la producción de alimentos desde Corea del Sur en 2022?

### **Justificación**

Corea del Sur lleva mucho tiempo siendo uno de los países que importa una parte considerable de sus alimentos; el país asiático implementó políticas comerciales para crear barreras a las importaciones con el soporte de políticas agropecuarias, las barreras comerciales solo fueron el principio de los planes para el aumento de la producción de alimentos, asimismo, los esfuerzos por una mayor producción de alimentos, no deben de ser apartados de las principales metas de Corea del Sur.

El proyecto de la implementación de tecnologías innovadoras para la producción de alimentos, podría traer numerosas ventajas a la industria alimentaria de Corea del Sur; Con este proyecto se abre oportunidades en diferentes aspectos, específicamente, económicos, productivos y laborales. E, incluso, se agilizan algunos factores logísticos como el tiempo y el riesgo, como parte de los efectos que se dan al importar los productos, porque no se producen en el país.

Corea del Sur, como país desarrollado, tiene la capacidad de invertir en sus propios proyectos tecnológicos; y ponerlos en marcha con la planeación ideal y el apoyo de entidades gubernamentales; se puede facilitar su elaboración lo cual es lo deseado para que la meta sea alcanzada de la mejor manera. Primeramente, en el aspecto económico se pueden generar ingresos, ya que el país produciría y comercializaría nacionalmente sus propios alimentos, sin dejar de lado la visión internacional para que, en algún punto, el país pueda exportar sus alimentos originarios.

Por otro lado, la parte productiva tiene potencial con la implementación tecnológica, ya que se utiliza para la optimización de procesos. Corea del Sur tiene la posibilidad de acelerar la producción de alimentos y, de esta manera, disminuir el tiempo y gastos. También, puede optimizar los procesos y puede aumentar la capacidad productiva, ya que, cuenta con excelente demanda de los consumidores, como es su población y los socios comerciales.

La logística es una de las partes más importantes en las importaciones. Corea del Sur es sumamente capaz de importar exitosamente múltiples alimentos, pero el tiempo que se invierte en la importación y los riesgos que se toman a lo largo de la logística, específicamente, de la importación de alimentos, son factores que pueden intervenir de manera negativa en la entrega del producto final; por este motivo, si Corea del Sur aumenta la producción de alimentos se puede dar un decrecimiento positivo en el tiempo y los riesgos que se toman en las importaciones.

De acuerdo con los párrafos anteriores, los beneficios del desarrollo de tecnologías innovadoras para la producción de alimentos desde Corea del Sur, son notablemente valiosos y el país; los puede utilizar a su favor de una manera estratégica. Los proyectos traen consigo una variedad de efectos que se desean estudiar durante la investigación, al igual que los tipos de tecnologías innovadoras para la producción de alimentos.

## Objetivos

### Objetivo general.

Estudiar las tecnologías innovadoras para la producción de alimentos desde Corea del Sur, en 2022.

### Objetivos específicos:

Determinar los diferentes tipos de tecnologías utilizadas en los productos agrícolas en Corea del Sur, en 2022.

Examinar el potencial que existe en la implementación de tecnologías innovadoras utilizadas para producción en el sector agrícola.

Identificar oportunidades de mejora en la producción de alimentos en el sector agrícola de Costa Rica.

Proponer un programa para la transferencia y adaptación de tecnología que conecte a Costa Rica de manera internacional, por medio del Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria.

## Antecedentes

### Tesis Internacionales.

El primer artículo científico internacional consultado es el de Arcia (2020), con el tema: *De la agricultura precisa a la agricultura de precisión*; lo realiza para la Revista Ingeniería Agrícola. Propone el siguiente Objetivo General: Referir, las condiciones y pasos seguidos por una Empresa Agroindustrial de la República Argentina, para la introducción del concepto de Agricultura de Precisión; y se plantea el siguiente objetivo específico: Introducir la Agricultura de Precisión (AP) en la principal Empresa Agroindustrial de la Provincia Tucumán, donde la explotación de la caña de azúcar, diversificada con otras producciones agrícolas.

Se obtiene la siguiente conclusión dando respuesta al objeto de estudio de la investigación, cuando el autor Arcia (2020), indica lo siguiente:

Si bien los beneficios del manejo mediante agricultura de precisión han sido difíciles de medir, se ha podido estimar dentro de la Empresa un aprovechamiento de alrededor de 1.0% del uso de la tierra, por concepto de uso piloto automático, alrededor de 5.0% en ahorro en agroquímicos y alrededor de 12.0% en la eficiencia de explotación de la maquinaria agrícola. (p. 70)

Arcia (2020), recomienda que “La AP debe ser adoptada gradualmente de acuerdo al nivel tecnológico alcanzado, siendo el manejo de dosis variables de agroquímicos y uso de pilotos automáticos los objetivos alcanzables a corto plazo” (p. 70)

La investigación genera relevancia, ya que, posee un punto de vista sobre el tipo de tecnología de agricultura de precisión; dicha tecnología es una gran alternativa para obtener avances en la producción de alimentos, por medio de la agricultura de precisión; se emplea un enfoque avanzado utilizando tecnología con una base de datos para poder optimizar la producción con la maquinaria e insumos necesarios. El artículo detalla cómo se puede optimizar la producción de alimentos con tecnología moderna.

El segundo artículo científico internacional consultado es de Romero (2020), con el tema M.R. Acuipro. Acuicultura, lo realiza para la revista Polo del Conocimiento.

De esta investigación se desprende el siguiente Objetivo General: Propuesta descriptiva sobre el cultivo del camarón, su proceso de investigación y producción de este alimento tan noble y beneficioso en la dieta del ser humano, desde la perspectiva de la empresa M. R. ACUINPRO.

Se obtiene la siguiente conclusión, dando respuesta al objeto de estudio de la investigación, cuando el autor Romero (2020), indica lo siguiente:

Con el fin de aportar e identificar las características idóneas referidas al mercado nacional, para determinar la tendencia de inversión en acuicultura, se presenta la solución para mejorar los cultivos, mediante la utilización de tecnología, las cuales

se mencionan a continuación: Reducir los espacios, evitar la descarga de residuos acuícolas, depender menos de la cercanía del agua, controlar los parámetros ambientales del agua, crear un ambiente aislado al ecosistema.

Por otro lado, la investigación de Romero (2020), representa relevancia, ya que se obtiene información sobre el sector que se desea investigar, el sector agrícola; además, la investigación detalla cómo se puede implementar la tecnología en el subsector de pesca y agricultura. De esta manera, se da un aporte que invita a aprovechar la tecnología para mejorar la producción de alimentos.

La primera tesis internacional consultada es de Castillo y Romero (2020,) con el tema *Rendimiento de fruto de cuatro híbridos de tomate (Solanum lycopersicum L.) en condiciones de casa malla en la comunidad Las Delicias, Darío, Matagalpa, 2019*; realizada para la Universidad Nacional Agraria y para optar por el grado académico de Ingeniero Agrónomo.

De esta investigación se desprende el siguiente objetivo general: Evaluar híbridos de tomate basado en el potencial de rendimiento, cultivado bajo condiciones de casa malla en la comunidad Las Delicias-Ciudad Darío, Matagalpa, 2019 y los siguientes objetivos específicos:

- Determinar el patrón productivo de cuatro híbridos de tomate mediante la obtención de la mayor cantidad de frutos en siete momentos de cosecha.
- Comparar el rendimiento de frutos de cuatro híbridos de tomate cultivado bajo condiciones de casa malla

La metodología que se emplea es la cuantitativa, la cual, mediante el uso de los siguientes instrumentos: Muestreo, se procura encontrar respuesta al problema de investigación.

Esta investigación concluye dando respuesta al objeto de estudio, cuando los autores Castillo y Romero (2020), indican lo siguiente:

El patrón de producción de frutos totales por planta para Miranda, Tisey y Tygo mostraron un comportamiento similar, concentrándose la mayor producción en las primeras dos cosechas, el híbrido Aarat demostró su mayor producción en las últimas cuatro cosechas siendo el que obtuvo un mayor número de frutos totales por planta.

La investigación recomienda que El Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA), deberá continuar con el estudio de estos híbridos en condición de campo abierto para evaluar el potencial de producción bajo afectaciones de plagas y enfermedades (Castillo y Romero, 2020).

La segunda tesis internacional consultada; es de Solano (2020), con el tema *Contribución al Desarrollo de Sistemas Inteligentes de Monitorización y Control de Microclimas Lumínicos basados en el Internet de las Cosas y en las nuevas tecnologías SSL (Solid State Lighting). Aplicación a entornos agrícolas para el estudio del efecto sobre la germinación y crecimiento vegetal in vitro*; realizada para la Universidad Politécnica de Cartagena y para optar por el grado académico de Doctorado Tecnologías Industriales.

De esta investigación, se desprende el siguiente objetivo general: Seleccionar el tipo de LED y espectros para la realización de ensayos y de ahorro energético, y los siguientes objetivos específicos:

- Fabricar el prototipo de cámara experimental de espectro modulable (CEEM) y posteriormente se llevó a cabo la evaluación técnica y validación práctica mediante el desarrollo de varios ensayos a nivel fisiológico con semillas de melón y de guisante y con raíces pilosas de zanahoria morada en condiciones in vitro.
- Estudiar la validación del efecto de la calidad espectral sobre la germinación de semillas, en el desarrollo vegetal, en el crecimiento in vitro de raíces pilosas y en el metabolismo antioxidante de las plantas.

La metodología que se emplea es la cuantitativa, la cual, mediante el uso de los siguientes instrumentos: Componentes hardware, se procura encontrar respuesta al problema de investigación.

La investigación concluye dando respuesta al objeto de estudio, cuando el autor Solano (2020), indica lo siguiente:

El futuro de la agricultura pasa por una mayor investigación y conocimiento del comportamiento de las plantas en ambientes controlados y artificiales que permitan simular las condiciones del medio natural sin que ello suponga un cambio fisiológico importante en las mismas.

Es importante por su contribución al conocimiento científico, su aplicación práctica en la agricultura y su enfoque en tecnologías avanzadas, las cuales son el objetivo de la investigación moderna. Además, señala la dirección que la agricultura debe tomar en el futuro para enfrentar los desafíos de producción de alimentos, de manera más eficiente y sostenible, por lo que crea un gran aporte a la investigación.

El tercer documento internacional consultado, corresponde a Fisher, et al (2021), con el tema *Ventaja competitiva: dispositivo para la cooperación en el desarrollo agrícola de México-Corea del Sur*, realizada para Portes, revista mexicana de estudios sobre la Cuenca del Pacífico.

De esta investigación, se desprende el siguiente objetivo general: Destacar la importancia de exponer la posibilidad de fomentar estrategias basadas en ventajas competitivas para la cooperación intergubernamental que impulse al desarrollo del sector agrícola. Y los siguientes objetivos específicos: Enfocarse mayormente a las unidades de producción a pequeña escala, ya que permiten reducir los gastos y aumentar la producción, además de que están muy relacionadas con el núcleo familiar, puesto que permiten lograr reducir los precios al consumidor.

Esta investigación concluye dando respuesta al objeto de estudio, cuando los autores Fisher *et al.* (2021), indican lo siguiente:

Se sostiene que el fomentar la cooperación para el desarrollo económico entre estos dos países, México podría experimentar una distribución de la riqueza más equitativa, y Corea profundizaría en el establecimiento de una relación económica con un socio más estable que provea a precios preferenciales agroproductos de importación. Se alienta a que el gobierno mexicano proponga un proyecto de desarrollo agrícola por comunidades al PICA, y que como respuesta de buena voluntad brinde un trato preferencial en el precio de las exportaciones mexicanas hacia Corea, para que de ese modo el país asiático pueda ser más competitivo en su mercado interno y asegure el mantenimiento tanto de su seguridad como de su soberanía alimentaria.

El artículo evidencia la clara noción del exterior a las debilidades que posee La República de Corea, ya que tiene una visión para mejorar problemáticas en el sector agropecuario con proyectos, cuya finalidad es cubrir las necesidades de ambos países trabajando en conjunto, con el propósito de obtener beneficios mutuos. Como se menciona en la conclusión, Corea del Sur tiene una gran oportunidad de mejorar la producción agrícola, porque padece de un déficit en su dicha producción.

La cuarta investigación científica internacional consultada, es de Macías, et al (2022), cuyo tema es *La tecnología en la producción de las pymes agrícolas de Portoviejo*.

De esta investigación se desprende el siguiente objetivo general: Analizar la influencia de la tecnología en la producción de las pymes agrícolas, y los siguientes objetivos específicos: Determinar el impacto que genera en el aumento de los niveles de producción adquirir tecnología en las pymes agrícolas asociadas de Portoviejo para el proceso productivo del coco, maní, cacao, maíz, plátano, entre otros.

Emplea la metodología cualitativa y hace uso de los siguientes instrumentos: encuestas dirigidas a los administradores de las pymes agrícolas asociadas del cantón Portoviejo; se procura encontrar respuesta al problema de investigación.

La investigación llega a la siguiente conclusión, dando respuesta al objeto de estudio, cuando el autor Macías, et al (2022), indica lo siguiente:

Las pymes agrícolas que han aplicado tecnología en sus procesos productivos han logrado posesionarse en el mercado local e ingresar al mercado nacional, gracias al cambio de paradigma en aspectos fundamentales como: la asociatividad, organización, cooperativismo, planificación, apoyo del sector público en las etapas iniciales de la operación, apoyo de la academia, que les ha permitido cumplir con las condiciones, requisitos, garantías para acceder al financiamiento externo, así como el aporte del capital propio. La inversión en tecnología en los procesos productivos en base a las teorías investigadas es primordial para el crecimiento, competitividad y permanencia en el mercado de las pequeñas y medianas empresas. A nivel local se pudo identificar experiencias de éxitos importantes. (p. 104)

Macías, et al (2022), hace la siguiente recomendación en su propuesta:

Es importante que por parte del Estado se revise las políticas públicas dirigidas para el sector agrícola, a fin de que se viabilice los mecanismos para que puedan acceder a mejores condiciones y beneficios, el escenario actual, con la pandemia ha cambiado el entorno interno y externo de sus actividades y sus capacidades de acceso en algunos casos es limitado. (p. 105)

El artículo menciona la gran importancia que existe a la hora de implementar tecnología en las pymes agrícolas; en Costa Rica existen muchas pymes que se pueden beneficiar de este tipo de investigaciones, por lo que genera un aporte relevante a la investigación, ya que reconoce que la tecnología aplicada en los procesos productivos logra posicionar a algunas pymes en un mercado más amplio.

La quinta investigación científica internacional consultada, es de Rosas y Villasana (2022), con el tema *Adopción de tecnologías en sistemas de producción agroalimentario*.

Se propone el siguiente objetivo general: Identificar los factores y variables que inciden en la adopción de tecnologías en sistemas de producción agroalimentario, y los siguientes objetivos específicos:

- Clasificar las aproximaciones teórico-conceptuales más importantes que influyen en la adopción tecnológica.

- Describir los métodos de recolección de información y análisis aplicados en las investigaciones revisadas.
- Discutir y relacionar los principales hallazgos empíricos.

La investigación llega a la siguiente conclusión, dando respuesta al objeto de estudio, cuando el autor Rosas y Villasana (2022) indica lo siguiente:

El artículo contribuye a un entendimiento del fenómeno con miras a una mejora de la eficacia en los procesos de gestión, asociados a la adopción de tecnologías en sistemas de producción agroalimentaria, por parte de los diferentes eslabones de su escala de valor productiva. (p. 187)

Rosas y Villasana (2022), recomienda lo siguiente: “Se sugiere avanzar en investigaciones que generen conocimiento acerca de adopción e impacto de estas tecnologías, entre otras cosas, porque se prevé que aumentará su adopción en los procesos productivos agroalimentarios.” (p. 186)

La investigación contribuye al avance del conocimiento en un área crítica para la agricultura y la producción de alimentos. Proporciona información valiosa para el sector y para la toma de decisiones, al tiempo que destaca la necesidad de continuar investigando y promoviendo la adopción de tecnologías, en sistemas de producción agroalimentaria.

La tercera tesis internacional consultada, es la de Muñoz (2023), con el tema *Plataforma IoT para la provisión de servicios en procesos industriales*; realizada para la Universidad de Almería y optar por el grado académico de Doctor en Informática.

De esta investigación se desprende el siguiente objetivo general: Desarrollar una plataforma IoT para la provisión de servicios en procesos industriales, y los siguientes objetivos específicos:

- Desarrollar una arquitectura modular dividida en capas formada por microservicios sobre contenedores, lo que aporta escalabilidad al sistema.

- Desarrollo e implementación de los modelos en invernadero como servicio accesibles a través de Internet, aportando modelos de clima, producción y riego, cubriendo dos de los principales objetivos de la tesis.

La investigación concluye dando respuesta al objeto de estudio, cuando el autor Muñoz (2023), indica lo siguiente:

La plataforma IoT desarrollada ofrece una solución basada en la nube para brindar servicios vinculados a la producción de cultivos de invernadero a través de una API REST. El enfoque propuesto trata de abordar una de las grandes preocupaciones de este tiempo, la escasez de recursos y la gestión eficiente de los mismos se plantea como uno de los principales retos del sector agroindustrial. Esta solución brinda diversos servicios para lograr tanto beneficios económicos como ambientales en el marco de la actividad agrícola, tratando de optimizar los recursos de que dispone el invernadero y mejorar la productividad del mismo mediante la gestión centralizada de los datos y el uso de GMaaS.

La plataforma IoT desarrollada en esta tesis tiene un impacto significativo en la producción de alimentos, al abordar desafíos como la escasez de recursos y la eficiencia en la agricultura de invernadero. Su enfoque en la gestión de datos y la optimización de recursos contribuye a la sostenibilidad y la productividad en el sector agrícola, lo que es fundamental para garantizar un suministro constante y eficiente de alimentos, en un mundo en crecimiento.

### **Tesis Nacionales.**

La primera tesis nacional consultada es la de Elizondo (2019), con el tema *Comparación de herramientas de evaluación de buenas prácticas de producción porcina*; realizada para la Universidad de Costa Rica y para optar por el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Agronómica con énfasis en Zootecnia.

Esta investigación propone el siguiente objetivo general: Analizar comparativamente tres modelos evaluativos de buenas prácticas de producción porcina y análisis de riesgo existentes en el país, con el fin de evidenciar y proponer posibles mejoras en el modelo oficial que se emplea actualmente. y los siguientes objetivos específicos:

- Aplicar los sistemas de evaluación en distintas granjas del país.
- Comparar los resultados obtenidos en las evaluaciones aplicadas a seis granjas del país, para distinguir las falencias de las explotaciones pecuarias en relación con las herramientas aplicadas.
- Diseñar una herramienta de evaluación con base en los resultados obtenidos en los tres modelos evaluativos aplicados en granjas porcinas ubicados en Costa Rica.
- Ejecutar un análisis de caso en una granja porcina donde se den a conocer los posibles riesgos obtenidos en los distintos sistemas de evaluación.

Se emplea la metodología cualitativa, la cual, mediante el uso de los siguientes instrumentos: Muestreo, procura encontrar respuesta al problema de investigación.

La investigación concluye dando respuesta al objeto de estudio, cuando el autor indica que la herramienta propuesta en este trabajo integra consideraciones técnicas científicas presentes en tres de los distintos sistemas de evaluación de buenas prácticas de producción y análisis de riesgo de granjas porcinas, empleados en el país (Elizondo 2019).

La investigación recomienda aplicar un instrumento de evaluación integral, para asegurar mayor calidad en los sistemas productivos del país, y por ende, mayor preparación para enfrentar de manera exitosa los retos de competitividad ante mercados más exigentes y desarrollados. Se puede decir que la investigación aporta información para la optimización de la calidad en los procesos productivos.

El primer artículo nacional consultado es el de Soto (2019), con el tema *Fertirrigación y eficiencia de uso del agua en agricultura*, realizada para la Universidad de Costa Rica.

De esta investigación se desprende el siguiente objetivo general: Mejora en la eficiencia de uso de agua en agricultura. Concluye dando respuesta al objeto de estudio de la investigación, cuando el autor Soto (2019), indica lo siguiente:

Actualmente, aunque existe la tecnología y bastante investigación para realizar un UEA mediante el monitoreo con sensores en tiempo real, esta se utiliza en muy baja escala.

Esto se debe a que hace falta un acercamiento entre investigadores, desarrolladores y usuarios para aplicar la tecnología a nivel de finca y evitar que esta siga engrosando las bases de datos de la era de la información. (p. 14)

Al final del proceso del estudio, Soto (2019), recomienda lo siguiente: “Integrar grupos interdisciplinarios de investigación conformados por agrónomos y desarrolladores de software y hardware para evaluar en finca, respondiendo a las a las necesidades identificadas en interacción con los productores usuarios.” (p. 14)

Es relevante para la investigación porque aborda un problema crítico en la agricultura, vinculado con la eficiencia en el uso del agua. Además, destaca la necesidad de superar barreras en la adopción de tecnologías agrícolas y promueve la colaboración interdisciplinaria y la atención a las necesidades de los agricultores como elementos esenciales para abordar este desafío. La investigación y las recomendaciones proporcionadas en este proyecto de investigación, pueden contribuir a mejorar la sostenibilidad y la productividad de la agricultura en Costa Rica y en otros lugares donde el agua es un recurso escaso.

La segunda tesis nacional consultada es la de Arce (2019), con el tema *Evaluación del efecto biopreservante de la bacteria Lactobacillus curvatus B-LC-48 en el queso fresco*; realizado para para la Universidad Técnica Nacional y para optar por el grado académico de Licenciatura en Ingeniería en Tecnología de alimentos.

- De esta investigación se desprende el siguiente objetivo general: Determinar el efecto biopreservante de la bacteria Lactobacillus curvatus BLC-48, por medio de análisis físico-químicos y sensoriales sobre la vida útil del queso fresco, y los siguientes objetivos específicos: Realizar análisis fisicoquímicos de pH, humedad y textura al día 1, 7, 15 y 21 desde su fabricación (durante la vida útil promedio del queso fresco), inoculado con o sin la bacteria Lactobacillus curvatus B-LC-48.
- Evaluar el efecto de la bacteria Lactobacillus curvatus B-LC-48 sobre las características sensoriales del queso fresco al día 8, 15 y 22 desde su fabricación por medio de un panel sensorial no entrenado.

Emplea la metodología cualitativa, mediante el uso de los siguientes instrumentos: muestreo, con el propósito de encontrar respuesta al problema de investigación.

La investigación concluye dando respuesta al objeto de estudio, cuando el autor indica que, en términos generales con las variables estudiadas, no se observa una diferencia significativa sobre el alargamiento de la vida útil o mejora del queso fresco, no obstante, hay una buena aceptación a nivel sensorial por parte de los consumidores (Arce, 2019).

Al finalizar el proceso de búsqueda, el investigador recomienda tomar en cuenta con antelación, los ciclos de enfriamiento para futuras investigaciones, en relación con las cámaras de frío, donde se van a almacenar los quesos para evitar que este factor influya en los resultados que se esperan obtener. Lo que se espera que aporte a la investigación es la importancia de la creciente demanda de productos saludables y el impacto en el desarrollo de nuevas tecnologías de conservación de alimentos.

La segunda investigación nacional consultada, corresponde a Brenes, et al (2020), con el tema *Sistemas de apoyo a la toma de decisiones que usan inteligencia artificial en la agricultura de precisión: un mapeo sistemático de literatura*, realizada para la Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Información.

Esta investigación se propone el siguiente objetivo general: Caracterizar los sistemas de apoyo a la toma de decisiones que usan técnicas de inteligencia artificial en procesos de agricultura inteligente, específicamente en el contexto de agricultura de precisión bajo invernadero, y los siguientes objetivos específicos: Analizar las soluciones propuestas en agricultura que utilicen técnicas de inteligencia artificial para mejorar el proceso de toma de decisiones.

El investigador Brenes et al (2020), concluye dando respuesta al objeto de estudio, cuando indica lo siguiente:

Se identificaron las técnicas de inteligencia artificial utilizadas en los sistemas de apoyo a la toma de decisiones. Adicionalmente, se caracterizaron estos sistemas mediante el análisis de sus variables de entrada, las salidas generadas, tipo de procesamiento realizado, y evaluación reportada. Entre los principales resultados

están que las variables de entrada más utilizadas son las de clima y en menor medida, las variables de la planta. Asimismo, se encontró que los Sistemas de apoyo a la toma de decisiones que usan inteligencia artificial en la agricultura de precisión salidas más comunes en estos sistemas son indicaciones a actuadores o visualización de resultados, siendo pocos los estudios que brindan recomendaciones al agricultor. (p.226)

Brenes, et al (2020), recomienda lo siguiente: “Analizar de manera comparativa técnicas de aprendizaje de máquina para identificar aquella que mayor aporta mayor beneficio en la mejora del proceso de toma de decisiones y optimización de la producción agrícola.” (p.226)

La investigación anterior contribuye al avance científico, en la aplicación de la inteligencia artificial en la agricultura de precisión; lo que puede tener un impacto significativo en la eficiencia de la producción agrícola y en la toma de decisiones informadas. Además, las recomendaciones proporcionadas en el proyecto destacan la importancia de la investigación comparativa para identificar las mejores prácticas en el campo de la producción agrícola, lo que puede llevar a mejoras significativas en la gestión de recursos y la optimización de la producción de alimentación básica.

La tercera tesis nacional consultada es la de Navarro (2020), con el tema *Propuesta de generación de valor agregado en la zona de Tucurrique para la industrialización y comercialización de la fruta del pejibaye*, realizada para la Universidad Nacional de Costa Rica y para optar por el grado académico de Licenciatura en Economía.

Esta investigación se plantea el siguiente objetivo general: Identificar los elementos esenciales que se requieren para la generación de valor agregado la zona de Tucurrique, para la industrialización y comercialización de la fruta del pejibaye. Propone los siguientes objetivos específicos:

- Señalar los elementos económicos y sociales que posee y debe de potencializar la zona de Tucurrique que permitan la generación de valor agregado en la fruta del pejibaye.
  - Categorizar las etapas que integrarían el proceso de industrialización de la fruta del pejibaye.
  - Determinar las fases y procesos comerciales requeridos para la comercialización de la fruta del pejibaye.
- Presentar una propuesta integral de elementos sociales y económicos que son requeridos en la generación de valor agregado en la zona de Tucurrique para la industrialización y comercialización de la fruta del pejibaye.

La metodología que se emplea es la cualitativa, con apoyo de los siguientes instrumentos: Entrevistas, observación, grupos focales, cuyo propósito es encontrar respuesta al problema de investigación.

Llega a la conclusión, dando respuesta al objeto de estudio de investigación, cuando el autor indica que “La transmisión al productor de nuevo conocimiento generado por las investigaciones y cómo las tecnologías desarrolladas no solo garantizan la mayor eficiencia y productividad en el cultivo y generación de valor agregado en la fruta del pejibaye, sino que contribuyen al mejoramiento de la formación técnica y práctica del productor de pejibaye”; (Navarro, 2020).

Navarro (2020), recomienda crear una oficina de información comercial para que los productores locales y potenciales inversionistas puedan conocer los proyectos en camino enfocados en el pejibaye. Los encargados de la oficina sería una mezcla entre conocedores del pejibaye y personal enfocado en las áreas de administración, economía, tecnología de alimentos, mercadólogos e ingenieros agrónomos (Navarro, 2020). Con respecto al tema de la industria alimentaria, la investigación menciona diferentes tecnologías para optimizar los procesos y aumentar la producción de alimentos, en este caso el pejibaye; el investigador

menciona la importancia de implementar tecnología innovadora en la producción de alimentos.

La cuarta tesis nacional consultada es la de Araya (2020), con el tema *Diagnóstico de pérdida de un producto agroindustrial hortofrutícola en un estudio de caso bajo el marco del programa de abastecimiento institucional del CNP de San Carlos*, realizada para la Universidad Técnica Nacional y para optar por el grado académico de Licenciatura en Ingeniería en Tecnología de Alimentos.

Esta investigación plantea el siguiente objetivo general: Evaluar las pérdidas de un producto hortofrutícola de un productor perteneciente al Programa Institucional de Abastecimiento del CNP de la Zona Norte mediante un estudio de caso con la aplicación de la iniciativa global 4S “Save Food” para la propuesta de alternativas de mejora en la cadena de suministro del alimento; y propone los siguientes objetivos específicos:

- Determinar la variedad de fruta o vegetal que representa la mayor pérdida para el productor en estudio mediante la aplicación de las etapas de revisión preliminar y sondeo de la iniciativa 4S.
- Evaluar cuantitativamente y cualitativamente la pérdida del alimento determinado, mediante la aplicación de la etapa de muestreo de la iniciativa 4S para el estudio de las causas.
- Proponer alternativas de mejora en la cadena de suministro estudiada para la reducción de pérdidas mediante la técnica de síntesis de la iniciativa 4S.

La investigación emplea la metodología cualitativa y cuantitativa, y hace uso de los siguientes instrumentos: Muestreo por Encuesta, con la idea de encontrar respuesta al problema de investigación.

La investigación concluye dando respuesta al objeto de estudio, cuando el autor indica que la metodología aplicada en el presente caso de estudio, tuvo un impacto positivo en cuanto a la evaluación sobre la cantidad perdida de tomate y sus causas (Araya, 2020). El autor de esta investigación, recomienda adaptar las alternativas de mejora para reducir las pérdidas y transformar el producto de dichas pérdidas, en alimentos que aporten valor

agregado y sean de beneficio económico. Se puede decir que las alternativas de mejora en la actualidad son mayormente aplicadas a la tecnología; aquí se evidencia un área de oportunidad y la importancia de reducir la pérdida de alimentos por medio de diagnósticos.

El primer informe nacional consultado es el de Fernández y Kozmann (2020), con el tema *Ciencia y Tecnología Aplicada*, realizada para la Instituto Tecnológico de Costa Rica. De esta investigación se desprende el siguiente objetivo general: Programas, Proyectos o Actividades que realizó el TEC, en el año 2019, para el cumplimiento de los ODS y las metas de la Agenda 2030, y plantea los siguientes objetivos específicos: Se comentan 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible, conocidos como ODS y se detalla la Agenda 2030.

Emplea metodología cualitativa, con la cual procura encontrar respuesta al problema de investigación. La investigación concluye dando respuesta al objeto de estudio, cuando el autor indica que ante la experiencia en la recopilación de información para dar seguimiento a los Programas, Proyectos o Acciones que realiza el TEC, es importante implementar una mejora en los mecanismos para el registro y seguimiento de los mismos (Fernández y Kozman, 2020). La investigación recomienda la vinculación de las futuras acciones con los ODS y las metas de la Agenda 2030.

El tercer artículo nacional consultado es el de Vargas (2021), con el tema *Proyecto Acción Social ED-279 “Transferencia de Tecnología en Producción de Hortalizas*, realizado para la Universidad de Costa Rica. Se propone el siguiente objetivo general: Diseñar y desarrollar un invernadero de uso casero o comunitario para la producción de alimentos mediante la técnica de hidroponía y con el uso de tecnologías que mejoren y faciliten las labores productivas, y plantea los siguientes objetivos específicos:

- Diseñar y construir un invernadero a una escala apropiada para el hogar o centro comunitario, con materiales disponibles y asequibles que brinden buena calidad.
- Diseñar e implementar un sistema tecnológico que controle, mejore y facilite las prácticas de agricultura y producción de alimentos en el hogar y las comunidades.

Se obtiene la siguiente conclusión, dando respuesta al objeto de estudio de la investigación, cuando el autor Vargas (2021) indica que “Se concluye que es posible realizar un sistema tecnológico con la implementación de controladores y sensores de bajo costo, pero de buen funcionamiento.” (P.16)

Indica el investigador que “Siempre se recomienda analizar el suelo para determinar la fundación que mejor se adecúe al invernadero” (Vargas, 2021, p.16).

La investigación crea un gran aporte ya que demuestra que la tecnología puede ser asequible y efectiva para mejorar la producción de alimentos. La recomendación proporcionada, también, agrega un elemento práctico al proceso de diseño e implementación de invernaderos para la producción de hortalizas, lo que puede ser valioso para quienes deseen emprender proyectos similares.

### **Proyecciones**

- A lo largo de la investigación, se procederá a determinar los tipos de tecnologías las cuales son especializadas en la producción de alimentos originarios de Corea del Sur, para posteriormente comentar sus características específicas, usos y beneficios como resultado de su implementación de las tecnologías innovadoras a los procesos de producción de alimentos.
- En la investigación, se pretende examinar detalladamente los diferentes de tecnologías innovadoras en la producción de alimentos, dando énfasis en el sector agrícola en Corea del Sur en el periodo del 2022 para desarrollar un entendimiento investigativo sobre sus efectos.
- Se procederá a identificar oportunidades de mejora en la producción de alimentos en Costa Rica, siendo los productos agrícolas el foco central de la investigación y los procesos de producción por los que estos productos hasta que son llevados a su etapa final de producción, es decir, cuando están listos para la venta.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **Tecnología Innovadora**

##### **Retos del sector agrícola.**

En Costa Rica, al igual que en muchos otros países, el sector agrícola enfrenta una serie de desafíos significativos que afectan aspectos sumamente importantes, entre ellos la productividad, sostenibilidad y rentabilidad. Es necesario conocer con detalle, los retos más destacados en este sector para poder minimizar el impacto que generan. Al respecto, Rodríguez (2021), menciona que: “El sector agrícola enfrenta una serie de retos: el cambio climático, la erosión, el uso intensivo y alto costo de agroquímicos.” (párr. 1)

El cambio climático ha generado numerosas variaciones en los patrones de lluvia y temperatura, lo que afecta directamente la producción agrícola. Fenómenos como sequías, inundaciones y tormentas más intensas, se vuelven más frecuentes, lo que dificulta más para que los agricultores logren planificar sus cultivos y proteger sus cosechas, con éxito.

La erosión del suelo es otro problema que se presenta en Costa Rica, causada principalmente por la deforestación, el uso de prácticas agrícolas no sostenibles y la construcción de infraestructuras. La erosión disminuye la fertilidad del suelo, asimismo, afecta la capacidad de retener agua y aumenta el riesgo de deslizamientos de tierra, por lo que tiene un efecto negativo en la producción agrícola.

Además, el uso intensivo y alto costo de los agroquímicos, como los fertilizantes y los pesticidas, plantea desafíos tanto económicos como ambientales. El uso excesivo de agroquímicos puede contaminar el suelo, el agua y el aire, provocando no solo un impacto en la agricultura, sino que, también, llega a ser un problema para los animales y plantas que

rodean el lugar donde se utilizan los agroquímicos; además, representa un costo significativo para los agricultores, especialmente, para aquellos que cultivan en pequeña escala.

### *Cambio climático.*

El cambio climático es un reto más para la agricultura en todo el mundo, incluyendo países como Costa Rica y Corea del Sur. Estos cambios afectan los patrones climáticos, lo que a su vez impacta en la disponibilidad de agua, producción de los cultivos, y la presencia de plagas y enfermedades, ya que se ha documentado diversos efectos del cambio climático en la agricultura, que incluyen cambios en los patrones de precipitación, aumento de la temperatura, eventos climáticos extremos y cambios en la distribución de plagas y enfermedades.

Ivanchuk (2022), considera que el impacto del cambio climático en la agricultura mundial puede obedecer a diferentes razones y menciona algunas de ellas:

La agricultura a nivel mundial tiene sus propias características, en función de la región en la que se realice y sus peculiaridades climáticas, así como el tipo de cultivo seleccionado. Sin embargo, en los últimos años, esas peculiaridades climáticas ni son las mismas ni se mantienen más o menos constantes. Los efectos del cambio climático en la agricultura, hacen que los agricultores deban adaptarse a los cambios, teniendo que probar, en ocasiones, métodos y técnicas que no habían usado anteriormente. (párr. 2)

En Costa Rica, el cambio climático ha generado diferentes impactos; estos cambios afectan la disponibilidad de agua para riego, así como la salud de los cultivos. Al respecto, la Dirección de Cambio Climático; Ministerio de Ambiente y Energía (2022), menciona que: “Los impactos asociados al clima en Costa Rica son: Aumento en intensidad y frecuencia de sequías, temperaturas extremas, aumento en intensidad y frecuencia de huracanes y tormentas tropicales, lluvias intensas” (p. 24)

Por otro lado, en Corea del Sur, el cambio climático también ha generado variaciones en los patrones climáticos, con un aumento en la frecuencia e intensidad de las olas de calor y las sequías.

De acuerdo con El Atlas Nacional de Corea (2022), el comportamiento del clima es de la siguiente manera:

Durante la última década, la tendencia general en todo el noreste de Asia ha sido hacia estaciones de primavera, verano y otoño más cálidas, mientras que los inviernos han sido más fríos, especialmente en el interior continental. En la Península de Corea, las temperaturas medias anuales han aumentado a un ritmo promedio de 0,27°C/década, con una tasa de calentamiento máxima de 0,61°C/década. Las temperaturas de verano han aumentado entre 0,6 y 1,1 °C durante la última década en comparación con el promedio a largo plazo. En general, las ciudades se han calentado más que las zonas rurales. (párr. 1)

Estos eventos extremos pueden tener un efecto muy grave en la agricultura; lo cual afecta la producción de cultivos importantes como el arroz y las hortalizas. Para hacer frente a estos desafíos, es importante que los países abarquen prácticas agrícolas sostenibles que promuevan la conservación del suelo y el agua, así como la diversificación de cultivos y la utilización de variedades resistentes a condiciones climáticas extremas. Además, es importante fortalecer los sistemas de alerta temprana para ayudar a los agricultores a anticipar y mitigar los efectos del cambio climático en sus cultivos.

#### *Erosión.*

La erosión del suelo es un problema ambiental el cual impacta los suelos agrícolas, tanto de Costa Rica como de Corea del Sur; esto genera impactos negativos en la agricultura, el medio ambiente y la seguridad alimentaria. La erosión se produce principalmente debido a la deforestación, la agricultura intensiva, la urbanización y las prácticas agrícolas no sostenibles.

En ambos países, la erosión del suelo ha aumentado como consecuencia del cambio climático, que ha generado cambios en los patrones de precipitación y ha aumentado la intensidad de los eventos climáticos extremos. Al respecto, el Reglamento a la Ley de Uso, Manejo y Conservación de Suelos (1998), menciona que: “Erosión. Es el desprendimiento, arrastre y sedimentación de las partículas superficiales del suelo, por acción del agua de escorrentía, viento, deshielo y otros agentes geológicos, incluyendo procesos como deslizamientos.” (p. 5)

La erosión reduce la fertilidad del suelo, disminuye su capacidad para retener agua y nutrientes, y aumenta el riesgo de deslizamientos de tierra y la sedimentación de ríos y cuerpos de agua. Estos efectos no solo afectan la productividad agrícola, sino también la calidad del agua y la biodiversidad. En Costa Rica, la erosión del suelo es una problemática que se enfoca principalmente en tierras agrícolas y forestales.

Diario CR (2022), afirma que la erosión del suelo costarricense se presenta de la siguiente manera:

Costa Rica es un país que presenta condiciones altamente sensibles a la degradación de sus suelos a causa de la erosión. Se estima que un 70% de la extensión del territorio nacional está en condición de ladera y algunos casos presentan un relieve muy escarpado. Es por esto que, resulta importante que existan acciones en búsqueda de la conservación del suelo, ya que la erosión de este es un problema que no solo afecta la degradación, sino, que implica una fuente de contaminantes no localizados que daña diversos sistemas, entre ellos la red hidrográfica. (párr. 5)

Se conoce que Corea del Sur sufre grandes problemáticas que rodean la agricultura, entre ellas destaca la erosión del suelo. Como se mencionó anteriormente Corea del Sur no es un país con fertilidad alta en sus suelos; por esta razón, limita aún más las oportunidades para los agricultores, ya que esto desencadena una dificultad mucho mayor para el cultivo.

El Atlas Nacional de Corea (2020), menciona algunos detalles sobre este tema: “La reciente expansión de la agricultura en las tierras altas, es otra razón de la rápida pérdida de suelo.”

De acuerdo con El Atlas Nacional de Corea (2020), algunos efectos de la erosión del suelo en Corea del Sur, son los siguientes:

Actualmente, se estima que la pérdida neta anual de suelo es de más de 50 millones de toneladas, y los mayores daños se producen en las tierras cultivadas. Se estima que la pérdida total de suelo en los campos agrícolas es de 37,7 toneladas/ha en promedio, mientras que es de 3,5 toneladas/ha en los bosques y de menos de 0,3 toneladas/ha en los arrozales. En última instancia, se pierden hasta 27 millones de toneladas de suelo en apenas el 10% de la tierra cultivada. La pérdida es grave, particularmente en las zonas montañosas de Gangwon-do, Yeongnam y Honam, y en regiones de elevadas precipitaciones como Namhaegun, Geoje-si y Goseong-gun. (párr. 2)

Corea del Sur ha implementado diversas medidas de conservación del suelo, con el objetivo de evitar el empeoramiento de sus suelos; una de las medidas es creación de centros de tecnología agrícola en cada provincia para ayudar con el manejo activo del suelo. El Atlas Nacional de Corea (2020), menciona que: “Algunas funciones importantes realizadas por estos centros son las siguientes: desarrollar y difundir nuevas variedades de cultivos, educar a las personas sobre la selección y el cultivo adecuados y evaluar y tratar ciertos suelos para mejorar la productividad.” (párr. 3)

Ambos países han establecido políticas y han desarrollado programas para la gestión de los suelos, con el objetivo de manejar mejor los cultivos agrícolas y protección de áreas. Los esfuerzos gubernamentales son clave para abarcar la problemática, aun con la ayuda del estado, la erosión del suelo sigue, se mantiene; es un gran desafío para Corea del Sur y Costa Rica, por lo que es necesario enfocarse en planes de acción constantes para un manejo adecuado y la posible mitigación.

### *Agroquímicos.*

El uso intensivo y el alto costo de los agroquímicos, también conocidos como fitosanitarios o plaguicidas, representan un reto común para la agricultura en Costa Rica y Corea del Sur. Estos productos químicos altamente utilizados en los cultivos, suelen tener una composición dañina para el medio ambiente. Precisamente, Solano (2023), menciona lo siguiente al respecto: “Los agroquímicos son sustancias o mezclas de sustancias, tanto naturales como sintéticas, que se utilizan para prevenir, eliminar o reducir adversidades en los cultivos, como plagas, enfermedades o malezas; con el fin de mejorar el rendimiento de los cultivos.” (párr. 2)

Con las bases mencionada en el párrafo anterior, los agroquímicos incluyen combinaciones de sustancias químicas para generar fertilizantes, herbicidas, insecticidas y fungicidas, los cuales se han convertido en componentes agrícolas básicos para aumentar la productividad y proteger los cultivos de plagas y enfermedades.

Ambos países caen en el uso intensivo de agroquímicos. Por ejemplo, en Costa Rica se conoce que es uno de los países que más utiliza plaguicidas. Pomareda (2023), menciona que: “Costa Rica sigue encabezando la lista de los mayores usuarios de plaguicidas en el mundo, según una serie de 21 años de reportes de la Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), procesados por el agrónomo costarricense Elidier Vargas Castro.” (párr. 2)

De acuerdo con Vargas (2021) el cálculo de la cantidad de agroquímicos utilizados en la agricultura de Costa Rica para el 2020, fue el siguiente:

En ese sentido, se sabe que el uso aparente promedio anual total durante el período del año 2012 al 2020 fue de 18,226,380 kg de ingrediente activo. Durante ese mismo período el área promedio cultivada (pastos y cultivos anuales y perennes juntos) fue de 1,781,144 hectáreas, o sea, en promedio se utilizaron 10.23 kg de ingrediente activo por hectárea por año. Si se parte de la presunción sumamente remota de que los pastos y los cultivos agrícolas

consumen igual cantidad de plaguicidas, esa es, al parecer, la metodología que utiliza el SFE para calcular el uso aparente promedio anual de plaguicidas. (p. 14)

El país desarrolla problemáticas ligadas directamente con los numerosos efectos de los residuos de plaguicidas, por el uso excesivo de estos insumos como componente de control diario de plagas; entre ellos se encuentran la contaminación del suelo, del agua y del aire, lo cual incurre en el bienestar de los ecosistemas y de la población que se asienta en las cercanías de las áreas agrícolas. Vargas (2021), comenta sobre la contaminación del agua: “En algunas zonas del país con una agricultura muy intensa en el uso de plaguicidas, se han detectado acueductos rurales contaminados con residuos de plaguicidas, así como la contaminación de cuerpos de agua superficiales.” (p. 56)

La contaminación de los alimentos por agroquímicos, es un tema sumamente preocupante en Costa Rica; ya que, existe evidencia de que los plaguicidas generan una alta cantidad de residuos en los alimentos de consumo diario, lo que representa un riesgo para la salud humana. También, Vargas (2021), menciona lo siguiente sobre este tema: “Debemos resaltar también la gran oferta de plaguicidas que hay registrados para uso en hortalizas de cultivos como la papa, la cebolla, tomate, pepino, repollo, apio, chile dulce y lechuga, los cuales cuentan con 100 y hasta 300 productos comerciales registrados en el mercado, a pesar del área reducida de siembra en Costa Rica.” (p. 23)

De acuerdo con Vargas (2021), la contaminación de alimentos con residuos de agroquímicos se representa de la siguiente manera:

El Servicio Fitosanitario del Estado reporta un alto nivel de contaminación de alimentos con residuos de plaguicidas, hecho muy preocupante no solo por su frecuencia, sino también por la alta concentración de plaguicidas, ya que en algunos casos superan significativamente los límites máximos de residuos existentes y, además, por la toxicidad que tiene la mayor parte de los plaguicidas detectados. Se requiere que el SFE, el MAG y el Ministerio de

Salud tomen medidas más rigurosas para reducir la contaminación de alimentos, pero también para retirar del mercado los alimentos que se detectan contaminados con plaguicidas en niveles superiores a los LMR. (p. 56)

Otro de los problemas generados es el alto costo de los agroquímicos. Por tener una gran demanda, se elevan los precios, y esto tiene repercusiones para los agricultores, especialmente para las pymes que cultivan en pequeña escala. El costo elevado de los agroquímicos influye en los costos de producción, esto reduce la rentabilidad de los cultivos y la competitividad de los agricultores en el mercado.

De acuerdo con Itriago y Pacheco (2022) el cálculo del costo de los agroquímicos tiene el siguiente impacto económico:

El costo total del impacto económico de los agroquímicos se estimó en ¢16,741,662,603 entre los años 2018 y 2020. Esto significa que, en promedio, el país incurre en costos del orden de los ¢5,580,554,201 por año (unos USD 9,518,257). En términos del PIB, los costos considerados han representado un promedio del 0.015 % durante el periodo analizado, siendo el 2019 el año con mayor impacto (0.017 % del PIB), en tanto, en el 2018 se observó el menor impacto (0.013 %). Si, por el contrario, se utilizase el PIB agrícola para analizar el mismo resultado, los resultados indicarían que los costos totales representarían un 0.35 % del PIB agrícola con un rango que fluctúa entre un 0.29 % y un 0.40 % de la producción agrícola. (p. 30)

En el contexto surcoreano, también, existe un uso elevado de agroquímicos; la cifra es menor que la de Costa Rica, pero, aun así, representa una gran demanda de plaguicidas. Sin embargo, Costa Rica es un país mucho más pequeño que Corea del Sur y mantiene una cantidad mayor de dichos químicos.

Mordor Intelligence (2023), considera que el cálculo de la cantidad de agroquímicos utilizados en la agricultura de Corea del Sur para el 2020, fue el siguiente:

Desde 2001, el uso de pesticidas agrícolas en Corea del Sur ha disminuido gradualmente después de aumentar de 1970 a 1990. El uso de pesticidas ha ido disminuyendo. En 2020, se utilizaron 16.278 toneladas métricas de plaguicidas, frente a las 16.745 toneladas métricas del año anterior. Esta disminución puede atribuirse a que los agricultores son más conscientes de los bioplaguicidas y, en algunos casos, del efecto pandémico en la nación. (párr. 10)

Es necesario tomar en cuenta que la agricultura surcoreana tiene muchas más limitantes para el cultivo, por lo que el porcentaje de cultivos disminuye; esto quiere decir que al comparar la superficie total con la superficie que es apta para el cultivo y uso de agroquímicos, sigue siendo una problemática para el país, por el uso excesivo de éstos.

1.

De acuerdo con la Oficina Económica y Comercial de España en Seúl (2023), la superficie apta para el cultivo en comparación con la totalidad del territorio, es la siguiente:

Su superficie es de 100.370 km<sup>2</sup>, aproximadamente la quinta parte de la extensión de España. En torno al 70 % del territorio es montañoso, aunque sin grandes alturas, poco apto para el cultivo (la superficie cultivable actual es el 18 % del total, mayoritariamente situada en zonas próximas a las costas este y sur); los picos más elevados no llegan a alcanzar los 2.000 mts. Las costas occidentales y meridionales, abruptas y muy irregulares, están rodeadas por cerca de 3.400 islas e islotes, dentro de las cuales destacan por su tamaño las de Jeju, Ulleung y Dokdo (Takeshima en Japón – islas de soberanía en disputa). (p. 4)

Una de las opciones más viables para ambos países es promover prácticas agrícolas sostenibles que reduzcan la dependencia de los agroquímicos, como la rotación de cultivos, el uso de abonos orgánicos, la conservación del suelo y el agua, y el manejo integrado de plagas; esto puede ser óptimo para promover la investigación y la adopción de tecnologías

para producir alimentos que reduzcan la necesidad de agroquímicos y mejoren la productividad de manera sostenible, en ambos países.

### **Avances tecnológicos en el sector agrícola.**

El sector agrícola se ha visto obligado a revolucionarse por diferentes aspectos a lo largo de la historia; en este momento, el mundo se encuentra en constante y rápido desarrollo, lo que crea una demanda sumamente grande junto con cambios cada vez más acelerados,. Por estas razones, el sector agrícola tiene la necesidad de adaptarse como cualquier otro sector, esto se ha visto más que todo en la implementación de tecnología.

Se ha dado una transformación muy importante a nivel de producción agrícola, la cual es impulsada por las nuevas necesidades del mercado y el ambiente; y el soporte que se ha buscado para encontrar una resolución efectiva, es la aplicación de diversas tecnologías innovadoras. Estas tecnologías han revolucionado la forma en que se conocía la agricultura tradicional, ya que guía a los agricultores a producir, gestionar y comercializar los alimentos, con un enfoque especializado, con el propósito de mejorar la eficiencia, la sostenibilidad y la seguridad alimentaria, en forma permanente.

PROCOMER (2022), señala que la agricultura inteligente se puede definir de la siguiente manera:

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)

Core del Sur y Costa Rica no se han quedado atrás; ambos países se encuentran atravesando avances significativos en el campo de la tecnología agrícola, con la finalidad de

optimizar la eficiencia, la productividad y la sostenibilidad de sus sectores agrícolas, para poder facilitar algunos procesos del día a día, los cuales pueden llegar a tener una gran participación dentro de los procedimientos para el cultivo.

La implementación de estas tecnologías en Corea del Sur y Costa Rica, responde a la necesidad de mejorar la productividad agrícola para hacer frente a la creciente demanda de alimentos, así como a los desafíos del cambio climático y la degradación ambiental. Además, estas tecnologías también tienen el potencial de mejorar la calidad de vida de los agricultores, al reducir la carga de trabajo y aumentar los ingresos.

#### *Costa Rica.*

Costa Rica ha sido un país reconocido por su sector agrícola diversificado, por lo que ha planteado múltiples estrategias para el desarrollo de tecnologías; esto es clave para impulsar al sector de la agricultura, que es tan importante en la nutrición de sus habitantes. Estas tecnologías son de gran peso para enfrentar los desafíos actuales y futuros de la agricultura costarricense, como el cambio climático y la creciente demanda de alimentos.

Entre las tecnologías adoptadas por Costa Rica se encuentra la Agricultura 4.0, dicha tecnología transforma la forma en la que la agricultura se lleva a cabo, tomando en cuenta la producción, gestión y comercialización de los productos agrícolas; además, este modelo de producción agrícola se caracteriza por la implementación de aplicaciones tecnológicas digitales, las cuales engloban a la agricultura de precisión, la robótica, el internet de las cosas (IoT), la inteligencia artificial (IA) y el Big data, para mejorar la eficiencia, la sostenibilidad y la rentabilidad, en el sector agrícola.

En 2020 el Gobierno de la República de Costa Rica presentó el plan para impulsar la recuperación económica y la generación de empleo, después de la pandemia del Covid-19; este plan tiene medidas que abarcan múltiples acciones; una de ellas es la mejora de la productividad por medio del denominado Plan Nacional para el Mejoramiento de la Productividad y la Sostenibilidad del Sector Agrícola.

Dicho plan incluye aplicar de manera escalonada por todo el territorio costarricense, herramientas de precisión y agregar valor a la agricultura, por medio de el plan AGRINNOVACION 4.0. La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (2021). A raíz de la pandemia se impulsó este plan el cual abarca 3 áreas. De acuerdo con Serrano, et al, (2022), este plan contempla las siguientes áreas:

El plan abarca tres áreas específicas; (1) la producción sostenible y agregación de valor por medio de la transformación de procesos productivos e industrialización de productos para generar nuevas alternativas con la incorporación de paquetes tecnológicos de producción y trazabilidad, (2) el desarrollo de herramientas geotecnológicas por medio de la aplicación de tecnologías de agricultura de precisión para el seguimiento, monitoreo, análisis de datos, alertas tempranas y sistemas para la vinculación comercial de los módulos productivos, y (3) la adaptación al cambio climático, por medio de la transformación de los módulos productivos mediante un modelo basado en agricultura de precisión que incorpore sistemas de riego, nutrición, protección y rendimiento, que a su vez incida en un aumento de la capacidad productiva y la resiliencia al cambio climático. (p. 47)

Además, en la actualidad uno de los equipos tecnológicos que engloba la agricultura de precisión, son los drones; estos poseen diferentes funciones dentro de la agricultura; Son excelentes para el monitoreo de cultivos, ya que tienen cámaras implementadas lo que los hace capaces de capturar imágenes con una buena resolución.

García (2022), destaca algunos de los beneficios de la implementación de drones:

- Las aplicaciones de productos fitosanitarios con drones garantizan una eficiencia del 80%. Comparada con otras tecnologías de aplicación como la bomba de espalda o la mochila, que es la herramienta más utilizada en los países andinos y en Centroamérica. Este nivel de

eficiencia se refiere a la precisión para llegar al objetivo biológico es alta.

- Otra de las ventajas que tiene el uso de drones para aplicar los plaguicidas es que no hay exposición con el operador. Esto porque no hay contacto directo.
- El ahorro de tiempo, también hace la diferencia; la aplicación con un dron es 50 veces más rápida que hacerla con una bomba de espalda o mochila.
- Se ha comprobado que existe una reducción de hasta el 90% del agua requerida para la mezcla. (párr. 4)

El plan para la implementación de drones en la agricultura costarricense de dio a cabo este 2024; este recurso se encuentra activo y disponible en este momento para los agricultores contemplados en el plan; este apoyo es de gran ayuda en sus labores y logra optimizar el proceso de cultivo.

El Mundo CR (2024), indica que el plan AGRINNOVACION 4.0., se está llevando a cabo de la siguiente manera:

Gracias al esfuerzo conjunto del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), el Instituto de Desarrollo Rural (INDER) y el Instituto Nacional de Aprendizaje (INA), los pequeños y medianos productores de nuestro país contarán con 16 drones de última tecnología para impulsar sus actividades productivas, así como sus capacitaciones respectivas para un uso adecuado.

El proyecto se enmarca en los ejes de fomento a la competitividad, así como productividad y sostenibilidad de la Política para el Sector Agro Costarricense 2023-2032, e impactará positivamente en 7.775 hectáreas, las cuales corresponden a 23 cultivos principales y actividades como piña, arroz, frijoles, hortalizas y caña de azúcar. (párr. 1)

La adopción de la Agricultura 4.0 en Costa Rica está promoviendo la modernización y la competitividad del sector agrícola, mejorando la calidad de vida de los agricultores y contribuyendo a la sostenibilidad ambiental. Estas iniciativas posicionan a Costa Rica en el mapa como un participante activo en innovación agrícola en la región, con un enfoque directo en la producción de alimentos de alta calidad de manera sostenible y eficiente.

Otro proyecto en el cual forma parte Costa Rica, es el plan de Apalancamiento de las tecnologías para apoyar al Gobierno de Costa Rica, con el desarrollo de invernaderos climáticamente inteligentes, gracias a la colaboración del Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE), entidad que funciona como puente entre la República de Corea y Centroamérica, ya que el Fondo Fiduciario de Donantes Único Corea-BCIE (KTF), es la entidad que proporciona recursos no reembolsables a los países beneficiarios, miembros del BCIE en Centroamérica.

De acuerdo con el Fondo Fiduciario de Donantes Único Corea-BCIE (2024), la misión y el objetivo del KTF, son los siguientes:

La misión del KTF es identificar y preparar proyectos que incorporen conocimiento, tecnologías y mejores prácticas internacionales, especialmente de la República de Corea, en áreas relevantes como Salud, Energía, Infraestructura social y productiva, Movilidad para carga y transporte, Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) y Adaptación y Mitigación al Cambio Climático, entre otros.

El KTF está comprometido en al BCIE con su objetivo de promover el desarrollo, el crecimiento económico, la sostenibilidad y la innovación en Centroamérica. El KTF desea contribuir en atender las necesidades actuales de Centroamérica y ayudar en la construcción de un futuro esperanzador en la región. (párr. 1)

En este proyecto el BCIE funciona como intermediario y es la entidad que aprobó la cooperación económica de \$700 mil, además de la participación del Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA), como responsable agencia ejecutora beneficiaria; se presentó el plan de Apalancamiento de las tecnologías para apoyar al Gobierno de Costa Rica, en el desarrollo de invernaderos climáticamente inteligentes.

El objetivo y el resultado esperados por parte del Fondo Fiduciario de Donantes Único Corea-BCIE (2021), por su política de apoyo al proyecto de Apalancamiento de las tecnologías al Gobierno de Costa Rica, en relación con el desarrollo de invernaderos climáticamente inteligentes, son los siguientes:

#### Objetivo Principal:

Implementación de un proyecto piloto de invernadero climáticamente inteligente con fines de investigación y desarrollo (I + D), y la provisión de recomendaciones basadas en evidencia para implementar, operar y gestionar invernaderos climáticamente inteligentes que aborden la sostenibilidad y la viabilidad comercial. Además de fortalecer la cadena de suministro agrícola, aumentando así el suministro de alimentos a los mercados nacionales e internacionales, en particular a Corea del Sur.

#### Resultado Esperado:

Apoyar al gobierno de Costa Rica en el despliegue de un invernadero climáticamente inteligente piloto. Se espera que el funcionamiento y la gestión sostenibles del invernadero piloto climáticamente inteligente estimulen aún más la I + D agrícola. Además, desarrollar la capacidad de adaptación y la resiliencia frente a las fluctuaciones climáticas y mejorar la productividad, el valor nutricional y la calidad de los productos agrícolas en Costa Rica. La proliferación de tecnologías climáticamente inteligentes puede

revitalizar la economía nacional al reducir los costos operativos, generar ingresos, crear nuevos mercados y mejorar la seguridad alimentaria. (párr. 2)

La implementación de tecnologías climáticamente inteligentes, no solo puede tener un efecto positivo en la economía nacional, al reducir los costos operativos y aumentar los ingresos, sino que también puede crear nuevos mercados y mejorar la seguridad alimentaria en el país. Este proyecto representa una muy buena oportunidad para Costa Rica de avanzar hacia un modelo agrícola más sostenible, eficiente e innovador, gracias a la colaboración de socios internacionales y el aprovechamiento de tecnologías de vanguardia.

Por otro lado, los productores de café, también, se unen a la nueva era de la agricultura impulsada por tecnología. Este gremio ha implementado inteligencia artificial y la agricultura de precisión, con el propósito de optimizar el proceso de producción y asegurar que este sea automatizado. La industria cafetalera es una de las más importantes para Costa Rica; es una industria de gran peso para la economía del país, la cual se debe nutrir de información innovadora constantemente y seguir desempeñando nuevos caminos como lo es la tecnología.

Monge (2023), ingeniero encargado de la Unidad de Información Cafetalera, considera que algunas de las técnicas se están implementando de la siguiente manera:

La IA ha sido utilizada en pruebas para el conteo de plantas de café mediante la tecnología tipo «faceID». Esto permite definir la cantidad de plantas por hectárea, y la medición de árboles de sombra dentro de las fincas. Toda esta información, junto con la medición de áreas productivas, es relevante para la toma de decisiones en la finca y se lleva a cabo con el uso de drones equipados con cámaras multiespectrales y software especializado.

Además, el ICAFE está implementando técnicas de identificación de cultivos de café con o sin sombra a nivel país, mediante el uso de Deep Learning y Google Earth Engine. El asocio de bosques es también tomado en cuenta para

lograr una producción sostenible, lo que ha sido destacado por la Unión Europea (UE).

La agricultura de precisión también ha sido una pieza clave en la implementación de tecnologías en la industria cafetalera. Se han utilizado 22 variables de suelos para lograr interpolaciones para la toma de decisiones. La optimización de la transferencia de conocimiento por parte de los extensionistas ha sido fundamental, y el uso de GPS y drones ha permitido tomar decisiones más precisas en las fincas. (párr. 1)

La industria cafetalera de Costa Rica está abrazando la era de la agricultura, impulsada por la tecnología e incorporando inteligencia artificial y agricultura de precisión. La implementación de tecnologías como la inteligencia artificial y la agricultura de precisión en la industria cafetalera, permite un manejo más eficiente de las fincas, tomando decisiones informadas y precisas para aumentar la productividad y la sostenibilidad.

Los avances tecnológicos en el sector agrícola de Costa Rica han transformado la forma en que se cultiva, cosecha y gestiona la producción agrícola en el país. La adopción de tecnologías como la agricultura de precisión, la biotecnología agrícola y la robótica agrícola ha mejorado la eficiencia, la productividad y la sostenibilidad en la agricultura costarricense.

Estas tecnologías han permitido a los agricultores optimizar el uso de insumos, reducir costos y mejorar la calidad de los productos agrícolas. Además, el gobierno de Costa Rica ha desempeñado un papel importante en el impulso de estos avances tecnológicos, por medio de programas de apoyo y financiamiento. En general, los avances tecnológicos en el sector agrícola de Costa Rica han contribuido significativamente al desarrollo económico y social del país, y lo han posicionado como un líder en agricultura, tecnológicamente, avanzada en la región.

*Corea del Sur.*

A lo largo de la historia, Corea del Sur ha experimentado una transformación en su sector agrícola en las últimas décadas, atravesando de una economía agrícola tradicional a una moderna y altamente tecnificada. Aunque la agricultura representa una pequeña parte de la economía surcoreana por las dificultades que posee en cuanto al mínimo territorio apto para el cultivo, sigue siendo un sector de relevancia para la seguridad alimentaria y el empleo en áreas rurales.

Santander (2023), considera que el panorama económico y la participación del sector agrícola en la economía en los últimos años, se desarrolla de la siguiente manera:

Dadas sus limitadas dimensiones geográficas, la insuficiencia de recursos naturales y el tamaño de su población (una fuerza laboral de 28,4 millones de personas entre sus 51,28 millones de habitantes), el país ha prestado especial atención al desarrollo de tecnología e innovación para promover el crecimiento, pasando de ser una nación predominantemente rural y agrícola a ser un país urbano e industrializado. La industria representó el 32,4% del PIB y empleó al 25% de la fuerza laboral en 2022 (Banco Mundial, 2023). Las principales industrias son la textil, la siderúrgica, la automovilística, la naval y la electrónica. Corea del Sur es el mayor productor mundial de semiconductores.

El sector agrícola en Corea del Sur solo hace una contribución insignificante al PIB del país (1,8%) y empleó solo al 4,8% de la población activa en 2021 (Banco Mundial, 2023). El arroz es el principal cultivo agrícola. La cebada, el trigo, el maíz, la soja y el sorgo se cultivan de forma extensiva. (párr. 4)

Como se mencionó anteriormente, una de las características más destacadas de la agricultura en Corea del Sur, es su alta tecnificación. El país ha adoptado ampliamente tecnologías avanzadas como la agricultura de precisión, la biotecnología agrícola y la robótica agrícola para mejorar la eficiencia y la productividad en el campo, asimismo,

apoyando a los agricultores. Estas tecnologías han permitido a los agricultores surcoreanos optimizar el uso de insumos, reducir costos y mejorar la calidad de los productos agrícolas.

Corea del Sur ha sido un líder en la implementación de tecnologías avanzadas en la agricultura, con el objetivo de mejorar la eficiencia, la productividad y la sostenibilidad en el sector agrícola. El país ha desarrollado una amplia gama de tecnologías agrícolas avanzadas para poder enfrentar los desafíos de la agricultura moderna, con el fin de garantizar la seguridad alimentaria en el país. Al respecto, Hagen (2021) menciona que: “El gobierno coreano utiliza las TIC (tecnologías de la información y la comunicación) para ayudar a los agricultores a desarrollar granjas prósperas. Un buen porcentaje de los productos se han exportado y utilizado para aumentar las ganancias.” (párr. 1)

Corea del Sur ha demostrado un fuerte compromiso con el desarrollo y la adopción de las TIC, lo que ha contribuido significativamente a su posición como una de las economías más avanzadas y digitalmente conectadas del mundo, a pesar de que la industria agrícola representa una limitada parte del PIB y del empleo en Corea, el país ha logrado presentar valiosos avances en el sector agrícola activo y con un desarrollo persistente.

Al mismo tiempo, se ha dado un movimiento en la industria de fabricación en Corea del Sur, particularmente beneficiada por la adopción de robots de inteligencia artificial (IA), que se utilizan para diferentes tareas dentro del proceso; esto, claramente, influye positivamente al sector agrícola. En este caso, los robots destacan porque son capaces de trabajar de forma autónoma y realizar tareas complejas con precisión y eficiencia; además, los robots implementados están diseñados para realizar una variedad de tareas agrícolas del día a día, lo que les permite a los agricultores aumentar la eficiencia, reducir los costos y mejorar la calidad de los cultivos.

De acuerdo con Hagen (2021), algunas de las funciones y ventajas del uso de robots en los procesos agrícolas, son las siguientes:

Algunos agricultores utilizan robots de inteligencia artificial (IA) que pueden gestionar toda la granja e incluso recoger miles de bayas maduras desde el anochecer hasta el amanecer. Los robots utilizan una cámara 3D para medir el tamaño y el color de la baya y comprobar si está lo suficientemente madura para ser recogida. Algunas de las ventajas de la agricultura inteligente son las siguientes; cosecha durante todo el año independientemente del cambio de estaciones, menor consumo de energía, libre de pesticidas y menor uso de fertilizantes. (párr. 2)

El monitoreo de cultivos, la administración del riego y la fertilización, la identificación de malas hierbas son algunos de los usos más comunes de los robots en la agricultura. Al respecto, Yoon (2022), menciona lo siguiente: Por ejemplo, se desplegará un “espantapájaros digital”, equipado con sensores de inteligencia artificial, radares y parlantes, para ahuyentar a las aves y animales en los campos de cultivo. (párr. 5)

Cabe resaltar que el gobierno de Corea del Sur proporciona mucha ayuda al sector, en cuanto a la inclusión de tecnologías innovadoras; esto se evidencia en los múltiples programas de apoyo y subsidios que el gobierno ha aprobado como incentivos para los agricultores. Lo anterior se complementa con proyectos de investigación y desarrollo, los cuales se han puesto en marcha en los últimos años, y, también, las empresas se han sido impulsadas a participar en los proyectos. Esta unión genera una agricultura más eficiente y de alto rendimiento.

Yoon (2022), indica que una de las empresas que participa en los proyectos gubernamentales dedicado a la agricultura inteligente e impulsada por IA, es LG CNS y su participación; esto se hace de la siguiente manera:

El proyecto, lanzado por el Ministerio de Agricultura y el gobierno local de la provincia de Jeolla del Sur, tiene como objetivo crear una tierra agrícola inteligente de 543.000 metros cuadrados en la ciudad rural de Naju, a unos 355 kilómetros al sur de Seúl, para 2023. A diferencia de la mayoría de los

proyectos de agricultura inteligente existentes que se llevan a cabo en invernaderos, el nuevo proyecto construirá sistemas de agricultura inteligente en campos al aire libre que representan casi el 95 por ciento de la tierra agrícola total del país. (párr. 2)

Uno de los avances tecnológicos más aplicados en Corea del Sur, son las granjas inteligentes, las cuales corresponden a un conjunto de tecnologías innovadoras; estas granjas utilizan tecnologías de la información y la comunicación (TIC), así como sensores y dispositivos conectados para monitorear y controlar de forma remota, diferentes aspectos de la producción agrícola. Al respecto, Dávila (2020), menciona lo siguiente: “El sistema controla los parámetros más importantes como humedad, temperatura, acidez, iluminación LED y niveles de dióxido de carbono; el cultivo usa bandejas de hidroponía alimentando las plantas con agua, nutrientes y algas que hacen el papel del suelo.” (párr. 3)

Un proyecto bastante innovador ejecutado por Corea, son las granjas inteligentes llevadas a cabo en zonas urbanas, más que todo se han implementado en estaciones de metro en Seúl. Este proyecto aprovecha al máximo el espacio reducido de las zonas urbanas, lo que hace especialmente novedoso al proyecto por su peculiaridad de cambiar la forma en la que conocemos la agricultura.

Hagen (2021), considera que el proyecto se desarrolla de la siguiente manera:

El Gobierno Metropolitano de Seúl y Farm8 (una corporación agrícola) han colocado granjas verticales interiores en las estaciones de metro de todo Seúl como una forma de utilizar espacios no utilizados y al mismo tiempo promover la conciencia sobre la tecnología agrícola. Al pasar, la gente puede observar cómo funcionan las granjas inteligentes y al mismo tiempo respirar el aire limpio que proporciona la estación. Estas granjas verticales también se pueden ver en edificios, restaurantes y supermercados que venden sus propios productos. Estas granjas inteligentes no utilizan suelo y utilizan una mezcla de agua y suplementos nutricionales para ayudar a que los cultivos crezcan.

A través del proceso de fotosíntesis, los LED se utilizan como fuente de luz y un pequeño ventilador para la circulación del aire. (párr. 4)

Esto no solo asegura un suministro constante de alimentos frescos durante todo el año, sino que, también, transforma los espacios que no se utilizan normalmente en las estaciones de metro en lugares vibrantes y educativos. Las personas que frecuentan los metros pueden disfrutar de productos orgánicos frescos y participar en visitas educativas para aprender sobre el proceso de cultivo.

Dávila (2020), menciona que existen algunos beneficios de las granjas inteligentes en comparación con las granjas tradicionales; son los siguientes:

Esto hace que el proceso desde la siembra hasta la cosecha sea mucho más eficiente, que, en la agricultura tradicional. Debemos recordar que las estaciones del año en Corea del Sur son bien marcadas, y los meses de invierno son bastante críticos para la agricultura. Por lo tanto, puede verse también como una forma nueva de tener un suministro sostenible de alimentos durante todo el año. (párr. 4)

En la actualidad se está desarrollando un proyecto en conjunto con el gobierno, el cual le permite a jóvenes agricultores obtener oportunidades como planes a largo plazo con el objetivo de aumentar el número de agricultores, a cambio el gobierno los beneficia con diferentes incentivos. Asimismo, los nuevos agricultores van a ser una generación que maneje la tecnología aplicada en el sector agrícola, con mayor facilidad.

De acuerdo con el Ministerio de Agricultura, Naturaleza y Calidad de los Alimentos de Países Bajos (2022), el plan para jóvenes agricultores, es el siguiente:

El gobierno coreano educará a 30.000 jóvenes agricultores para 2027 como parte de un plan a largo plazo para aumentar el número de agricultores menores de 40 años hasta el 10 por ciento del total de agricultores para 2040.

Se proporcionará una subvención mensual de 1,1 millones de wones (785 euros) durante tres años a 4.000 jóvenes agricultores que busquen un asentamiento permanente en zonas rurales el próximo año. Se establecerá un fondo de inversión en desarrollo agrícola por un total de 100 mil millones de wones para ayudarlos con vivienda, mejores condiciones de vida y financiamiento. (párr. 2)

Este plan no solo busca aumentar el número de agricultores, también, tiene como objetivo alentar el avance de la agricultura inteligente. Este programa será financiado con diferentes inversiones del estado e investigaciones para el avance de la eficiencia industrial y la productividad de las granjas inteligentes; de esta manera, los nuevos y jóvenes agricultores podrán tener a la mano, todo lo necesario para llevar a cabo sus funciones.

El Ministerio de Agricultura, Naturaleza y Calidad de los Alimentos de Países Bajos (2022), destaca el siguiente paso de la agricultura:

El presidente Yoon también mencionó que la agricultura inteligente es una solución para que la agricultura dé un nuevo paso adelante. Añadió que para superar las dificultades que enfrentan las zonas rurales, como la disminución de la población y el cambio climático, es absolutamente necesaria la difusión de la agricultura inteligente utilizando big data, inteligencia artificial (IA) y tecnología digital.

El gobierno planea ampliar los programas educativos adaptados a las condiciones y niveles de los agricultores y las oportunidades de consultoría para resolver problemas in situ. También habrá fuertes inversiones en esfuerzos de investigación para integrar tecnologías avanzadas en la eficiencia industrial y la productividad general.

Estas son parte de las medidas reveladas por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Asuntos Rurales en el plan quinquenal para 2023 a 2027, diseñado para elevar la industria tradicionalmente intensiva en mano de obra a un nuevo motor de crecimiento sostenible de alta tecnología. (párr. 5)

Los avances tecnológicos en el sector agrícola de Corea del Sur, han transformado no solo la agricultura en el mundo, ya que muchos países toman como referencia la tecnología del país desarrollado. La adopción de tecnologías como la agricultura de precisión, la robótica agrícola y las granjas inteligentes, han optimizado la eficiencia, la productividad y la sostenibilidad, en la producción agrícola.

Estas tecnologías han permitido a los agricultores surcoreanos optimizar sus operaciones, reducir costos y mejorar la calidad de los productos agrícolas. Además, el gobierno de Corea del Sur ha desempeñado un papel importante en el impulso de estos avances tecnológicos, a través de programas de apoyo e incentivos. En general, los avances tecnológicos han ayudado a posicionar a Corea del Sur como un líder mundial en agricultura tecnológicamente avanzada, contribuyendo al desarrollo económico y social del país.

### **Tecnología aplicada en la producción de alimentos agrícolas.**

Los agricultores siempre se han adaptado a los cambios y han buscado aumentar la productividad y calidad en sus cosechas, a lo largo de la historia. Ahora, la tecnología es indispensable para la producción agrícola, por sus grandes cualidades de optimización. Las tecnologías adoptadas a la producción de alimentos agrícolas son necesarias para lo que hoy se conoce como agricultura de avanzada; por lo que se puede decir que, cada pequeño aporte tecnológico ha ocasionado mejoras al sector.

La tecnología ha revolucionado la forma en que se cultivan los alimentos, introduciendo innovaciones como la agricultura de precisión, la robótica agrícola, la agricultura 4.0, la agricultura vertical, entre otras. Estas tecnologías han permitido a los agricultores optimizar el uso de recursos como el agua y los fertilizantes; han permitido

mejorar la eficiencia en la producción y reducir el impacto ambiental de la agricultura. En los siguientes párrafos se mencionan las tecnologías más utilizadas en la producción de alimentos agrícolas en la actualidad.

*Tecnologías de la información y la comunicación (TIC).*

Las Tecnologías de la información y la comunicación (TIC), juegan un papel considerable en todos los aspectos de la sociedad moderna, incluyendo a la educación, la salud, el comercio, la industria y la agricultura. En el ámbito agrícola, las TIC se utilizan para mejorar la eficiencia y la productividad, optimizando el uso de recursos como el agua y los fertilizantes, y permitiendo una gestión más precisa, en torno al manejo de los cultivos.

Fernández (2023), define a las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, de la siguiente manera:

Se trata de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC o TICs), que utilizan la informática, la microelectrónica y las telecomunicaciones para crear nuevas formas de comunicación, con el objetivo de facilitar la emisión, el acceso y el tratamiento de la información. Permiten una nueva forma para procesar los datos que combina las tecnologías de la comunicación (TC) y las tecnologías de la información (TI). La suma de ambas al desarrollo de redes, da como resultado un mayor acceso a la información. (párr. 3)

Las TIC, también, se utilizan para la monitorización y el control remoto de equipos agrícolas, la gestión de la cadena de suministro, la comercialización de productos agrícolas, recopilación y análisis de datos para la toma de decisiones. En resumen, las TIC desempeñan un papel crucial en la transformación digital de la agricultura; contribuyen a una producción más sostenible, eficiente y rentable. Rambauth (2020), menciona que: “Introducir las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la agricultura, permite hacerla más eficientes, reducir costos e introducir certeza en las decisiones.” (párr. 1)

### *Agricultura inteligente.*

Existen términos diferentes para referirse a la tecnología innovadora aplicada a la agricultura; esto se debe a la gran revolución de la tecnología agrícola que ha logrado convertir una variedad numerosa de procesos tradicionales a procesos automatizados por medio de la tecnología. Los términos más comunes son agricultura de precisión, agricultura inteligente, agricultura 4.0 y, en los últimos años, se está dando a conocer con el nuevo termino de agricultura 5.0, los términos se pueden definir de maneras distintas por el tiempo en el que fueron desarrollados y por ciertas características que destacan; pero, todos tienen un factor común y un objetivo principal que es optimizar la agricultura con la ayuda de la tecnología.

La agricultura de precisión desempeña un papel importante e innovador, porque funciona como herramienta que aprovecha la información detallada sobre las condiciones del suelo, el clima y los cultivos; además, estas herramientas permiten a los agricultores tomar decisiones con información detallada y con una excelente precisión, en todas las etapas del proceso agrícola.

Badische Anilin- y Sodafabrik (2022), considera que la agricultura de precisión se define de la siguiente forma:

La tecnología de agricultura de precisión (o AP) es un concepto que se apoya en diferentes soluciones tecnológicas para presentar nuevos enfoques y estrategias que optimicen el trabajo en el campo. Para ello, las observaciones y los análisis sobre el terreno se llevan a cabo de forma selectiva, dejando de lado la idea homogénea de la agricultura. ¿Y qué significa esto? Que existen formas, hoy en día, de segmentar toda la zona de plantación y tratarla según sus características específicas. Como resultado, se definen enfoques que optimizan el uso de los recursos, promueven mejores resultados con menos riesgo para el campo y también reducen el impacto ambiental perjudicial para la propia actividad agrícola. (párr. 3)

La importancia de la agricultura de precisión radica en varios aspectos clave; cabe recalcar que, esta tecnología le permite a los agricultores una administración mucho más eficiente de los insumos para el cultivo, como el agua y los agroquímicos; esto repercute en los productos finales, ingresos y gastos, por una eficiencia mayor se puede obtener una reducción de gastos significativa, sin dejar de lado la concientización ambiental, ya que al tener datos más precisos se puede minimizar el impacto en el ambiente.

El siguiente termino se denomina Agricultura 4.0; también, se le conoce como Agricultura Digital, se puede decir que es una evolución de la agricultura impulsada por la tecnología. Esta ciencia aplicada está cambiando la agricultura, y ayuda a combatir los desafíos actuales del sector, como la seguridad alimentaria, la escasez de recursos y el cambio climático; tiene la peculiaridad de transformar la forma en la que se cultivan los alimentos.

De acuerdo con Badische Anilin- y Sodafabrik (2022) la Agricultura 4.0, se define como sigue:

Llamamos Agricultura 4.0 a un conjunto de tecnologías centradas en la digitalización de los procesos agrícolas. Se trata de equipos, software y sistemas que pueden mejorar el proceso de producción de principio a fin, haciéndolo más rápido, económico y sostenible.

En la práctica, esto significa una gigantesca combinación de tendencias y datos en tiempo real. La información extraída de este proceso sirve de guía para que los productores tomen decisiones más asertivas en sus empresas agrícolas. Además, está la automatización de funciones a gran escala a través del Internet de las Cosas y la Inteligencia Artificial.

En definitiva, cuando se habla de lo que es la agricultura 4.0, se trata de la tecnología digital como aliada para la realización de procesos agrícolas más productivos, autónomos y eficaces. Desde el tratamiento del suelo para un cultivo, hasta la recolección de una cosecha de alta calidad. (párr. 4)

Por otro lado, se encuentra una diferencia entre la agricultura de precisión y la agricultura 4.0; sus diferencias son mínimas, pero, siempre existen características que deben ser estudiadas por la ciencia de maneras un poco distintas; en este caso, mientras que la Agricultura 4.0 es una visión más amplia que incluye la Agricultura de Precisión como parte de un conjunto de tecnologías avanzadas, la Agricultura de Precisión se centra específicamente en el uso de tecnología para mejorar la gestión de los cultivos con la ayuda de datos.

De acuerdo con Innova It Bussiness School (2023), la diferencia entre la agricultura 4.0 y la agricultura de precisión es la siguiente:

En ocasiones se suele confundir la agricultura inteligente o la agricultura de precisión con la agricultura 4.0 pero... ¿Es lo mismo? La respuesta es no, la agricultura 4.0 es un concepto más amplio que se refiere a la incorporación de tecnologías digitales avanzadas para mejorar el rendimiento de la agricultura. Estas incluyen sensores, drones, robotización, análisis de datos, inteligencia artificial y sistemas de información geográfica. (párr. 5)

La agricultura de precisión o agricultura inteligente, por otro lado, se refiere al uso de datos y tecnologías para hacer que las prácticas de cultivo sean más eficientes. Incluyen la información de recursos meteorológicos y de suelo, el control de la aplicación de fertilizantes y pesticidas, la gestión de la producción y la administración de la calidad y la seguridad alimentaria.

La Agricultura de Precisión, Agricultura Inteligente o Agricultura 4.0 representan múltiples ciencias con enfoques tecnológicos y digitales avanzados, como sensores remotos, drones, GPS, inteligencia artificial y Big data, para optimizar la producción agrícola, mejorar la eficiencia y la sostenibilidad, y reducir los costos y el impacto ambiental.

El Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (2023), acepta la siguiente definición de los términos Agricultura de Precisión, Agricultura Inteligente o Agricultura 4.0:

La Agricultura de Precisión, Agricultura Inteligente o Agricultura 4.0 se define como la aplicación de tecnologías y principios para manejar la variabilidad espacial y temporal asociada con todos los aspectos de la producción agrícola, con el propósito de mejorar la respuesta de los cultivos y la calidad ambiental. (párr. 1)

En conjunto, estos enfoques están impactando la agricultura modificando rápidamente los procesos tradicionales y permitiendo a los agricultores producir alimentos de manera más eficaz, al mismo tiempo que reducen su impacto en el medio ambiente. La adopción de estas tecnologías continuará siendo primordial para abordar los desafíos futuros de la agricultura, como la seguridad alimentaria y el cambio climático.

#### *Granjas inteligentes.*

Las granjas inteligentes, también conocidas como granjas digitales o agrícolas, son un progreso de la agricultura que incorpora tecnologías avanzadas para modernizar la producción agrícola. Además, las granjas inteligentes pueden integrarse con sistemas de gestión agrícola y plataformas de análisis de datos para mejorar la planificación y la toma de decisiones. Se puede decir que las granjas inteligentes representan el futuro de la agricultura, ofreciendo amplios beneficios, tanto para los agricultores como para el medio ambiente.

Hagen (2021), considera que las granjas inteligentes implementadas, se pueden definir de la siguiente manera:

Una granja inteligente es una granja interior que cultiva basándose en una base de datos personalizada. Con solo tocar un botón en un teléfono inteligente o una computadora, puede monitorear y controlar las condiciones de crecimiento en su granja inteligente de forma remota y mientras se

encuentra en un país diferente. La computadora recopila y analiza la fase de crecimiento de cada planta para proyectar las mejores condiciones de crecimiento para las hortalizas.

El propietario de la finca también puede controlar la temperatura, la humedad y la cantidad de nutrientes de su cultivo. La agricultura inteligente ayuda a aumentar su rendimiento anual. Aquellos que tengan dificultades con la tecnología avanzada pueden utilizar el comando de voz sin tener que manipular dispositivos complicados. (párr. 3)

### *Internet de las cosas (IoT).*

El Internet de las cosas (IoT) ha revolucionado numerosas industrias, y la agricultura no es una excepción. Esta tecnología les permite a los agricultores recopilar e intercambiar datos en tiempo real, llevando a un nuevo nivel los procesos, ya que se conectan dispositivos y sensores a través de internet. En el sector agrícola, el IoT se ha convertido en una herramienta invaluable para mejorar la eficiencia, la productividad y la sostenibilidad.

Amazon Web Services (2023), define el término IoT de la siguiente manera:

El término IoT, o Internet de las cosas, se refiere a la red colectiva de dispositivos conectados y a la tecnología que facilita la comunicación entre los dispositivos y la nube, así como entre los propios dispositivos. Gracias a la llegada de los chips de ordenador de bajo coste y a las telecomunicaciones de gran ancho de banda, ahora tenemos miles de millones de dispositivos conectados a Internet. Esto significa que los dispositivos de uso diario, como los cepillos de dientes, las aspiradoras, los coches y las máquinas, pueden utilizar sensores para recopilar datos y responder de forma inteligente a los usuarios. (párr. 1)

Los agricultores tienen una gran ventaja al integrar sensores en el campo, ya que es posible monitorear las condiciones ambientales de una manera mucho más óptima como la

temperatura, humedad, calidad del suelo y la luz solar. Estos datos son recopilados y analizados para tomar decisiones informadas sobre el riego, la fertilización y el control de plagas, lo que permite utilizar más eficientemente, los recursos y reducir los costos.

Además, el IoT permite a los agricultores controlar y administrar los equipos y maquinaria agrícola cuando no se encuentran cerca; es decir, de una manera remota, como sistemas de riego automatizado, drones agrícolas y tractores autónomos. Esto no solo aumenta la productividad, sino que, también, reduce la dependencia de la mano de obra y mejora la seguridad en el campo. Este tipo de tecnología es un claro ejemplo de cómo se puede amplificar los panoramas tecnológicos dentro de la agricultura y de cómo los avances tecnológicos logran aportar de manera positiva dentro del sector productivo.

#### *Inteligencia Artificial (IA).*

La Inteligencia Artificial (IA) ofrece soluciones novedosas para mejorar la eficiencia y la productividad en el sector agrícola. Cuando se introduce este tipo de tecnología, se ven buenos resultados en la agricultura, ya que es posible tomar decisiones informadas y precisas basadas en datos recopilados y analizados en tiempo real. En la agricultura, la IA se utiliza para predecir patrones climáticos, optimizar la gestión del agua y los nutrientes, mejorar el control de plagas y enfermedades, aumenta la eficiencia en la producción y en la cosecha de cultivos.

Amazon Web Services (2023), define el término Inteligencia Artificial, así:

La inteligencia artificial (IA) es el campo de la ciencia de computación dedicado a la resolución de problemas cognitivos asociados comúnmente a la inteligencia humana, como el aprendizaje, la creación y el reconocimiento de imágenes. Las organizaciones modernas recopilan grandes volúmenes de datos de diversos orígenes, como sensores inteligentes, contenido generado por humanos, herramientas de supervisión y registros del sistema. El objetivo de la IA es crear sistemas de autoaprendizaje que deriven significado de los

datos. Luego, la IA puede aplicar ese conocimiento para resolver nuevos problemas de manera similar a como lo haría una persona. Por ejemplo, la tecnología de IA puede responder de manera significativa a las conversaciones humanas, crear imágenes y textos originales y tomar decisiones basadas en la entrada de datos en tiempo real. Su organización puede integrar las capacidades de IA en sus aplicaciones para optimizar los procesos empresariales, mejorar las experiencias de los clientes y acelerar la innovación. (párr. 1)

Como las demás tecnologías, esta facilita la automatización de tareas agrícolas; permite el monitoreo de cultivos, el riego y la aplicación de fertilizantes, lo que reduce la dependencia de la mano de obra y aumenta la productividad. Asimismo, se puede maximizar el rendimiento de sus cultivos, reducir los costos operativos y mitigar los impactos ambientales.

Lo anterior es un reflejo de las buenas funciones que desempeñan las tecnologías, al aplicarlas oportunamente, y cuando se utilizan y se desarrollan correctamente, junto con el buen conocimiento del producto y su proceso productivo, son evidentes los grandes avances que obtiene el sector agrícola. Además, son notables los resultados positivos que aclaran cualquier resistencia en cuanto a la tecnología aplicada a la producción de alimentos agrícolas; mientras que, este tipo de tecnologías se siguen adaptando a los procesos productivos y los especialistas continúen actualizándose, es sumamente claro que, la tecnología es y va a ser la mejor herramienta para el sector agropecuario.

### **CAPÍTULO III**

#### **MARCO METODOLÓGICO**

El enfoque cualitativo es fundamental para el estudio, ya que nos permite comprender en profundidad las percepciones, opiniones y experiencias de los actores clave, en el ámbito de la tecnología agrícola de Costa Rica, asimismo, permite conocer el énfasis que tiene el estudio. A través de este enfoque, se van a explorar detalladamente las estrategias y acciones implementadas por Corea del Sur y Costa Rica, en el desarrollo del sector agrícola por medio de un cuestionario el cual será extendido a especialistas en la materia. Se hace este ejercicio con el fin de identificar las prácticas que podrían adaptarse a la realidad costarricense y reconocer el potencial impacto que tendrían las tecnologías en la producción agrícola.

#### **Enfoque Cualitativo**

Hernández *et.al* (2018), considera que la investigación cualitativa estudia:

(...) fenómenos de manera sistémica. Sin embargo, en lugar de comenzar con una teoría y luego “voltar” al mundo empírico para confirmar si esta es apoyada por los datos y los resultados, el investigador comienza el proceso examinando los hechos en sí y revisando los estudios previos, ambas acciones de manera simultánea, a fin de generar una teoría que sea consistente con lo que está observando que ocurre. (p. 7)

Además, Hernández *et. al* (2018), agrega que: “(...) se plantea un problema de investigación (...). Va enfocándose paulatinamente. La ruta se va descubriendo o

construyendo de acuerdo al contexto y los eventos que ocurren conforme se desarrolla el estudio.” (p. 7)

De igual forma los autores Hernández *et. al* (2018) sostienen que:

Las investigaciones cualitativas suelen producir preguntas antes, durante o después de la recolección y análisis de los datos. La acción indagatoria se mueve de manera dinámica entre los hechos y su interpretación, y resulta un proceso más bien “circular” en el que la secuencia no siempre es la misma, puede variar en cada estudio. (pp. 7-8)

La decisión de darle un enfoque cualitativo a la investigación se debe a que se pretende estudiar la tecnología innovadora para la producción de alimentos desde Corea del Sur en el 2022; esta se enfoca en los diferentes tipos, efectos y diferencias de la tecnología desarrollada en Corea del Sur y Costa Rica. Además, se desea desarrollar una investigación la cual genere preguntas, con la finalidad de recolectar datos y que, posteriormente, estos datos serán analizados conforme se desarrolle la investigación.

### **Diseño (Cualitativo)**

**Fenomenología Empírica:** Es una experiencia compartida. Su propósito es explorar, describir y comprender las experiencias de las personas respecto a un fenómeno y descubrir los elementos en común de tales vivencias. Se obtiene la perspectiva de los participantes. Se explora, describe y comprende lo que los individuos tienen en común de acuerdo con sus experiencias ante determinado fenómeno: sentimientos, emociones, etc. El investigador trabaja directamente con los participantes y la esencia de la experiencia compartida. (Ver Hernández y Mendoza, 2018; página 551)

También, se apoya en la temporalidad (tiempo vivido), espacialidad (espacio vivido), corporalidad (cuerpo vivido) y la relacionalidad o la comunidad (relación humana vivida)

## **Población y Muestra**

### **Población.**

Son todos los casos que concuerdan con determinadas características. Las poblaciones deben situarse de manera concreta por sus características de contenido, lugar, tiempo y accesibilidad; para esto se debe delimitar la unidad a estudiar (conjunto finito o infinito de la muestra, con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación, queda delimitada por el problema y por los objetivos del estudio).

- ✓ Unidad de muestreo: determinar el tipo de estudio a elegir para determinar la población de estudio.

### **Muestra.**

Es un subgrupo de la población o universo que interesa al investigador, y será de quienes se obtendrá la información y deberá ser una muestra probabilística o no probabilística, representativa de la población (dependiendo del enfoque y diseño de la investigación)

### **Muestra cualitativa.**

El tamaño de la muestra o números de casos o unidades de muestreo se define a partir de la naturaleza del fenómeno, capacidad operativa de recolección y análisis, entendimiento del fenómeno, saturación de categorías.

La muestra se determina durante o después de los primeros ajustes de la investigación; es tentativa y se puede ajustar en cualquier momento; no es probabilística, no busca generalizar resultados, sino profundizar en el fenómeno que se estudia. No es necesario que sea representativa de la población. En ocasiones una misma investigación cualitativa requiere de muestreo mixto o combinación de muestreos (si el diseño así lo requiere).

### **Muestra por conveniencia.**

Los elementos se eligen debido a la disponibilidad, accesibilidad o conveniencia, en lugar de seguir un proceso de selección al azar. Hernández (2018), menciona lo siguiente al respecto:

Muestras por conveniencia: estas muestras están formadas por los casos disponibles a los cuales tenemos acceso (Battaglia, 2008a). Tal fue la situación de Rizzo (2004), quien no pudo ingresar a varias empresas para efectuar entrevistas a profundidad en niveles gerenciales acerca de los factores que conforman el clima organizacional, y entonces decidió entrevistar a compañeros que junto con ella cursaban un posgrado en desarrollo humano y eran directivos de diferentes organizaciones.

#### **TIPOS:**

- ✓ Por conveniencia (casos disponibles a los que se tiene acceso).

Tabla No 1

# Entrevistado	Puesto	Razón
No 1	Desarrollador de Proyectos	Especialista en recursos marinos y acuicultura
No 2	Ingeniero de Alimentos	Especialista en granjas inteligentes
No 3	Ingeniero Agrónomo	Representante Técnico Comercial
No 4	Ingeniero Agrónomo	Supervisor de Investigaciones
No 5	Asesor Científico	Especialista Investigación y Desarrollo Tecnológico
No 6	Supervisor de Operaciones	PhD en agricultura sostenible
No 7	Ingeniero de Alimentos	Especialista Innovación y Tecnología de alimentos
No 8	Ingeniero Agrónomo	Especialista en sistemas de producción de alimentos

Nota: Ulate, 2024

### **Unidades de Análisis (cualitativa)**

Las unidades de análisis generan las categorías pertinentes para el planteamiento del problema y explicar el fenómeno en estudio, pero, también puede surgir paulatinamente y deben ser relevantes:

1. El investigador revisa todo el material (conjunto de datos)
2. Se identifica un tipo de segmento para ser caracterizado como unidad constante).
3. Codificar para determinar pertinencia: codificación abierta (comparar unidades de análisis para determinar categorías relevantes para el planteamiento del problema).
4. El investigador puede mantener o cambiar la unidad.
5. UNIDAD – CATEGORÍA – CODIFICACIÓN (todas relacionadas unas con otras).
6. Categorías de análisis; técnicas para generarlas.
  - a. AGRUPAMIENTO: anotar temáticas vinculadas con el planteamiento, señalar cuáles son comunes (se repiten una y otra vez) y por último se agrupan.
  - b. TÉCNICAS DE ESCRUTINIO:
    - i. REPETICIONES: la más fácil para identificar categorías
    - ii. CONCEPTOS LOCALES o usados frecuentemente en el contexto del estudio (expresiones reveladoras propias del ambiente al que pertenece el colaborador).
    - iii. METÁFORAS Y ANALOGÍAS (ayuda a localizar categorías con significado).
    - iv. TRANSICIONES: cambios que ocurren de manera natural en conversaciones e interacciones).
    - v. SIMILITUDES Y DIFERENCIAS (del lenguaje verbal y no verbal).

- vi. CONCEPTOS LINGÜÍSTICOS, ADVERBIOS, PRONOMBRES O SIMILARES (grupos de palabras y términos que las conectan).
- vii. DATOS PERDIDOS O NO REVELADOS (preguntarse qué falta o perdido).
- viii. MATERIAL VINCULADO A LA TEORÍA (se examina el ambiente o contexto, las perspectivas de los participantes y sus percepciones y lo que piensan de otras personas, entre otros. Relación entre las categorías y las preguntas de investigación y, también, buscar nuevas perspectivas).

**CUADRO DE UNIDADES**

Tabla No 2.

<b>OBJETIVO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>CONCEPTO (UNIDAD)</b>	<b>INSTRUMENTALIZACIÓN</b>	<b>PREGUNTA</b>
Determinar los diferentes tipos de tecnologías utilizadas en los productos agrícolas en Corea del Sur, periodo 2022.	Tecnología de producción	Procesos tecnológicos Tecnología agrícola Sistemas inteligentes Factores internos Producción Innovación Desarrollo tecnológico	Para Navicelli (2022):  “La tecnología de producción es el conocimiento necesario para poder diseñar y producir un producto o servicio según sus necesidades de mercado y, especialmente, de fabricación.”	Cuestionario:  Hernández y Mendoza (2018): un cuestionario consiste en En ciencias sociales, tal vez el instrumento más utilizado para recolectar los datos es el cuestionario. Un cuestionario consiste en un conjunto de preguntas respecto de una o más variables a medir (Bourke, Kirby y Doran, 2016).	Pregunta 1 a pregunta la 4
Examinar el potencial que existe en la implementación de tecnologías innovadoras, utilizadas para producción en el sector agrícola.	Potencial	Reducción de factores Optimización Monitoreo Eficiencia	Para Pérez y Merino (2021):  “Puede referirse a aquel o aquello que dispone de potencia, que es susceptible de tener existencia o que cuenta con la virtud de algo diferente.”	Cuestionario:  Hernández y Mendoza (2018): un cuestionario consiste en ciencias sociales, tal vez el instrumento más utilizado para recolectar los datos, es el cuestionario. Un cuestionario consiste en un conjunto de preguntas respecto de una o más variables a medir (Bourke, Kirby y Doran, 2016).	Pregunta 5 a la pregunta 8
Identificar oportunidades de mejora en la producción de	Oportunidad	Planes de inversión Desafíos Beneficios	Para Pérez y Merino (2021):  “Oportunidad, del latín oppportunitas, hace referencia a	Cuestionario:  Hernández y Mendoza (2018): un cuestionario consiste en ciencias	Pregunta 9 a la 12

alimentos en el sector agrícola, en Costa Rica.		Costos Beneficio	lo conveniente de un contexto y a la confluencia de un espacio y un periodo temporal apropiada para obtener un provecho o cumplir un objetivo.”	sociales, tal vez el instrumento más utilizado para recolectar los datos es el cuestionario. Un cuestionario consiste en un conjunto de preguntas respecto de una o más variables a medir (Bourke, Kirby y Doran, 2016).	
---	--	---------------------	---	--	--

Fuente: Ulate, 2024.

## **Instrumento**

### **Cuestionario.**

Hernández y Mendoza (2018), considera que un cuestionario consiste: En ciencias sociales, tal vez el instrumento más utilizado para recolectar los datos es el cuestionario. Un cuestionario consiste en un conjunto de preguntas respecto de una o más variables a medir (Bourke, Kirby y Doran, 2016). Debe ser congruente con el planteamiento del problema e hipótesis (Brace, 2013). Los cuestionarios se utilizan en encuestas de todo tipo (por ejemplo, para calificar el desempeño de un gobierno, conocer las necesidades de hábitat de futuros compradores de viviendas y evaluar la percepción ciudadana sobre ciertos problemas como la inseguridad). Y, se implementan en otros campos. (Hernández y Mendoza, 2018)

### **Entrevistas.**

Según Hernández y Mendoza (2018) se define como una reunión para conversar e intercambiar información entre una persona (el entrevistador) y otra (el entrevistado) u otras (entrevistados). En el último caso podría ser tal vez una pareja o un grupo pequeño como una familia o un equipo de manufactura. A través de las preguntas y respuestas, se logra una comunicación y la construcción conjunta de significados respecto a un tema (Janesick, 1998).

### **Preguntas no estructuradas o abiertas.**

Hernández y Mendoza (2018), comentan que las preguntas abiertas se codifican, una vez que conoces todas las respuestas de los participantes a los cuales se les aplicaron los cuestionarios, o, al menos, se codifican las principales tendencias de respuestas en una muestra de los cuestionarios aplicados.

**CONFIABILIDAD:** aplicación repetida al mismo individuo, produce resultados iguales

**VALIDEZ:** medición con exactitud de la variable.

- ✓ **Validez de contenido** (se mide la amplitud del contenido de la variable a medir).
- ✓ **Validez de criterio** (comparar resultados con otro criterio externo que busca medir lo mismo)
- ✓ **Validez de constructo** (que tan bien un instrumento representa y mide un concepto teórico)

Factores que pueden afectar la confiabilidad y la validez de una variable: la improvisación y aplicar instrumentos desarrollados en el extranjero que no han sido validados en el contexto

**OBJETIVIDAD:** es el grado en que el instrumento es o no permeable a la influencia de los sesgos y tendencias de los investigadores que lo administran, califican e interpretan. La objetividad se refuerza mediante la estandarización en la aplicación del instrumento (mismas instrucciones y mismas condiciones)

## **INSTRUMENTOS CUALITATIVOS.**

**ENTREVISTAS** (es más íntima, flexible y abierta que la cuantitativa, se define como una reunión para conversar e intercambiar información entre una persona y otra (entrevistador-entrevistado). Se tipifican, según la metodología de trabajo.

- **Estructuradas** (siguiendo una guía de preguntas específicas)
- **Semiestructuradas** (guía de asuntos o preguntas, pero hay libertad de agregar preguntas adicionales)
- **No estructuradas o abiertas** (guía general de contenido y el entrevistador tiene la libertad de ser flexible en la administración)

- **ELEMENTOS PARA COMPRENDER LA ENTREVISTA CUALITATIVA.**

1. **MUNDO DE LA VIDA** (es la vida de la persona y su relación con la propia vida)
2. **SIGNIFICADO** (descubrir e interpretar el significado de los temas centrales del mundo del entrevistado)
3. **CUALIDAD** (conocer lo expresado en un lenguaje común y corriente y no busca cuantificar)

4. **DESCRIPCIÓN** (descripciones relevantes de la vida de las personas)
  5. **ESPECIFICIDAD** (situaciones específicas y no opiniones generales)
  6. **INGENUIDAD PROPOSITIVA** (el entrevistador mantiene apertura plena a cualquier fenómeno inesperado o nuevo, en vez de anteponer ideas y conceptos preconcebidos)
  7. **FOCALIZACIÓN** (centrarse en determinados temas, no está estrictamente estructurada con preguntas estandarizadas, pero tampoco totalmente desestructurada)
  8. **AMBIGÜEDAD** (las expresiones de las personas a veces pueden ser ambiguas, reflejando así las contradicciones con las que vive una persona en su mundo)
  9. **CAMBIO** (el proceso de ser entrevistado puede producir introspección por lo que en el proceso se puede cambiar descripciones o significados de cierto tema)
  10. **SENSIBILIDAD** (diferentes entrevistadores propician diferentes respuestas sobre determinados temas, dependiendo de su sensibilidad)
  11. **SITUACIÓN INTERPERSONAL** (el conocimiento se producirá a partir de la interacción personal durante la entrevista)
  12. **EXPERIENCIA POSITIVA** (se pueden obtener visiones nuevas)
- **PLANEACIÓN DE UNA ENTREVISTA:**
    1. **SELECCIÓN DEL TEMA** (clarificación conceptual y análisis teórico del tema que se investigará)
    2. **DISEÑO** (uno de los siete)
    3. **ENTREVISTA** (una guía y actitud reflexiva ante el conocimiento)

4. **TRANSCRIPCIÓN** (el material obtenido implica convertirlo en material escrito)
5. **ANÁLISIS** (se requiere decidir sobre la base de las preguntas y de los objetivos del estudio, cuál paradigma interpretativo será el más adecuado)
6. **VERIFICACIÓN** (confiabilidad y validez, consistencia de los resultados)
7. **PREPARACIÓN DEL INFORME** (consistencia en los criterios científicos y éticos de la investigación. Requiere una redacción que facilite su lectura)

### **Proceso de recolección de datos**

Cuando se selecciona el cuestionario como instrumento para la investigación cualitativa, se debe elaborar una serie de preguntas relacionadas con los objetivos específicos, de tal manera que cada una de las preguntas aporten valor agregado a la investigación y que estas se puedan acoplar a cada una de las personas, las cuales, serán entrevistadas. Cuando se elabora el cuestionario se debe mantener el contacto con todos los entrevistados, por medio de correo electrónico.

Posteriormente, se les solicita a los entrevistados a que participen en la entrevista; los entrevistados que acepten seleccionan la opción que sea más conveniente al responder las preguntas; es decir, si ellos desean enviar las respuestas por correo electrónico, hacer una reunión virtual y que el investigador sea la persona que haga las preguntas, los entrevistados podrán responder de la manera que deseen.

Seguidamente, se tabularán las respuestas y serán analizadas a lo largo de los capítulos siguientes, así aportando el valor agregado esperado para la investigación por profesionales dedicados a temas relacionados con los objetivos específicos. Asimismo, el investigador recolectará cada respuesta obtenida y serán documentadas por escrito, con la

finalidad de concluir la investigación, tomando en cuenta las respuestas de los profesionales entrevistados.

### **Fuentes de Información**

#### **Fuente Primaria.**

Las “fuentes primarias proporcionan datos de primera mano, pues se trata de documentos que incluyen los resultados de los estudios correspondientes”. (p.72). Según lo menciona Hernández y Mendoza (2018); este tipo de fuente consta de libros, artículos, ensayos, tesis, entre otras; esta información debe estar apoyada por medios directos, porque el ser humano no es experto en todos los temas; por ende, se debe revisar y tomar en cuenta distintas perspectivas de primera mano.

#### **Fuente Secundaria.**

Según Barrantes (2013), las fuentes secundarias pueden ser aquellas fuentes que incluyen compilaciones, resúmenes y listados de referencias que ya se encuentran publicados, en un área del conocimiento en particular, y, por último, las fuentes terciarias como aquellos documentos que compendian nombres y títulos de publicaciones periódicas (Barrantes Echavarría, 2013).

## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS DE RESULTADOS

Seguidamente, se presentarán los resultados de la investigación por medio de la entrevista a personas especializadas en el tema sobre el estudio de las tecnologías innovadoras para la producción de alimentos importados desde Corea del Sur, en 2022. El presente capítulo está organizado de la siguiente manera: primeramente, se encuentra la tabla No 3, en donde se derivan las categorías que emergieron de las unidades correspondientes a los tres objetivos específicos de la presente investigación.

Seguidamente, se encuentra la segunda parte en donde se describe y analiza cada una de las categorías de la investigación. El análisis se recrea de acuerdo con los datos proporcionados por fuentes de información y las derivadas de fuentes científicas. Finalmente, se realiza la interpretación de datos, en donde se le da una respuesta al problema de la investigación. A continuación, se presentan las unidades y categorías de análisis base para este proyecto de investigación.

**Tabla 3. Unidades y categorías de análisis.**

Unidades	Categorías
<i>Tecnología aplicada a la producción de alimentos agrícolas en Corea del Sur.</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Procesos tecnológicos</li> <li>2. Tecnología agrícola</li> <li>3. Sistemas inteligentes</li> <li>4. Factores internos</li> <li>5. Producción</li> <li>6. Innovación</li> <li>7. Desarrollo tecnológico</li> </ol>
<i>Potencial de las tecnologías agrícolas innovadoras.</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Reducción de factores</li> <li>2. Optimización</li> <li>3. Monitoreo</li> </ol>

	4. Eficiencia
<b><i>Oportunidades de mejora en la producción de alimentos agrícolas en Costa Rica.</i></b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Planes de inversión</li> <li>2. Desafíos</li> <li>3. Beneficios</li> <li>4. Costos</li> </ol>

Nota: Ulate, 2024.

### **Unidad de Análisis 1: Tecnología aplicada a la producción de alimentos.**

Esta primera unidad de análisis hace referencia a la tecnología aplicada a la producción de alimentos. Se indagaron diferentes tipos de tecnologías, con el propósito de corroborar cómo se aplica esta tecnología a la industria agrícola, específicamente, y determinar cómo es el proceso productivo en Corea del Sur.

Se clasificaron 7 categorías en esta primera unidad, según las respuestas de los entrevistados.

1. Procesos tecnológicos
2. Tecnología agrícola
3. Sistemas inteligentes
4. Factores internos
5. Producción
6. Innovación
7. Desarrollo tecnológico

A continuación, cada categoría será descrita con las frases expresadas por los entrevistados especialistas en tecnología aplicada a la agricultura. El análisis se realiza, teóricamente, con los aportes de los entrevistados.

## **Categoría 1: Procesos tecnológicos.**

### **Descripción.**

De acuerdo con la información brindada por los especialistas, se conformó la categoría número uno de la primera unidad, la cual se les preguntó a los expertos sobre los tipos de tecnología que ha implementado en Corea del Sur para optimizar la producción de alimentos. Lo anterior se comenta en las siguientes respuestas:

*“Corea del Sur no tiene mucha tierra para producir alimentos; esto obliga a Corea a desarrollar tecnología para pescar y producir, en la acuicultura, se utilizan diferentes tipos de mallas, trabajan con redes-mayas biodegradables para no contaminar; conforme a la tecnología agrícola, desarrollan agricultura basada en datos en torno a las principales áreas de producción priorizando la automatización” (Entrevistado 1).*

*“Actualmente, la tecnología es especializada en invernaderos cerca de la península o afuera de la península en otros países; utilizan equipos e instalaciones de TIC, además de equipos agrícolas inteligentes y Big data” (Entrevistado 2).*

*“Inteligencia artificial es una de las tecnologías implementadas para mejorar la eficiencia en la agricultura por medio de una gestión más rápida de los procesos, interpretación de las imágenes de los campos, aplicación de precisión de fertilizantes, pesticidas y eliminación malas hierbas” (Entrevistado 6).*

*“En Corea se centran en la automatización e implementan tecnologías como Machine learning, uso de algoritmos, base de datos para la detección de patrones que se encuentran en las variables de los cultivos, con la información de esta tecnología en Corea se logra anticipar inconvenientes y toman decisiones rápidas” (Entrevistado 7).*

## **Análisis.**

Como fue comentado por los entrevistados, Corea del Sur ha implementado y desarrollado múltiples tipos de tecnologías con el fin de optimizar la producción por medio de procesos tecnológicos y, así, hacer frente a los desafíos que presentan las condiciones y desventajas que poseen, como es el caso de las pequeñas áreas de suelo para cultivo agrícola.

El Departamento de Tecnología del Instituto de Enseñanza Secundaria del Gobierno de Canarias (2019), menciona lo siguiente al respecto: “El proceso tecnológico es el camino a seguir desde que aparece un problema hasta que obtenemos un objeto que lo soluciona.” (p. 7)

Con base en lo expuesto, las tecnologías implementadas por Corea son meramente especializadas en la automatización de los procesos en la agricultura; pues, deben utilizar tecnologías como la inteligencia artificial, el aprendizaje automático (Machine Learning), y el análisis de Big data para optimizar los procesos agrícolas. Además, el uso asertivo de los recursos es una de las características a destacar, ya que se menciona el uso de equipos e instalaciones de TIC, en invernaderos y granjas, así como el uso de sistemas de software para monitorear y regular factores importantes en la producción agrícola.

## **Categoría 2: Tecnología agrícola.**

### **Descripción.**

De acuerdo con la información brindada por los especialistas, se conformó la categoría dos de la primera unidad, en la cual se les preguntó a los expertos sobre los diferentes tipos de tecnología que ha implementado Corea del Sur para optimizar la producción de alimentos en su territorio. Y se han obtenido las siguientes respuestas:

*“En Corea se practica la producción en el mar y en la tierra, aunque no mucho. En el mar se usan cámaras de monitoreo debajo del agua para la visibilidad de los datos en*

*cuanto a especies para la pesca y sistemas solares para ver que de dónde es se encuentran los peces.” (Entrevistado 3).*

*“Abarcan mucho las instalaciones agrícolas inteligentes como instalaciones de riego para granjas de frutas, también mediante la aplicación de tecnologías de la información y la comunicación con sistemas de software para monitorear y regular factores importantes dentro de los invernaderos” (Entrevistado 4).*

*“Entiendo que emplean sistemas conectados a dispositivos como sistemas de sensores IoT para controlar los procesos productivos agrícolas, como la temperatura, PH, luminosidad, riego, así como el crecimiento de frutos.” (Entrevistado 5).*

*“Corea del Sur ha implementado sistemas de cultivo vertical, que utilizan estantes apilados para cultivar plantas en espacios reducidos y controlar de manera precisa las condiciones ambientales, permite aumentar la producción de alimentos en áreas urbanas y con recursos limitados, lo hacen por medio de una mecanización agrícola avanzada y fertilizantes, como el biofish para incrementar el rendimiento de los frutos como el repollo para hacer kimchi” (Entrevistado 8).*

## **Análisis.**

Como han comentado los entrevistados, Corea del Sur se ha mantenido estudiando una variedad de sistemas, los cuales funcionan o se adaptan mejor a sus necesidades; en este caso, buscan aumentar la producción agrícola y mejorar los procesos diarios hasta poder disminuir los procesos básicos tradicionales que consumen una gran cantidad de tiempo; así, el agricultor puede centrarse en una producción mucho más eficaz.

Se puede decir que, en Corea se ha llevado a cabo un cambio en cómo se practica la agricultura por sus grandes avances tecnológicos que les ha permitido agilizar los procesos productivos y, así, se han especializado en lo que ahora se le llama tecnología agrícola. De acuerdo con Sergieieva (2023), la tecnología agrícola se puede definir de la siguiente manera:

La tecnología agrícola, también conocida como “agritech“, abarca una amplia gama de disciplinas y dispositivos que mejoran la producción agrícola. La tecnología agrícola incluye vehículos, robótica, ordenadores, satélites, drones, dispositivos móviles y software. El uso de la tecnología de análisis de macrodatos e inteligencia artificial (IA) en la agricultura, es también un ejemplo de cómo el sector agrícola se está adoptando los avances tecnológicos. (párr. 3)

Dicho esto, al adoptar esta tecnología agrícola, Corea del Sur se enriquece de información y sistemas, los cuales utiliza para su propio beneficio; todo esto con un claro enfoque que combina la adopción de tecnologías avanzadas, junto con la innovación en prácticas agrícolas tradicionales

### **Categoría 3: Sistemas inteligentes.**

#### **Descripción.**

Con base en la información brindada por los especialistas, se conformó la categoría número 3 de la primera unidad. Se les preguntó a los expertos sobre las características que diferencian a la tecnología surcoreana de las demás. Y, seguidamente, vienen las respuestas de los expertos sobre este tema.

*“Crean su propia información con los datos de su país, algo destacable es que como crean expertos en su propio país tienen la habilidad de avanzar muy rápido porque poseen los expertos y las maquinas necesarias ya instaladas en Corea.” (Entrevistado 1).*

*Su enfoque es directo en la automatización en la agricultura, por esto han desarrollado maquinaria y sistemas altamente automatizados para aumentar la eficiencia y reducir la mano de obra requerida” (Entrevistado 2).*

*“El uso extensivo de sistemas inteligentes como los invernaderos y sistemas de riego automatizado son ampliamente utilizados en Corea del Sur para optimizar las condiciones de crecimiento de los cultivos y maximizar la producción” (Entrevistado 3).*

*“Es un país que demuestra una fuerte capacidad de innovación en diversos campos, el sistema de innovación de Corea en referencia a todos los actores que forman parte del ciclo tecnológico, investigación innovación (i+d+i), corea es líder, se puede ver en el ranking mundial llamado Global Innovation Indence y Corea siempre se encuentra en las primeras posiciones. Tenían un grande rezago, pero lograron implementar el desarrollo de innovaciones en las cadenas productivas. Lo que la diferencia de las demás es el alto nivel de inversión que hacen en investigación y desarrollo, y el fuerte componente de innovación en el producto tanto como en el proceso que incorpora como parte de sus avances tecnológicos” (Entrevistado 6).*

### **Análisis.**

Con base a las respuestas de los entrevistados, Corea del Sur hace un uso excelente de sistemas inteligentes, como invernaderos y sistemas de riego automatizado, para optimizar las condiciones de crecimiento de los cultivos y maximizar la producción. Esta estrategia refleja un compromiso con la eficiencia y la sostenibilidad en la producción agrícola. De acuerdo con la Universidad en Línea de México (2023), el concepto de sistema inteligente engloba lo siguiente:

Los sistemas inteligentes utilizan tecnologías como el Big Data, el IoT (internet of things), el 5G, la inteligencia artificial, la robótica, la visión artificial, la realidad aumentada, etc., que hacen posible una integración entre el mundo físico y el mundo lógico o virtual. Los distintos dispositivos y máquinas de producción intercambian información con la cadena de suministro, posibilitando, así, la optimización y configuración automática de los procesos de producción, mediante el uso del machine learning y la

inteligencia artificial, consiguiendo así la máxima de automatización de la cuarta revolución industrial. (párr. 2)

Como fue comentado tecnología agrícola de Corea del Sur se distingue por su enfoque en la automatización, el uso extensivo de sistemas inteligentes, su fuerte capacidad de innovación, liderazgo en investigación y desarrollo. Estas características han contribuido al desarrollo de una agricultura altamente eficiente, sostenible e innovadora en el país.

#### **Categoría 4: Factores internos.**

##### **Descripción.**

De acuerdo con la información brindada por los especialistas, se conformó la categoría número cuatro de la primera unidad, la cual se les preguntó a los expertos sobre las características que diferencian la tecnología surcoreana de las demás. Las respuestas de la población consultada se destacan en los siguientes párrafos.

*“Corea del Sur cuenta con una infraestructura avanzada que facilita la implementación de tecnologías agrícolas modernas, incluyendo una buena cobertura de internet y comunicaciones, les permite la conectividad de dispositivos y la gestión remota de cultivos. Aparte los especialistas tienen a la mano información y conocimiento que pueden adoptar y adaptarse rápidamente nuevas tecnologías.” (Entrevistado 4).*

*“El país tiene una amplia disponibilidad de información y conocimiento sobre tecnologías agrícolas mayor que otros países, se puede ver como una ventaja para los agricultores y empresas porque se adaptan rápidamente nuevas tecnologías y realizan cambios en sus prácticas agrícolas” (Entrevistado 5).*

*“El gobierno y el sector privado en Corea del Sur han realizado importantes inversiones en investigación y desarrollo en el campo de la agricultura claramente impulsando la creación de nuevas tecnologías y prácticas agrícolas.” (Entrevistado 7).*

*“Muchas de las tecnologías agrícolas en Corea del Sur están diseñadas con un punto de vista dirigido a la sostenibilidad, buscando reducir el impacto ambiental y aumentar la eficiencia en el uso de recursos como el agua y la energía” (Entrevistado 8).*

### **Análisis.**

Según la opinión de la población entrevistada, para que Corea del Sur pudiera optimizar sus procesos productivos existen factores internos, los cuales son muy importantes en el desarrollo de la tecnología surcoreana, ya que influyen, en gran medida, en el resultado final de los proyectos agrícolas, pues, los agricultores necesitan un apoyo adicional para poder optimizar sus cultivos con tecnología moderna.

Westreicher (2020), menciona al respecto, que: “La optimización es la acción de desarrollar una actividad lo más eficientemente posible, es decir, con la menor cantidad de recursos y en el menor tiempo posible.” (párr. 1)

Las condiciones internas en Corea del Sur, tales como su infraestructura avanzada, disponibilidad de información y conocimiento, inversiones en investigación y desarrollo, y el enfoque en la especialización de profesionales, han sido fundamentales para el desarrollo y la implementación exitosa de tecnologías agrícolas modernas, en el país. Estos factores han contribuido a la eficiencia y a la sostenibilidad del sector agrícola en Corea del Sur.

### **Categoría 5: Producción.**

#### **Descripción.**

De acuerdo con la información brindada por los especialistas, se conformó la categoría número cinco de la primera unidad. Se les preguntó a los expertos sobre el tipo de

tecnología innovadora, que utilizan en Corea del Sur para la producción de los alimentos agrícolas. Lo anterior se comenta en las siguientes opiniones:

*“Corea no tiene suficiente tierra para producir muchos vegetales y comidas que nosotros consumimos en otros países; las pocas que pueden producir dentro de los invernaderos con las condiciones ideales y controladas, pueden ser frutas y verduras como fresas y lechuga.” (Entrevistado 1).*

*“Por ejemplo, una de las comidas típicas y más consumidas de Corea del Sur, es el Kimchi que tiene como base una verdura que es el repollo, ahora que se ha vuelto muy popular fuera de Corea; también se exporta una gran cantidad y se consume muchísimo.” (Entrevistado 2).*

*“El arroz se cultiva utilizando tecnologías avanzadas para controlar el ambiente de crecimiento y mejorar la calidad y el rendimiento del arroz.” (Entrevistado 3).*

*“Los melones y fresas son producidas con técnicas de cultivo vertical y control del ambiente para maximizar la producción y mejorar la calidad de las frutas.” (Entrevistado 4).*

*“En los invernaderos se produce mucha lechuga hidropónica y repollo.” (Entrevistado 5).*

*Se cultivan frutas y vegetales más que todo. (Entrevistado 6).*

*“Corea del Sur produce una variedad de otros alimentos agrícolas, utilizando tecnología como plantas de té de alta calidad y productos agrícolas orgánicos certificados.” (Entrevistado 7).*

*“Algas marinas es un alimento que se cultiva en Corea, en cuerdas en aguas poco profundas y, claramente arroz, por su alto consumo.” (Entrevistado 8).*

**Análisis.**

La producción agrícola en Corea del Sur es abundante en productos determinados, según la perspectiva de los especialistas; estos productos son consumidos en gran escala, dentro y fuera del país; por esta oportunidad, se dio un gran avance en su producción, apoyándose claramente en la tecnología.

Quiroa (2024), menciona al respecto, que: “La producción es la actividad económica que se encarga de transformar los insumos para convertirlos en productos.” (párr. 1)

Con base en la opinión de los expertos, Corea del Sur ha implementado tecnologías innovadoras en la producción de alimentos agrícolas, como los invernaderos inteligentes donde se le dé control detallado a los factores que influyen en la producción; esto les ha aumentado la producción, ha mejorado la calidad de los productos y ha desafiado las limitaciones de tierras agrícolas en el país. Este aporte de la tecnología ha contribuido al éxito de la agricultura surcoreana y a su capacidad para satisfacer las demandas del mercado nacional e internacional.

**Categoría 6: Innovación.****Descripción.**

De acuerdo con la información brindada por los especialistas, se conformó la categoría número seis de la primera unidad. Se les preguntó a los expertos sobre los motivos de la implementación de tecnología para la producción de alimentos agrícolas en Corea del Sur. Lo anterior se comenta en las siguientes respuestas:

*“El principal motivo es que en Corea existe una escasez de recursos naturales como los minerales y petróleo y de suelo fértil para el cultivo; básicamente esto forzó al país a*

*buscar soluciones innovadoras para producir alimentos y otros recursos dentro del país como en este caso la tecnología.” (Entrevistado 1).*

*“En el pasado, Corea del Sur dependía en gran medida de las importaciones de alimentos por no tener la capacidad o la facilidad de producir sus propios alimentos por las dificultades de cultivo como las condiciones no favorables, para no depender tanto del exterior crearon formas de producción alimentos internamente para garantizar la seguridad alimentaria y mejorar la economía porque no podían exportar muchos alimentos.” (Entrevistado 3).*

*“Una razón puede ser la sobreexplotación y falta de los recursos pesqueros y otros recursos naturales porque ha causado problemas ambientales en Corea del Sur, por esta razón implementan tecnologías más sostenibles para la producción de alimentos.” (Entrevistado 4).*

*“Corea está en medio de Japón y en medio de China, 2 potencias a nivel mundial. Entonces la necesidad les impulse, la supervivencia misma. Les obliga a no a no ser a no a no. Ser menos en este ámbito. Y por el contexto geopolítico donde viven ellos. Además, la necesidad mismo, ahora que tiene una población en aumento, tiene un territorio muy pequeño y tienen también la geopolítica de parte suya, que son aliados. Los Estados Unidos. Entonces hay un flujo de tecnologías y de bienes entre Estados Unidos y Corea del Sur que les que les garantiza el tener acceso a materias primas a medios de producción y un mercado donde colocar sus innovaciones y enfocar en la producción alimentaria porque eso aplica para todos los ámbitos tecnológicos.” (Entrevistado 7).*

## **Análisis.**

Con base en las respuestas de los entrevistados, Corea del Sur tiene una historia que ha marcado las decisiones del país, con respecto a la tecnología, no solo dentro del sector político, también, se ven involucrados en el ambiente cultural, porque Corea ha sido pártcipe en los avances innovadores de la tecnología; cabe recalcar que, sin el pasado histórico del

país y los retos de la agricultura, no podrían ser la potencia en la innovación que todo el mundo conoce.

Gómez (2021), considera que la innovación histórica por parte de Corea del Sur, tiene el siguiente panorama:

Corea ha logrado un rápido crecimiento económico y, como resultado, ha logrado reducir significativamente la tasa de pobreza. La renta per cápita ha aumentado de 100 dólares en 1963 a más de 31.762 dólares en la actualidad. Corea ha experimentado el mayor cambio económico en los últimos 60 años. Dado el tamaño geográfico, los recursos naturales y la población del país, Corea se ha preocupado principalmente por la tecnología y la innovación para estimular el crecimiento de la agricultura.

Corea del Sur es un claro ejemplo de superación para otros países, gracias al apoyo investigativo en proyectos de innovación y hacer buen uso de los recursos que tiene, lidera sectores innovadores como: internet, transporte y energía, robótica, biotecnología e industrias de alta tecnología. (párr. 6)

Con base a la información anterior, la innovación con respecto a la tecnología en la producción de alimentos en Corea del Sur, se debe a la escasez de recursos naturales, la reducción de la dependencia de importaciones, la necesidad de sostenibilidad ambiental y el contexto geopolítico del país. Estos factores han impulsado a Corea del Sur, a adoptar tecnologías avanzadas en la agricultura para garantizar su seguridad alimentaria y su desarrollo económico.

### **Categoría 7: Desarrollo tecnológico.**

#### **Descripción.**

Se conformó la categoría número siete de la primera unidad, con base en la información brindada por los especialistas. Se les preguntó a los expertos sobre los motivos

de la implementación de tecnología para la producción de alimentos agrícolas en Corea del Sur. Las siguientes respuestas detallan las razones que Corea del Sur ha tenido para implementar tecnologías innovadoras en su sistema de producción agrícola.

*“Tiene que ver con la historia después de la Guerra de Corea en la década de 1950, Corea del Sur experimentó una gran pobreza, con un PIB per cápita muy bajo. Esto impulsó la necesidad de encontrar formas de producir alimentos de manera más eficiente y económica lo cual lo han hecho por medio de tecnología” (Entrevistado 2).*

*“Corea del Sur es conocida por su enfoque en la innovación y el desarrollo tecnológico, por esto ellos han adoptado tecnologías avanzadas en la agricultura para aumentar la eficiencia y la productividad.” (Entrevistado 5).*

*“Con el aumento de la economía y el nivel de vida en Corea del Sur, hay una mayor demanda de alimentos de alta calidad y nutritivos, para poder satisfacer las necesidades de tantos consumidores no solo locales si no que en el exterior se desarrollan tecnologías que permitan producir alimentos más saludables, además de que la popularidad de la cultura coreana afecta directamente en una demanda en crecimiento.” (Entrevistado 6).*

*“Muchas de las tecnologías agrícolas en Corea del Sur están diseñadas con un punto de vista dirigido a la sostenibilidad, buscando reducir el impacto ambiental y aumentar la eficiencia en el uso de recursos como el agua y la energía.” (Entrevistado 8).*

## **Análisis.**

Los especialistas consideran que la economía coreana no siempre se ha visto como en la actualidad, por lo que ha generado retos para el país donde tuvieron que atravesar por un proceso de redirección para desarrollar las tecnologías que hoy en día son muy comunes en sus procesos productivos; no solo adoptaron las tecnologías a sus necesidades, también, priorizan el equilibrio entre los recursos naturales y los avances tecnológicos.

Jusino (2021), indica que el panorama actual de desarrollo tecnológico en Corea del Sur, es el siguiente:

Corea del Sur ha realizado grandes y fructíferos esfuerzos para aproximarse con las principales economías del mundo, lo que ha significado una profunda transformación industrial que la ha llevado a convertirse en líder mundial en diversas industrias de alta tecnología. Históricamente, el desarrollo industrial tuvo una fuerte base en tecnologías importadas, gracias a la capacidad de absorción desarrollada en Corea con un fuerte liderazgo estatal, además de un sistema bancario sano controlado por el estado. Otro signo claro de progreso fue el aumento de las exportaciones de productos de media-alta y alta tecnología, debido al desarrollo de las capacidades tecnológicas en una serie de áreas, lo que luego estaría acompañado por la salida de sus empresas que se convertirían en importantes compañías multinacionales. (p. 5)

Con base a lo expuesto, se destaca que el desarrollo tecnológico en la agricultura de Corea del Sur se ha visto impulsado por su historia, su enfoque en la innovación, la creciente demanda de alimentos de alta calidad y su preocupación por la sostenibilidad ambiental. Por las diferentes necesidades que ha experimentado, junto con el apoyo del gobierno el país ha logrado un excelente desarrollo tecnológico.

### **Unidad de Análisis 2: Potencial de las tecnologías agrícolas innovadoras.**

Esta segunda unidad de análisis, hace referencia al Potencial de las tecnologías agrícolas innovadoras para la realización de la presente unidad; se indagaron diferentes factores en donde influye el potencial de la tecnología agrícola y cómo esta puede generar beneficios, si es aplicada en la industria agrícola, específicamente, como se emplea dentro del proceso productivo, tanto en Corea del Sur como en Costa Rica.

Se clasificaron 4 categorías, en esta segunda unidad, según las respuestas de los entrevistados.

1. Reducción de factores
2. Optimización
3. Monitoreo
4. Eficiencia

Cada categoría será descrita con las frases expresadas por los entrevistados especialistas en tecnología aplicada a la agricultura. El análisis se realiza teóricamente con los aportes de los entrevistados.

### **Categoría 1: Reducción de factores.**

#### **Descripción.**

De acuerdo con la información brindada por los especialistas, se conformó la categoría número uno de la segunda unidad; se les preguntó a los expertos sobre los problemas que podrían ser resueltos en el futuro al utilizar tecnología en la producción de alimentos en Costa Rica. La población entrevistada aportó las siguientes respuestas:

*“Diría aportar a la soberanía alimentaria del país en primer lugar, es decir, el no depender del frijol importado de China o de arroz importado de Taiwán. Entonces el primer reto es la implementación de esas tecnologías, esto puede conllevar a que el país consolide su soberanía alimentaria, con la población mundial en aumento los territorios tienen necesariamente que garantizarse ellos mismos, ser sostenibles en cuanto a su producción de alimentos, o sea, garantizar su soberanía alimentaria.” (Entrevistado 1).*

*“Al aplicar sensorica y tecnologías de IOT se pueden disminuir por mucho, casi que convertirte en una productora orgánica, este en poder deducir la cantidad de agroquímicos que se utilizan en Costa Rica ya que existe un enorme problema en cuanto a la aplicación*

*de agroquímicos, desde hace varias décadas no pueden entrar agroquímicos nuevos moleculares, eso también contribuye verdad a la A otro reto que es el reto del del cambio climático.” (Entrevistado 2).*

*“La implementación de tecnología en la producción de alimentos podría ayudar a Costa Rica a adaptarse mejor a los efectos del cambio climático, como sequías o inundaciones, garantizando una producción agrícola más resiliente y sostenible.” (Entrevistado 3).*

*“Al implementar tecnologías agrícolas innovadoras podrían ayudar a Costa Rica a utilizar de manera más eficiente los recursos naturales, como el agua y la tierra, garantizando una producción agrícola más sostenible y rentable, ya el país tiene los recursos necesarios, pero al desarrollar agricultura inteligente podría incrementar el buen uso de los recursos” (Entrevistado 4).*

*“Podría contribuir al logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas, como la erradicación del hambre, la reducción de la pobreza y la promoción de la agricultura sostenible.” (Entrevistado 5).*

*“El uso continuo de ciertos productos químicos en la agricultura puede llevar a la resistencia de las plagas y enfermedades a estos productos. La tecnología puede ayudar a diversificar las estrategias de control de plagas y enfermedades, reduciendo la presión de selección para la resistencia y garantizando la efectividad a largo plazo de los productos utilizados en la agricultura” (Entrevistado 6).*

*“La tecnología puede permitirle a Costa Rica una gestión más eficiente de los recursos agrícolas, como el agua y los fertilizantes, maximizando así la producción agrícola. Mediante el uso de sensores y sistemas de riego automatizado, y ayudar a reducir los costos de producción agrícola al hacer más eficiente el uso de los recursos y al reducir la dependencia de insumos costosos, como los productos químicos. Por ejemplo, el uso de*

*drones para la pulverización de cultivos puede reducir la cantidad de productos químicos necesarios y, por lo tanto, los costos asociados.” (Entrevistado 7).*

*“La tecnología puede ayudar a aumentar los rendimientos agrícolas al permitir una gestión más precisa de los cultivos. Mediante el uso de sistemas de monitoreo remoto, por ejemplo, es posible detectar problemas en los cultivos de manera temprana y tomar medidas correctivas, lo que puede aumentar la productividad de los cultivos. Contribuir a la producción de alimentos más seguros al garantizar que se cumplan los estándares de seguridad alimentaria.” (Entrevistado 8).*

### **Análisis.**

Según la opinión de los entrevistados, implementar tecnología de avanzada en la producción de alimentos en Costa Rica, tiene el potencial de abordar múltiples desafíos y promover la toma de decisiones más consiente sobre los problemas que enfrenta el país; asimismo, debe adaptarse mejor a los cambios. Si el país aplica tecnologías como IoT, podría disminuir el uso de agroquímicos, los costos, la dependencia de insumos altamente caros.

Sensor Go (2023), considera que algunos de los beneficios que trae la implementación de tecnología agrícola, son los siguientes:

- Mayor productividad. Se aumenta la cantidad de alimentos producidos y se elevan los ingresos del productor.
- Mayor resiliencia. La agricultura inteligente reduce la vulnerabilidad a sequías, plagas, enfermedades y otras perturbaciones. Además, aumenta la capacidad de adaptación al cambio climático.
- Mayor control. Se detectan a tiempo fallas en riegos o fertilización, se localizan enfermedades y plagas y se controla cada parámetro que interviene en la producción.

- Menos emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Se consigue reducir la generación de emisiones por cada caloría o kilo de alimento producido. Además, evita la deforestación. (párr. 10)

Con base en lo expuesto en el caso de que Costa Rica invierta en tecnología aplicada a la agricultura, el país se vería sumamente beneficiado, ya que se expresa que este tipo de tecnologías, además de automatizar los procesos, a largo plazo, se notaría una reducción de múltiples factores con los que los agricultores lidian, día con día. Además, contribuye con uno de los objetivos que caracterizan a Costa Rica, el cual es reducir el efecto en el ambiente. Costa Rica podría ser clave para abordar desafíos importantes y avanzar hacia una agricultura más sostenible, eficiente y resiliente.

## **Categoría 2: Optimización.**

### **Descripción.**

Con base en la información brindada por los especialistas, se conformó la categoría número dos de la segunda unidad; se les preguntó a los expertos sobre las mejores tecnologías para la producción de alimentos. Lo anterior se comenta en las siguientes respuestas:

*“Desde mi punto de vista creo que las tecnologías con las que podemos trabajar con ambiente, es muy importante convivir con el ambiente y no afectar más el cambio climático, al usar estrategias de mitigación y adaptación se pueden buscar mejores soluciones para las plantas, los animales y los humanos, para hacer esto se debe estudiar el ambiente con el que se trabaja y las tecnologías que pueden ayudarnos a tener la información para mejoras estas condiciones pueden ser la inteligencia artificial, machine learning, IOT e imágenes satelitales.” (Entrevistado 1).*

*“Las mejores tecnologías son aquellas que se pueden integrar con otras en tiempo real. Estamos hablando, por ejemplo, de tecnologías de información y comunicación, que*

*ayuden a la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible para una producción que sea de lo más limpia y lo más sostenible posible” (Entrevistado 2).*

*“Las tecnologías aplicadas al monitoreo son muy efectivas como la utilización de sensores y tecnología de monitoreo remoto permite un seguimiento preciso de las condiciones de crecimiento de los cultivos, lo que puede ayudar a prevenir enfermedades y optimizar el uso de recursos como el agua y los fertilizantes.” (Entrevistado 3).*

*“La aplicación de biotecnología para mejorar la salud del suelo puede aumentar la productividad de los cultivos y reducir la necesidad de fertilizantes químicos, contribuyen bastante bien a la sostenibilidad de la agricultura.” (Entrevistado 4).*

*“Creo que aquellas tecnologías que se orienten hacia el mejor uso de los recursos biológicos y hacia la sostenibilidad son las ideales para que deberían implementarse en todo el territorio nacional. Aquí Costa Rica existe una ventaja, tenemos un marco de políticas públicas que se alinea con una filosofía que se llama bio economía. Costa Rica tiene una estrategia nacional donde uno de sus ejes es el producir alimentos con atributos de diferentes para colocarlos luego en mercados internacionales y mercados locales que saquen un mejor provecho de los recursos biológicos.” (Entrevistado 5).*

*“La agricultura regenerativa porque esta práctica se enfoca en la restauración y mejora de la salud de los suelos, utilizando técnicas como la rotación de cultivos, la cobertura vegetal y la siembra directa. La agricultura regenerativa busca aumentar la fertilidad del suelo, mejorar la retención de agua y reducir la erosión, lo que puede llevar a una mayor productividad a largo plazo” (Entrevistado 6).*

*“Es un conjunto de tecnologías para poder seleccionar la mejor como el mejoramiento genético, agricultura de precisión, desarrollo de insumos naturales, mejoramiento biodiversidad y microbiología de los suelos” (Entrevistado 7).*

*“Dentro de las tecnologías diría que la agroecología ya que promueve la diversificación de cultivos, el uso eficiente de los recursos naturales y la integración de la agricultura con el medio ambiente, lo que puede conducir a sistemas agrícolas más resilientes y sostenibles.” (Entrevistado 8).*

### **Análisis.**

Según la perspectiva de los especialistas, se destacan tecnologías como la inteligencia artificial, el machine learning, el IoT y las imágenes satelitales, que permiten estudiar el ambiente y buscar soluciones para mejorar las condiciones de plantas, animales y humanos, conviviendo de manera más armónica, con el entorno y mitigando el cambio climático. También, se mencionan tecnologías de monitoreo remoto y sensores para dar seguimiento preciso de las condiciones de crecimiento de los cultivos, prevenir enfermedades y optimizar el uso de recursos.

La biotecnología es otra área importante, ya que puede mejorar la salud del suelo, aumentar la productividad de los cultivos y reducir la necesidad de fertilizantes químicos; esto contribuye a la sostenibilidad de la agricultura. Además, se mencionan prácticas como la agricultura regenerativa, que se enfoca en mejorar la salud de los suelos y aumentar la fertilidad, y la agroecología que promueve la diversificación de cultivos y el uso eficiente de los recursos naturales.

Estas tecnologías y prácticas podrían ser fundamentales para mejorar la producción de alimentos en Costa Rica, hacerla más sostenible y adaptarla a los desafíos del cambio climático. Línea Data Scan (2022), sostiene que la aplicación de la tecnología a largo plazo, se puede desenvolver en la agricultura de la siguiente manera:

El uso de la tecnología para la agricultura representa un cambio revolucionario. Si se consigue aplicarla con éxito, se puede alcanzar nuevos niveles de eficiencia y productividad. Esto permitirá mitigar el problema de

abastecimiento de alimentos, ayudar a los agricultores a aumentar sus ingresos y mejorar la calidad y diversidad de alimentos. (párr. 10)

Los expertos resaltan la importancia de utilizar tecnologías que sean compatibles con el ambiente y que contribuyan a mitigar el cambio climático. Estas tecnologías apuntan a optimizar el uso de recursos naturales, mejorar la productividad agrícola y garantizar la sostenibilidad a largo plazo. En resumen, la implementación de estas tecnologías puede llevar a sistemas agrícolas, más resilientes y sostenibles en Costa Rica.

### **Categoría 3: Monitoreo.**

#### **Descripción.**

Se conformó la categoría número tres de la segunda unidad, con la información brindada por los especialistas; se les preguntó a los expertos sobre las ventajas que se han obtenido con la tecnología de granjas inteligentes para la producción de alimentos. Lo anterior se comenta en las siguientes respuestas:

*“Como las granjas inteligentes utilizan tecnología avanzada para optimizar el uso de recursos como agua, energía y fertilizantes, esto se traduce en una mayor eficiencia en la producción de alimentos, maximizando los rendimientos y reduciendo el desperdicio.” (Entrevistado 1).*

*“Al utilizar métodos de producción más eficientes y sostenibles, las granjas inteligentes pueden reducir su huella ambiental. La gestión precisa de recursos como el agua y los fertilizantes ayuda a minimizar la contaminación del suelo y el agua, así como las emisiones de gases de efecto invernadero” (Entrevistado 2).*

*“Permite un monitoreo constante de la calidad y seguridad de los alimentos producidos. Desde la detección temprana de enfermedades en plantas y animales hasta el*

*seguimiento de la cadena de suministro, se garantiza que los alimentos sean seguros y de alta calidad para el consumo humano.” (Entrevistado 3).*

*“Las granjas inteligentes ofrecen un entorno propicio para la educación y el aprendizaje multidisciplinario. La integración de tecnologías avanzadas en la producción de alimentos requiere la formación de profesionales capacitados en diversos campos, como la agronomía, la ingeniería, la informática y la gestión empresarial, lo que contribuye al desarrollo de habilidades y conocimientos necesarios para enfrentar los desafíos futuros en la producción de alimentos” (Entrevistado 4).*

*“Ayudan a reducir la carga química, es decir, la cantidad de productos químicos aplicados, lo que resulta en alimentos más seguros y saludables para el consumo humano y un menor impacto ambiental y también generan alimentos más saludables.” (Entrevistado 5).*

*“Las granjas inteligentes pueden contribuir a la regeneración de los ecosistemas agrícolas. Esto incluye la mejora de la biodiversidad, la conservación del suelo y el agua, y la promoción de la salud de los suelos y de los organismos que en ellos habitan.” (Entrevistado 6).*

*“Reducción de los costos laborales ya que deduce la necesidad de la mano de obra, también como se monitorea de cerca las necesidades de los cultivos y aplicar los insumos de manera precisa, minimiza la cantidad de insumos e ingredientes activos de fitosanitarios por área.” (Entrevistado 7).*

*“Las granjas inteligentes generan una gran cantidad de datos sobre los procesos agrícolas, que pueden ser utilizados para tomar decisiones informadas y mejorar continuamente la producción de alimentos.” (Entrevistado 8).*

**Análisis.**

Con base en las respuestas de los expertos, se destacan varios puntos clave. En primer lugar, se menciona la mayor eficiencia en el uso de recursos como agua, energía y fertilizantes, lo que resulta en mayores rendimientos y menos desperdicio. Además, se resalta la reducción de la huella ambiental, mediante métodos de producción más sostenibles y la gestión precisa de recursos para minimizar la contaminación. Una de las grandes ventajas de las granjas inteligentes, es el monitoreo constante de la calidad y seguridad de los alimentos, garantizando que sean seguros para el consumo humano.

El monitoreo genera una excelente herramienta para los agricultores, ya que les brinda la oportunidad de conocer a profundidad los detalles del proceso de cultivo; esto hace que sean mucho más conscientes en el uso de recursos y así poder tomar decisiones más rápido. La Iniciativa Ciudadana para el Control del Sistema de Inteligencia de Argentina (2022), menciona al respecto, lo siguiente: “Las granjas inteligentes ofrecen una serie de ventajas, como reducción de costos, prevención de pérdidas económicas, mejora del bienestar animal, mayor comodidad y seguridad para los trabajadores, y una gestión más eficiente de los recursos.” (párr. 11)

La información proporcionada por los expertos en la categoría anterior, indica que las granjas inteligentes revelan una serie de beneficios significativos para la producción de alimentos. Si esta tecnología es utilizada de la manera correcta, puede llegar a proveer muchos más alimentos de una forma más rápida y saludable, no solo para los seres humanos, también para el medio ambiente.

**Categoría 4: Eficiencia.****Descripción.**

Con la información brindada por los especialistas, se conformó la categoría número cuatro de la segunda unidad; se les preguntó a los expertos cómo se aplica la inteligencia de

las Cosas IoT en la elaboración de productos en la industria alimentaria. Las respuestas se destacan seguidamente.

*“Las tecnologías de IOT se están implementando justo en este momento, Costa Rica, a través del del programa para innovación y capital humano para la competitividad, se abrevia PYNN que era un programa del misil, por cierto, colocó el año 2021 alrededor de 1000000 USD en equipo de sensorica para 90 y creo que son 92 beneficiarios. Y que son pequeños y medianos productores agrícolas.” (Entrevistado 1).*

*“Las IoT se utiliza para monitorear la temperatura de los alimentos desde su producción hasta su distribución, garantizando que se mantengan en condiciones óptimas y seguras para el consumo.” (Entrevistado 2).*

*“Los dispositivos IoT pueden rastrear automáticamente el inventario de alimentos en tiempo real, lo que ayuda a evitar escasez o exceso de stock, reduciendo el desperdicio y mejorando la eficiencia en la cadena de suministro” (Entrevistado 3).*

*“Crea un monitoreo continuo de la calidad de los alimentos, detectando posibles problemas como la contaminación o la presencia de toxinas de manera temprana, lo que contribuye a garantizar la seguridad alimentaria.” (Entrevistado 4).*

*“Dentro de la elaboración de alimentos puede aplicarse a la recopilación de datos sobre las condiciones ambientales y el rendimiento de los cultivos, para optimizar la producción al ajustar el riego, la fertilización y otros procesos según sea necesario.” (Entrevistado 5).*

*“Esta tecnología facilita la automatización de tareas en la producción de alimentos, como la recolección, el empaquetado y la clasificación, lo que aumenta la eficiencia y reduce los costos laborales.” (Entrevistado 6).*

*“Con la IoT, las empresas pueden recopilar datos sobre las preferencias de los consumidores y adaptar la producción para satisfacer mejor sus necesidades y deseos, lo que puede impulsar la lealtad del cliente y aumentar las ventas” (Entrevistado 7).*

*“Mejora de la trazabilidad y eficiencia de los procesos de producción, así como la logística en los procesos de valor agregado” (Entrevistado 8).*

### **Análisis.**

Según comentan los expertos entrevistados, la aplicación de la Internet de las Cosas (IoT) en la industria alimentaria, ofrece diversas ventajas en términos de eficiencia. Las aplicaciones específicas de la IoT incluyen el monitoreo de la temperatura de los alimentos durante todo el proceso de producción y distribución, garantizando condiciones óptimas y seguras para el consumo. Además, los dispositivos IoT permiten el seguimiento automatizado del inventario de alimentos en tiempo real, evitando escasez o exceso de stock, lo que reduce el desperdicio y mejora la eficiencia en la cadena de suministro.

Además, la automatización de tareas en la producción de alimentos, como recolección, empaquetado y clasificación, aumenta la eficiencia y reduce los costos laborales. La recopilación de datos sobre las preferencias de los consumidores permite a las empresas adaptar la producción para satisfacer mejor sus necesidades, lo que puede impulsar la lealtad del cliente y aumentar las ventas.

Badische Anilin- y Sodafabrik (2022), sostiene que la eficiencia de la IoT se desarrolla de la siguiente manera:

Desde el momento de la siembra hasta la calidad del suelo, la Agricultura Inteligente es capaz de aportar información y actuar estratégicamente en todas las fases de la siembra de los cultivos. Al aplicar estos datos con IoT, los agricultores pueden automatizar aún más sus procesos, tener un mayor control

sobre los cultivos y combinar sus herramientas agrícolas de manera más eficiente. (párr. 4)

La implementación de la Internet de las Cosas (IoT) en la industria alimentaria, ofrece una gama de beneficios, en términos de eficiencia, como señalaron los entrevistados, ya que es una herramienta que logró mejorar el control sobre los cultivos y optimizar el uso de herramientas agrícolas, mediante la aplicación estratégica de datos recopilados, lo cual evidencia la eficiencia en los procesos.

### **Unidad de Análisis 3: Oportunidades de mejora en la producción de alimentos agrícolas en Costa Rica.**

Esta tercera unidad de análisis hace referencia a las oportunidades de mejora en la producción de alimentos agrícolas en Costa Rica. Se ha indagado diferentes factores de la tecnología agrícola y sobre las oportunidades de mejora de la tecnología aplicada en la industria agrícola, específicamente, cómo es su empleo en el proceso productivo de Costa Rica.

La tercera unidad se clasificó en 4 categorías, según respuestas de los entrevistados.

1. Planes de inversión
2. Desafíos
3. Beneficios
4. Costos

Cada categoría será descrita con las frases expresadas por los entrevistados especialistas en tecnología aplicada a la agricultura. El análisis se realiza teóricamente con los aportes de los entrevistados.

## **Categoría 1: Planes de inversión.**

### **Descripción.**

Con la información brindada por los especialistas, se conformó la categoría número uno de la tercera unidad. Se les preguntó a los expertos cómo podría Costa Rica implementar tecnologías innovadoras en el sector agrícola. La población experta consultada dio diferentes criterios.

*“Costa Rica podría implementar programas de capacitación y educación para que los agricultores y profesionales del sector agrícola aprendan sobre las tecnologías innovadoras disponibles y cómo pueden beneficiar sus operaciones.” (Entrevistado 1).*

*“El gobierno podría ofrecer incentivos fiscales para aquellos que inviertan en tecnologías innovadoras para la agricultura, lo que podría estimular la adopción de estas tecnologías en el sector” (Entrevistado 2).*

*“Fomentar la colaboración entre el sector público y privado para desarrollar e implementar tecnologías agrícolas innovadoras, lo que podría facilitar el acceso a estas tecnologías para los agricultores.” (Entrevistado 3).*

*“El gobierno podría ofrecer subsidios o financiamiento a bajo interés para que los agricultores puedan adquirir y utilizar tecnologías innovadoras en sus operaciones agrícolas como lo ha hecho Corea del Sur.” (Entrevistado 4).*

*“Mejorar la infraestructura de tecnología de la información y comunicación en las zonas rurales para facilitar la implementación y uso de tecnologías agrícolas innovadoras.” (Entrevistado 5).*

*“Transicionando a la agricultura sostenible, teniendo un manejo preventivo de los problemas, realizando estudios de manejo alternativo a los problemas, etc.” (Entrevistado 6).*

*“Mayor inversión en la investigación agrícola, más oportunidades de desarrollo e instrumentos legales para que la producción agrícola siga los lineamientos internacionales de Fitosanidad.” (Entrevistado 7).*

*“Costa Rica ya está implementando tecnologías de Agricultura de precisión que son verdaderas innovaciones para para los productores pequeños y medianos, el Plan Nacional de ciencia, tecnología e innovación es el plan de acción para para el sector de 2022 al 2027 hay un área específica para innovación transformadora, hay acciones relacionadas con propiedad intelectual, hay acciones relacionadas con encadenamientos productivos, otras con financiamiento de la innovación, entonces ahí está como la hoja de ruta que el país se planteó.” (Entrevistado 8).*

### **Análisis.**

Según criterio de los entrevistados, la implementación de tecnologías innovadoras en el sector agrícola de Costa Rica, podría lograrse a través de diversos planes de inversión; estos incluyen programas de capacitación y educación para agricultores y profesionales agrícolas, incentivos fiscales para quienes inviertan en tecnologías innovadoras, y fomento de colaboración entre el sector público y privado para el desarrollo e implementación de estas tecnologías.

Además, los expertos sugieren que el gobierno ofrezca subsidios o financiamiento a bajo interés para la adquisición de tecnologías innovadoras; que mejore la infraestructura de tecnologías de la información y comunicación en zonas rurales, y aumente la inversión en investigación agrícola. Descubre (2023), menciona al respecto, lo siguiente: “La actividad agrícola y pecuaria se encuentran en un constante cambio y evolución, cada vez son más los

empresarios y empresarias que optan por la innovación y la tecnología como soluciones para transformar este sector en uno más sostenible, productivo y global.” (párr. 1)

Dicho esto, la implementación de tecnologías innovadoras en el sector agrícola de Costa Rica requiere un enfoque integral que abarque programas de capacitación, incentivos fiscales, colaboración público-privada, y mejora de la infraestructura tecnológica. Estas medidas no solo promoverían la adopción de tecnologías avanzadas en la agricultura, sino que, también, contribuirían a la sostenibilidad, a la productividad y a la competitividad del sector. Es fundamental que el gobierno y los actores relevantes, trabajen en conjunto para establecer políticas y programas que impulsen la innovación agrícola y aseguren un futuro próspero para la agricultura costarricense.

## **Categoría 2: Desafíos.**

### **Descripción.**

Según la información brindada por los especialistas, se conformó la categoría número dos de la tercera unidad; se les preguntó a los expertos sobre las condiciones por las cuales Costa Rica puede o no puede implementar granjas inteligentes en su territorio. La población consultada dio diversas opiniones que al respecto mencionamos.

*“Personalmente en este año yo he trabajado en Costa Rica, es muy difícil cambiar el pensamiento de las personas, además de que tiene muchas regulaciones para proteger el medio ambiente, es complicado aumentar el uso de tecnología cuando existe un pensamiento en el cual se cree que la tecnología va a reemplazar a los empleados o agricultores” (Entrevistado 1).*

*“Tenemos problema primero en que Costa Rica no tiene mucha tecnología para producir alimentos, es porque Costa Rica tiene un ambiente bueno y cultivable donde es apto para producir cualquier alimento sin mucho, pero Costa Rica no tiene una alta necesidad de usar tecnología, pero tampoco la implementan demasiado. Porque primero el gasto es*

*mucho, el segundo en Costa Rica no posee muchos expertos especializados.” (Entrevistado 2).*

*“Costa Rica podría implementar granjas inteligentes en su territorio si logra conciliar las regulaciones ambientales con la necesidad de adoptar tecnologías innovadoras en la agricultura. Esto requeriría un equilibrio entre la protección del medio ambiente y la búsqueda de mayores rendimientos y eficiencia en la producción de alimentos.” (Entrevistado 3).*

*“La implementación de granjas inteligentes en Costa Rica podría depender en gran medida de la disposición de los políticos y la sociedad en general para adoptar nuevas tecnologías. Si bien el país tiene el potencial y los recursos para implementar estas tecnologías, es necesario superar las barreras políticas y culturales que puedan existir” (Entrevistado 4).*

*“Podría verse obstaculizada por la falta de infraestructura tecnológica y de conocimientos especializados en el país. Se requerirían inversiones significativas en capacitación y desarrollo tecnológico para superar estos desafíos.” (Entrevistado 5).*

*“El bajo precio al que se le paga al productor. Al subir el costo de producción, no hay una rentabilidad que justifique esa implementación de tecnologías” (Entrevistado 6).*

*“Los costos de producción y cargas sociales son muy altas para lograr un proceso de transición hacia estas tecnologías, ya que los costos iniciales son bastante altos.” (Entrevistado 7).*

*“Hay alrededor de 90 implementadas y para tener un volumen mayor hay que trabajar en la conectividad. En reestructura para telecomunicaciones para tener un flujo adecuado de datos. El país ya tiene es este estos pilotos, lo bueno, ese tipo de proyectos es que pueden escalar. Entonces, si vemos en el futuro, digamos este a la luz de los estados de este proyecto. Que no ha terminado ahora, todavía está en curso. Pero sí, se pensase,*

*digamos, masificar el uso de estas tecnologías, que necesariamente hay que mejorar y robustecer de amplia estructura. (Entrevistado 8).*

### **Análisis.**

Según comentan los entrevistados, la implementación de granjas inteligentes en Costa Rica presenta diversos desafíos que deben abordarse con antelación para lograr éxito. Entre las dificultades mencionadas por los expertos se encuentran la resistencia al cambio y la percepción de que la tecnología podría reemplazar empleos en el sector agrícola. Además, la falta de tecnología disponible y de expertos especializados en el país, limita la adopción de tecnologías avanzadas en la agricultura.

Asimismo, se mencionan obstáculos relacionados con la falta de infraestructura tecnológica, los altos costos de producción y las cargas sociales; incluso, se habla sobre la necesidad de mejorar la conectividad para garantizar un flujo adecuado de datos, en el uso de tecnologías agrícolas avanzadas.

Cambronero (2023), considera que es el difícil panorama del sector agropecuario en Costa Rica; menciona que hay ciertas limitaciones en el sector agrícola para implementar este tipo de tecnologías:

La escasa investigación y desarrollo sobre técnicas de cultivo y buenas prácticas agrícolas, limita la capacidad de los agricultores para mejorar su producción y la calidad de sus productos. Según la Encuesta Nacional Agropecuaria 2021, el 48% de los productores agrícolas en Costa Rica indicaron que tienen poco o ningún acceso a tecnología para mejorar su producción. Además, el 43% señaló que necesitan más capacitación y asesoría técnica.

La carencia de infraestructura adecuada, como carreteras, sistemas de riego y almacenamiento de alimentos, puede limitar la capacidad de los agricultores

para transportar sus productos y mantener su calidad. Según el Índice de Competitividad Global 2019 del Foro Económico Mundial, Costa Rica ocupa el lugar 126 de 141 países en términos de calidad de su infraestructura. Esto puede limitar la capacidad de los productores agrícolas para transportar sus productos y mantener su calidad. (párr. 5)

Con respecto a los comentarios de los especialistas, indican que es necesario que Costa Rica realice inversiones significativas en capacitación y desarrollo tecnológico, que fomente la colaboración entre el sector público y privado, y promueva políticas que impulsen la adopción de tecnologías innovadoras en el sector agrícola, con el fin de superar estos desafíos o desatenciones tecnológicas y políticas del sector.

### **Categoría 3: Beneficios.**

#### **Descripción.**

Con la información brindada por los especialistas, se conformó la categoría número tres de la tercera unidad; en ella se les preguntó a los expertos sobre los impactos del sector agrícola costarricense, si obtiene un avance tecnológico en la producción de alimentos. Lo anterior se comenta en las siguientes respuestas:

*“Un avance tecnológico en la producción de alimentos en el sector agrícola costarricense podría tener un impacto en la eficiencia y la sostenibilidad de la producción. Con tecnologías como la agricultura de precisión y el uso de sensores, los agricultores podrían optimizar el uso de recursos como agua y fertilizantes, reduciendo así los costos de producción y el impacto ambiental.” (Entrevistado 1).*

*“Con una mayor eficiencia en la producción, Costa Rica podría aumentar su capacidad para satisfacer la demanda interna de alimentos, reduciendo así la dependencia*

*de las importaciones y garantizando un suministro estable de alimentos para la población” (Entrevistado 2).*

*“Generaría mejores condiciones de trabajo de los agricultores, reduciendo la necesidad de trabajo manual y aumentando la seguridad en el campo.” (Entrevistado 3).*

*“El garantizar la soberanía alimentaria por un lado y el segundo, el alcanzar una producción más sostenible, verded y más amigable con los recursos naturales. A nivel agrícola, a la hora de implementar tecnologías como agricultura de precisión tiene la ventaja de que incrementan la competitividad y la productividad. Entonces es menos tiempo que está el trabajador del campo en el campo, sino que los kits de sensores en tiempo real le van dando los insumos, entonces él solo se conecta a su equipo de cómputo, tal vez en otra etapa pueda incluso acoplarse con un dron y hacer un monitoreo aéreo” (Entrevistado 4).*

*“Se daría un impacto en la productividad, la competitividad y en la calidad de vida de las personas. Definitivamente se puede tener un impacto muy positivo, en la calidad de vida, incluso en la salud de las personas, por el tiempo que pasan expuestos muchos de estos productores tienen problemas de salud al sol en el campo por lo que las tecnologías tendrían un impacto en reducir ese tiempo y mejorar la calidad de vida” (Entrevistado 5).*

*“Certificaciones para exportación, mejores precios tanto en el mercado interno como externo, regeneración paulatina del ecosistema en las fincas.” (Entrevistado 6).*

*“Los principales beneficios sería el aumento de la competitividad en el mercado global de alimentos y producción alimenticia más sana” (Entrevistado 7).*

*“Un avance tecnológico en la producción de alimentos podría conducir a una mayor rentabilidad para los agricultores costarricenses.” (Entrevistado 8).*

## **Análisis.**

Desde la perspectiva de los expertos, un avance tecnológico en la producción de alimentos en el sector agrícola costarricense podría tener varios impactos y beneficios significativos. Entre estos beneficios se destacan la mejora en la eficiencia y sostenibilidad de la producción, gracias a tecnologías como la agricultura de precisión y el uso de sensores, que permitirían optimizar el uso de recursos como el agua y los fertilizantes; pues, reducen los costos de producción y el impacto ambiental.

Además, este avance tecnológico podría aumentar la capacidad de Costa Rica para mejorar los precios tanto en el mercado interno como externo, regenerar el ecosistema en las fincas, aumentar la competitividad en el mercado global de alimentos y obtener una producción alimenticia más sana, que reduzca la dependencia de las importaciones y garantice un suministro estable de alimentos para la población. También, se espera una mejora en las condiciones de trabajo de los agricultores, al reducir la necesidad de trabajo manual y aumentar la seguridad en el campo.

Siles (2022), considera que la agrotecnología le puede dar algunos beneficios a Costa Rica, y menciona los siguientes:

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, entre otros.

Y es que la automatización de procesos, la recolección de datos y el desarrollo de sistemas de agricultura de precisión, monitoreo y el manejo eficiente en las cadenas de producción, podrían hacer la diferencia entre una mala cosecha y obtener utilidades. (párr. 2)

Un avance tecnológico en la producción de alimentos en Costa Rica, tendría el potencial de mejorar significativamente la eficiencia, sostenibilidad y calidad de vida en el sector agrícola; incluso, esto podría aumentar la competitividad en el mercado global de alimentos, lo cual es una gran oportunidad para la economía costarricense.

#### **Categoría 4: Costos.**

##### **Descripción.**

Con la información brindada por los especialistas, se conformó la categoría número cuatro de la tercera unidad; esta consultó a los expertos sobre los principales costos que Costa Rica tendría que cubrir para lograr una producción optimizada de alimentos, utilizando tecnología innovadora. La población consultada comentó lo siguiente:

*“Sí serían varios niveles realmente porque es ese tipo de tecnologías requieren de condiciones habilitadoras para para funcionar adecuadamente. Entonces, el primer componente es formar el capacitar a los usuarios de las tecnologías y esto hace a Costa Rica tener una desventaja. Lo que podemos tomar una ventaja eventualmente es que el país realmente cuando hay que usar una tecnología generalmente como estas lo que hace es un proceso de adopción tecnológica, o sea, de adoptar la tecnología que fue desarrollada en otros países, entonces esos procesos de adopción tecnológica. Yo diría uno de los principales costos es el proceso de adopción tecnológica.” (Entrevistado 1).*

*“La inversión en la formación y capacitación de expertos especializados en diferentes áreas agrícolas. Esto implicaría la contratación y el entrenamiento de profesionales en agronomía, tecnología de la información, ingeniería agrícola y otras disciplinas relevantes para asegurar el éxito de la implementación tecnológica en el sector agrícola” (Entrevistado 2).*

*“Inversión inicial de la infraestructura que requiere. Capacitación a todo el sector para implementarlas” (Entrevistado 3).*

*“Utilización de equipo de última tecnología, capacitación y modificación de algunos procesos de producción.” (Entrevistado 4).*

*“Tener un marco de capacitación porque los usuarios de estas tecnologías como parte muchas veces requieren de entrenamiento, es un poco como de alfabetización digital, por un lado. Pero sí va por esa esfera de la capacitación y de la generación de capacidades. Definitivamente se requiere apoyo de del estado, no todos los pueden implementar por su parte” (Entrevistado 5).*

*“Costa Rica tendría que dedicar recursos financieros a la investigación y desarrollo continuo en el campo de la agricultura tecnológica. Esto incluiría la financiación de programas de investigación y colaboración entre instituciones académicas, empresas privadas y el gobierno para fomentar la innovación y el avance en el sector agrícola del país.” (Entrevistado 6).*

*“Destaca la adquisición y desarrollo de software y hardware especializado para las necesidades específicas del sector agrícola, es decir, la inversión en el diseño y la personalización de sistemas de gestión agrícola, software de monitoreo y control, así como la compra de equipos y dispositivos tecnológicos necesarios para su implementación” (Entrevistado 7).*

*“La realización de estudios de viabilidad y muchas más pruebas piloto impulsadas por el gobierno, así como la obtención de licencias y permisos necesarios para la implementación de nuevas tecnologías agrícolas en el país.” (Entrevistado 8).*

## **Análisis.**

Los expertos señalan que la implementación de tecnologías innovadoras en la producción agrícola de Costa Rica, conlleva costos de todo tipo. Destacan los costos de adopción tecnológica, que implica capacitar a los usuarios del sector agropecuario para que

puedan utilizar adecuadamente estas tecnologías. También, se destaca la inversión inicial en infraestructura necesaria, así como el equipo de última tecnología; esto requiere inversión en la adquisición y modificación de procesos de producción. También, mencionan que Costa Rica debería destinar recursos financieros a la investigación y al desarrollo continuo en el campo de la agricultura tecnológica.

Cambronero (2023), hace el desglose de costos de inversión para el sector agroindustrial, de la siguiente manera:

Altos costos en la producción: según datos del Banco Central de Costa Rica, el valor de las exportaciones agroindustriales del país disminuyó en un 4,3% en 2020 en comparación con el año anterior. Lo anterior puede tener varias razones, entre las que destacan:

- Los costos de los insumos agrícolas, como los fertilizantes, pesticidas, semillas y maquinaria, que son necesarios para la producción agrícola representan un costo importante.
- Infraestructura: Los costos de transporte y almacenamiento de los productos agrícolas también pueden ser altos debido a la falta de infraestructura adecuada en algunas zonas del país. Por ejemplo, tener carreteras en mal estado, lo que aumenta los costos de transporte.
- Tecnología: La tecnología agrícola puede ayudar a reducir los costos de producción y aumentar la eficiencia. Sin embargo, la adopción de tecnología puede ser costosa, especialmente para los productores más pequeños que no tienen los recursos para invertir en tecnología avanzada. (párr. 10)

De acuerdo con la información brindada por los expertos, una implementación exitosa de tecnologías innovadoras en la producción de alimentos en Costa Rica, requiere una inversión sumamente grande en formación, capacitación, infraestructura, investigación y

desarrollo, así como en adquisición de software y hardware especializados. Además, se deben realizar estudios de viabilidad y pruebas piloto para evaluar su efectividad y obtener los permisos necesarios.

### **Interpretación de los Datos**

Con base en los datos revelados por los especialistas, Corea del Sur cuenta con una variedad muy alta de tipos de tecnología, lo que los ha llevado a revolucionar y transformar los procesos tradicionales de cultivo; esto ha puesto en evidencia los beneficios que obtiene el país por los numerosos avances; pues, este gremio productivo ha mejorado la eficiencia, la productividad y la sostenibilidad del sector.

Se logró determinar y analizar los tipos de tecnologías aplicadas en la agricultura coreana, por medio de la información brindada. Se destaca la agricultura de precisión, la cual funciona con la recolección de datos obtenidos por satélites, sensores y sistemas de información geográfica, con el fin de mejorar la administración y el uso de recursos como agua, fertilizantes y pesticidas.

Otro avance tecnológico importante en Corea del Sur, es la automatización de los procesos agrícolas, que incluye todo tipo de tecnologías como el uso de robots y maquinaria inteligente para tareas como la siembra, el riego y la cosecha. Los sistemas automatizados aumentan la eficiencia y reducen los costos laborales; además, también, han mejorado la calidad y uniformidad de los cultivos.

Se reconoce que Corea del Sur se ha participado activamente por medio de esfuerzos y colaboración constante entre el sector público y privado, para incrementar el desarrollo de tecnologías agrícolas; esto le ha permitido agilizar el acceso de los agricultores a estas tecnologías. El gobierno surcoreano entregó incentivos fiscales y financiamiento para los interesados en invertir en tecnología dirigida a agricultura, como son las grandes empresas; lo que ha estimulado aún más la adopción de tecnología en el sector.

La gran experiencia e historia de Corea del Sur en la implementación de tecnologías agrícolas innovadoras, resalta el valor de las inversiones en investigación y desarrollo, las alianzas entre los sectores público y privado, y los incentivos financieros para potenciar la adopción de tecnología en la agricultura. Dichas acciones han aportado al éxito de Corea del Sur en la modernización y el desarrollo sostenible de su sector agrícola.

Por otra parte, al analizar todas las respuestas de los expertos, se puede destacar múltiples temas que deben de ser conversados dentro del sector agrícola en Costa Rica. Los datos recopilados, según información de los expertos, hacen una visualización completa de los desafíos y oportunidades asociados con la implementación de tecnologías innovadoras en la producción agrícola de Costa Rica. En primer lugar, queda claro que existe una necesidad de cambio en la mentalidad y adaptación a las regulaciones ambientales para que las nuevas tecnologías sean aceptadas y adoptadas por los agricultores costarricenses.

Adicionalmente, se logró mostrar que la adopción de tecnología debe de atravesar una serie de inversiones, desde la capacitación de los agricultores hasta la adquisición de infraestructura y equipos de última generación. La formación y capacitación de expertos juega un rol sumamente importante para crear profesionales especializados en diferentes áreas agrícolas; también, esto es esencial para garantizar el éxito de la implementación tecnológica.

Los datos muestran que, si bien la implementación de tecnologías innovadoras en la producción agrícola de Costa Rica, presenta desafíos y costos significativos, también trae consigo grandes beneficios potenciales que pueden contribuir a la modernización y al desarrollo sostenible del sector agrícola del país.

Con respecto a los beneficios potenciales, se identifican mejoras en la eficiencia y sostenibilidad de la producción agrícola, así como la posibilidad de aumentar la capacidad para satisfacer la demanda interna de alimentos y reducir la dependencia de las

importaciones. Además, se menciona la generación de mejores condiciones de trabajo para los agricultores y una mayor competitividad en el mercado global de alimentos.

Estos ejemplos pueden servir como referencia en Costa Rica, para impulsar la adopción de tecnologías innovadoras en el sector agrícola. Es importante que se promueva e impulse la capacitación y formación de agricultores en el uso de estas tecnologías, así como la inversión en infraestructura y equipos necesarios. Además, se deben establecer políticas y regulaciones que fomenten la adopción de tecnologías sostenibles y respetuosas con el medio ambiente.

De acuerdo con la información brindada y el análisis previamente mencionado, se logra comprender que el tema investigado refleja una oportunidad de mejora para impulsar la agricultura en Costa Rica y que, la experiencia de Corea del Sur en la implementación de tecnologías agrícolas innovadoras, ofrece lecciones valiosas para Costa Rica. Se debe superar los desafíos y aprovechar las oportunidades; la adopción de tecnologías innovadoras podría impulsar la modernización y el desarrollo sostenible del sector agrícola en este país.

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **Conclusiones**

Se concluye que Corea del Sur utiliza una gran variedad de tecnologías para la producción de alimentos, las cuales todas engloban el mismo objetivo de automatizar los procesos de la producción agrícola; dichas tecnologías se ven claramente reflejadas en la disminución de la mano de obra en el campo; disminuye los errores en los procesos, el tiempo de producción, el tiempo para la toma de decisiones; se ahorra tiempo de supervisión de cultivos y uso de agroquímicos; todos estos factores influyen en la cadena de procedimientos, lo que genera mejores resultados en tiempo y costos.

Se concluye que Corea del Sur tiene un enfoque tecnológico detallado en el manejo y control de condiciones que afectan el cultivo, como es el ambiente, los recursos e insumos que son indispensables en la producción de alimentos; esto se logra porque el área de cultivo llega a ser completamente gestionada por tecnología precisa, asimismo, funciona como un gran soporte para que el agricultor se encuentre todo el tiempo informado del estado de diferentes aspectos naturales como la irrigación, suelos, temperatura, luz, humedad y, perfectamente, puede combinar los aspectos artificiales como la cantidad de agroquímicos, creando granjas inteligentes con datos reales y actuales.

Se concluye que la innovación constante de la tecnología agrícola, es lo que hace única la agricultura surcoreana; por esta razón, el país coreano es capaz de obtener el título mundialmente y continúa siendo líder en tecnología. Ellos tienen habilidad para mantenerse actualizados en la información y proveen insumos tecnológicos a los expertos que ellos crearon dentro de su región; también, la inversión en investigación que hace el estado, es fundamental para el avance de los agricultores, múltiples proyectos de innovación con respecto a la infraestructura; todos los temas mencionados logran un conjunto de factores favorables para la innovación óptima, a lo largo de los años.

La continua investigación que realiza Corea del Sur la ubica con gran ventaja como potencia en tecnología, ya que al mantenerse informados y actualizados obtienen muchas más herramientas para resolver las problemáticas relacionadas con la agricultura, como sucede con el suelo infértil del país; de esta manera, logran identificar las áreas de mejora en los procedimientos agrícolas, afinando sus conocimientos al mismo tiempo que los expertos nativos.

Se concluye que el potencial de la implementación de tecnologías innovadoras para la producción de alimentos, es sumamente beneficioso para Costa Rica, ya que existe una gran oportunidad de resolver problemáticas actuales como el uso excesivo de agroquímicos, la dependencia de importación de alimentos y la falta de eficiencia en el proceso productivo; de esta manera, Costa Rica podría llegar a tener un futuro agrícola promisorio en la contribución de la sostenibilidad de los principales alimentos básicos, de la mano de una eficiencia tecnología moderna y potenciada.

Se concluye que la eficacia en la agricultura, evidencia el verdadero potencial de la tecnología aplicada, ya que, si se emplea la tecnología agrícola de manera correcta, el país es capaz de potenciar el apoyo a los agricultores, con el fin de alcanzar los resultados esperados en cantidad y calidad de la producción agropecuaria.

Se concluye que la tecnología aplicada a la agricultura se puede ver como un sinónimo de optimización de los procesos, porque se ha evidenciado que se puede obtener un aumento significativo en la productividad y en la sostenibilidad agrícola; es decir, la tecnología siempre busca dosificar el uso de herramientas tecnológicas y mejorar la producción agrícola; aunque, las condiciones de Costa Rica sean muy diferentes a las de Corea del Sur, igualmente, la tecnología tiene la capacidad de optimizar los cultivos en conjunto con los avances tecnológicos, sin importar las condiciones de ambos países.

Se concluye que el potencial de la tecnología agrícola, también, radica en el buen monitoreo y control de todos los factores que influyen en el paso a paso de los cultivos; esto se destaca, ya que al combinar los recursos e insumos de Costa Rica con tecnología avanzada

se podrá obtener un mayor estudio de los cultivos, con el propósito de conocer cómo estos pueden ser mejorados en términos de producción, sostenibilidad y calidad; es decir, que al monitorear y controlar los cultivos con mayor precisión, los agricultores logran familiarizarse mucho más con el cultivo y se benefician, ajustando sus prácticas de cultivo para obtener mejores resultados.

Se concluye que la inversión en tecnología agrícola en Costa Rica, es muy importante; esto con el fin de crear proyectos, en los cuales los agricultores se vean transaccionando a la tecnología agricultura. Es crucial que el Gobierno invierta en infraestructura, facilite la información a los especialistas para capacitar profesionales más avanzados y realizar investigaciones dedicadas al tema de producción agrícola, con la idea de que los productores utilicen correctamente la tecnología de avanzada en la producción de alta calidad.

Se concluye que utilizar oportuna e inteligentemente la tecnología agrícola, significa una oportunidad de mejorar la producción y calidad de la agricultura en Costa Rica. Cabe destacar que sí existen proyectos de inversión en agricultura, pero solo es el comienzo. Se necesitan programas de investigación revolucionarios en proyectos de agricultura que sean activos constantemente. Según la información recopilada, hay varios proyectos que no actualizan sus avances en años; por esta razón, es necesario realizar reportes de los avances públicos para que la información llegue a la mayoría de los agricultores y expertos, con el fin de promover el interés de los agricultores en desarrollar estos proyectos.

Costa Rica posee grandes desafíos para lograr implementar tecnología en la agricultura; quizás, haya áreas de mejora como la falta de especialistas, la falta de infraestructura, la falta de inversión, la resistencia al cambio y la necesidad de adaptar las regulaciones ambientales y agrícolas para alentar la adopción de tecnologías innovadoras.

Se concluye que los costos en implementación de tecnología agrícola moderna, es uno de los desafíos más grandes, ya que, el país tendría que recurrir a un desembolso de recursos financieros muy significativo para impulsar los proyectos de capacitación,

infraestructura e investigación, y, erogaciones de esta magnitud son sumamente complejas de ser aprobadas y avaladas por el gobierno.

Con base en la pregunta del problema de investigación, se concluye que las tecnologías innovadoras para la producción de alimentos desde Corea del Sur, son dedicadas a la automatización y control de los recursos e insumos, conociendo su entorno a gran cabalidad, como lo llevan a cabo las granjas inteligentes formadas por tecnologías como IoT, Big Data, TIC y Machine learning, Inteligencia Artificial, Imágenes Satelitales.

### **Recomendaciones**

Se recomienda al Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA), realizar campañas de educación y concientización sobre los beneficios de la tecnología aplicada a la agricultura, así como el impacto positivo en la producción de alimentos, el medio ambiente y la economía; este tipo de estrategias, permiten conectar con más agricultores en Costa Rica y se les puede brindar información con más facilidad, no solo a los expertos, sino, también, a los agricultores tradicionales.

Se recomienda al Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA), crear alianzas con la Embajada de Costa Rica en Corea del Sur para el intercambio de conocimiento entre especialistas e investigadores desde Corea del Sur hasta Costa Rica por medio de la Plataforma de Tecnología, Información y Comunicación Agropecuaria y Rural (PLATICAR); de esta manera, se puede aprender a optimizar mejor los procesos en Corea, de una forma más personalizada y detallada.

Se recomienda al Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA), recopilar datos reales y actuales para respaldar la necesidad de invertir en la infraestructura, capacitar al sector agrícola e investigar la tecnología aplicada en agricultura, con el objetivo de asignar financiamiento a los proyectos productivos, dirigidos hacia una agricultura de avanzada en tecnología.

Se recomienda al Ministerio de Ciencia, Innovación, Tecnología y Telecomunicaciones (MICITT), desarrollar a profundidad un área dentro del Plan Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación 2022-2027, dedicada a la evolución del desarrollo de tecnologías de monitoreo ambiental y de la biodiversidad costarricense con respecto a la agricultura para fortalecer las áreas de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i); esto, con el propósito de facilitar la información a los especialistas.

Se recomienda a la Embajada de Corea facilitar el contacto al Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), con expertos surcoreanos en la implementación de tecnología en la agricultura dentro de Corea del Sur; de esta manera, se puede lograr una alianza donde especialistas compartan sus experiencias y conocimientos con Costa Rica, por medio de capacitaciones, charlas y/o exposiciones.

Se recomienda al Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), promover investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) sobre el uso de tecnologías agrícolas utilizadas en Corea del Sur que fomenten en Costa Rica, prácticas sostenibles y respetuosas con el medio ambiente, cuyo objetivo es que los agricultores conozcan más sobre las tecnologías agrícolas.

Se recomienda al Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), promover la optimización de la infraestructura agrícola dentro de las áreas rurales para que los agricultores puedan obtener más fácilmente la información y así extender el acceso a las tecnologías que sean más adecuadas al territorio y a sus necesidades.

Se recomienda al Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), mejorar los sistemas de monitoreo y evaluación para medir el impacto de las tecnologías agrícolas implementadas y realizar ajustes, según sea necesario para mejorar su eficacia y sostenibilidad, como es el caso del proyecto “Apalancamiento de las tecnologías para apoyar al Gobierno de Costa Rica con el desarrollo de invernaderos climáticamente inteligentes”.

Se recomienda a los productores agrícolas a mantenerse informados sobre los avances en las tecnologías aplicadas a la agricultura y a la información brindada por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), con respecto a este tema; así, los profesionales pueden tener mayor ventaja con el uso de los conocimientos obtenidos al mantenerse actualizados.

Se recomienda a los productores agrícolas una evaluación constante a las prácticas agrícolas para identificar áreas de mejora en los cultivos, con el objetivo de ser capaces de adaptarse a los cambios en la tecnología agrícola; esto, con el fin de tener mejor visibilidad sobre el progreso y desarrollo de los cultivos, lo cual les permite tener mejor criterio a la hora de tomar decisiones rápidas.

## **CAPÍTULO VI**

### **PROPUESTA**

Este capítulo tiene como propósito presentar una propuesta con el objetivo de fortalecer la promoción y el impulso en cuanto a la innovación tecnológica para el sector agrícola de Costa Rica, tomando como referencia las prácticas exitosas de otros países, como las expectativas de la participación de Corea del Sur, por medio del INTA. Dicho esto, se desea crear un programa para la transferencia y adaptación de tecnología que conecte a Costa Rica de manera internacional, con el sistema de producción agrícola de Corea del Sur.

#### **Objetivos**

##### **Objetivo general.**

Crear un programa para la transferencia y adaptación de tecnología que conecte a Costa Rica de manera internacional, por medio del Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria.

##### **Objetivos específicos:**

Definir espacios para el intercambio de conocimientos e información entre especialistas de Costa Rica y Corea del Sur.

Determinar prácticas implementadas por Corea del Sur para el fortalecimiento de la promoción e impulso de la tecnología agrícola costarricense.

#### **Propuesta**

Costa Rica se encuentra en un proceso complejo de cambios, conforme a la agricultura combinada con múltiples compromisos para ser un país con una conciencia ambiental fuerte; por esta razón, antes de proceder a adoptar una modernización de la

agricultura, es necesario obtener bases certeras y previamente estudiadas; todo con el fin de que la transición a la agricultura tecnológica sea óptima, de acuerdo con la visión de Costa Rica como país y exitosa en términos de necesidades económicas.

Como se mencionó anteriormente, para poder tener la oportunidad de que Costa Rica crezca dentro del ámbito tecnológico se deben de llevar a cabo muchos pasos antes de poder implementar la tecnología más avanzada, uno de ellos es la investigación para poder conocer lo que Costa Rica busca y poder comprender cuáles tecnologías son las más convenientes; se necesita el apoyo de entidades que promuevan e impulsen las ideas innovadoras dentro del sector agropecuario, para que este proyecto llegue a ser una realidad en Costa Rica.

Además, para facilitar la información a los agricultores y especialistas, se desea crear un programa para la transferencia y adaptación de tecnología que conecte a Costa Rica de manera internacional, por medio del Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria, el cual ya tiene experiencia, en el intercambio de conocimientos internacionales. Al respecto, el Ministerio de Agricultura y Ganadería (2023), menciona que: “El Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA) tiene como objetivo contribuir al mejoramiento y sostenibilidad del Sector Agropecuario por medio de la generación, innovación, validación, investigación y difusión de tecnología en beneficio de la sociedad costarricense” (p. 14).

Se tomarán en cuenta las estrategias y acciones clave implementadas por diferentes países; en este caso, como plan piloto se desea llevar a cabo con Corea del Sur; es importante identificar aquellas estrategias que podrían adaptarse a la realidad y condiciones actuales del territorio costarricense. Se desea explorar áreas como el desarrollo de tecnologías agrícolas avanzadas, la promoción de la investigación y el desarrollo, la capacitación, con el fin de identificar las mejores prácticas que puedan ser adaptadas a Costa Rica.

De acuerdo con lo anterior, conviene seleccionar e investigar aquellas tecnologías que podrían adaptarse a la realidad costarricense y que puedan ser implementadas por el INTA, con el propósito de fortalecer la promoción y el impulso de la innovación en

tecnología agrícola; este permitiría darles un espacio a los futuros especialistas en agrotecnología, donde tengan la oportunidad de adquirir información.

Primeramente, se requiere establecer espacios donde se pueda dar un intercambio óptimo de conocimientos e información entre países; programar conferencias, seminarios o talleres donde se facilite el dialogo y la evacuación de preguntas; por estos medios, se puede reunir a los expertos de Corea para compartir información relevante con especialistas de Costa Rica, para facilitar el intercambio de conocimientos y formar expertos en el país.

Seguidamente, es necesario llevar a cabo un estudio después de las conferencias donde se detallen las prácticas en las cuales Costa Rica se vea más interesado por sus condiciones agrícolas, ya que, claramente, las condiciones climáticas y geográficas de Costa Rica no son las mismas que las de Corea del Sur. Por ello, es importante promover el estudio no solo de las tecnologías, también, conviene hacer el estudio profundo de las necesidades del país, con la idea de encontrar las opciones óptimas para la implementación de tecnología.

Como segundo espacio de intercambio de información, es importante llevar a cabo charlas de intercambio entre agricultores y técnicos costarricenses, con la finalidad de conocer, de primera mano, las prácticas tecnológicas aplicadas a la agricultura en Corea del Sur; esto es con el fin de expandir el conocimiento adquirido en las conferencias internacionales.

Se busca crear una cadena de conocimiento para brindar la información necesaria y poder seleccionar las tecnologías que mejor se acoplen al entorno costarricense. A la hora de poner en práctica los conocimientos, se va a crear un proceso de selección de agricultores y técnicos, que permitan evaluar la viabilidad y efectividad del proyecto en el contexto costarricense; los encargados se dedican al monitoreo y evaluación de los resultados de implementación de planes piloto, con la participación de agricultores.

Además, se les extenderán invitaciones a los expertos de Corea del Sur para que se realicen visitas de campo a las fincas e instalaciones, en las cuales se realicen los planes

piloto y así se puede obtener un tercer espacio de conocimientos; entonces, se abre un espacio para recibir retroalimentación por parte de especialistas en tiempo real y para poder conocer perspectivas diferentes a las que los agricultores costarricenses están acostumbrados.

Las diferentes acciones mencionadas significan una gran oportunidad para llevar a cabo la investigación y análisis de las prácticas implementadas por Corea del Sur para fortalecer la promoción e impulso de la tecnología en el sector agrícola; por esta razón, es necesario estudiar casos de éxito y estrategias que hayan influido en el proceso de adaptación.

Es necesario determinar prácticas implementadas por Corea del Sur para el fortalecimiento de la promoción e impulso de la tecnología agrícola; esto se puede realizar por medio de la creación de una página web, donde se enliste la información del programa y los puntos destacados de cada conferencia; además, se puede tomar como referencia la página web de Ministerio de Agricultura, Alimentación y Asuntos Rurales de Corea del Sur (MAFRA), el cual da visibilidad a la población de los planes que están llevando a cabo de una manera sencilla y sumamente ordenada.

Por medio de la página web se difunde la información de las conferencias para que pueda llegar a muchos más agricultores y expertos en tecnología; además, se muestran los resultados de los eventos, se promueve la adopción de las tecnologías seleccionadas por los expertos y la mejora de los procedimientos agrícolas, utilizando tecnología.

La promoción e impulso de la innovación en tecnología agrícola en Costa Rica, es de suma importancia para garantizar la sostenibilidad y competitividad del sector agrícola en el país. A través de este programa de transferencia y adaptación de tecnología, se busca aprovechar las experiencias y conocimientos de países líderes en este campo, como Corea del Sur, con las expectativas de impulsar el desarrollo agrícola en Costa Rica y mejorar la calidad de vida de los agricultores costarricenses.

## Bibliografía

Amazon Web Services. (2023). ¿Qué es IoT (Internet de las cosas)? ¿Qué es el Internet de las cosas (IoT)? <https://aws.amazon.com/es/what-is/iot/>

Amazon Web Services. (2023). ¿Qué es la inteligencia artificial (IA)? ¿Qué es la inteligencia artificial? <https://aws.amazon.com/es/what-is/iot/>

Araya, D. (2020). Conclusión. *Diagnóstico de pérdida de un producto agroindustrial hortofrutícola en un estudio de caso bajo el marco del programa de abastecimiento institucional del CNP de San Carlos.* <https://repositorio.utn.ac.cr/server/api/core/bitstreams/8f5d9ed1-c2e4-49e6-a80e-62bb4cf49e9d/content>

Arce, D. (2019). Conclusión. *Evaluación del efecto biopreservante de la bacteria Lactobacillus curvatus B-LC-48 en el queso fresco.* <https://repositorio.utn.ac.cr/server/api/core/bitstreams/6b9e518a-5109-432c-beda-95380a3fa866/content>

Arcia, J. (2020). Consideraciones finales. *De la agricultura precisa a la agricultura de precisión.* <https://www.redalyc.org/journal/5862/586264607009/html/>

Badische Anilin- y Sodafabrik. (2022). ¿Qué es la Agricultura 4.0? ¿Quieres saber más sobre la agricultura 4.0? <https://agriculture.basf.com/mx/es/contenidos-de-agricultura/digitalizacion-agricultura-4-0.html#:~:text=Llamamos%20Agricultura%204.0%20a%20un,m%C3%A1s%20r%C3%A1pido%20econ%C3%B3mico%20y%20sostenible.>

Badische Anilin- y Sodafabrik. (2022). Agricultura de precisión. 7 aplicaciones de agricultura de precisión. <https://agriculture.basf.com/co/es/contenidos-de-agricultura/digitalizacion-agricultura-precision.html>

Badische Anilin- y Sodafabrik. (2022). Beneficios del Internet de las cosas en la agricultura. ¿Qué le permite al internet de la cosa en la agricultura? <https://agriculture.basf.com/cl/es/contenidos-de-agricultura/digitalizacion-iot.html#:~:text=El%20IoT%20en%20la%20agricultura%20permite%20conectar%20diferentes%20dispositivos%20para,rastrear%20cualquier%20tipo%20de%20anomal%C3%Aa> Da.

Brenes, et al. (2020). Introducción. *Sistemas de apoyo a la toma de decisiones que usan inteligencia artificial en la agricultura de precisión: un mapeo sistemático de literatura, la realiza para la Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Información*. [https://kerwa.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/81549/Brenes%2c%20Martinez%2c%20Quesada%20y%20Jenkins%20-%20RISTI\\_E28.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://kerwa.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/81549/Brenes%2c%20Martinez%2c%20Quesada%20y%20Jenkins%20-%20RISTI_E28.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Cambronero, K. (2023). La lucha del sector agropecuario debe ser de todos. Delfino. <https://delfino.cr/2023/03/la-lucha-del-sector-agropecuario-debe-ser-de-todos>

Castillo, J. y Romero, K. (2020). Problemática del cultivo de tomate en Nicaragua. *Rendimiento de fruto de cuatro híbridos de tomate (Solanum lycopersicum L.) en condiciones de casa malla en la comunidad Las Delicias, Darío, Matagalpa, 2019*. <https://repositorio.una.edu.ni/4089/1/tnf01c352r.pdf>

Dávila, L (2020). Granjas Inteligentes germinan en estaciones del metro en Seúl. Korea.net. <https://spanish.korea.net/NewsFocus/HonoraryReporters/view?articleId=188078>

Departamento de Tecnología del Instituto de Enseñanza Secundaria del Gobierno de Canarias. (2019). El proceso tecnológico. *Tema 1: EL PROCESO TECNOLÓGICO*. <https://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/ecoblog/dtrugar/files/2019/09/01-el-proceso-tecnologico.pdf>

Descubre. (2023). Conozca cómo evoluciona el sector agropecuario. Descubre.  
<https://www.descubre.cr/agrotransformacion/>

Diario CR. (2022). Qué es la erosión. Día internacional de la conservación del suelo: el impacto de la erosión. <https://adiariocr.com/ambiente/dia-internacional-de-la-conservacion-del-suelo-el-impacto-de-la-erosion/>

Dirección de Cambio Climático; Ministerio de Ambiente y Energía. (2022). Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático de Costa Rica, 2022 - 2026. San José, Costa Rica.  
[https://cambioclimatico.go.cr/wp-content/uploads/2022/04/NAP\\_Documento-2022-2026\\_VC.pdf](https://cambioclimatico.go.cr/wp-content/uploads/2022/04/NAP_Documento-2022-2026_VC.pdf)

El Mundo CR. (2024). Drones de última tecnología beneficiarán a 3 mil productores del país.  
<https://elmundo.cr/costa-rica/drones-de-ultima-tecnologia-beneficiaran-a-3-mil-productores-del-pais/>

Elizondo, V. (2019). Conclusión. *Comparación de herramientas de evaluación de buenas prácticas de producción porcina, la realiza para la Universidad de Costa Rica.*  
<https://repo.sibdi.ucr.ac.cr/bitstream/123456789/18531/1/45789.pdf>

Fernández, J. (2023). ¿Qué son las TICs y por qué son importantes? *Southern New Hampshire University.* <https://es.snhu.edu/noticias/que-son-las-tics-y-por-que-son-importantes>

Fernández, T. y Kozmann, A. (2020). Conclusión. *Ciencia y Tecnología Aplicada la realiza para la Instituto Tecnológico de Costa Rica.*  
[file:///C:/Users/valer/Downloads/Ciencia\\_y\\_Tecnolog%C3%ADa\\_aplicada.\\_El\\_TEC\\_marcando\\_tendencias...Agenda\\_2030%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/valer/Downloads/Ciencia_y_Tecnolog%C3%ADa_aplicada._El_TEC_marcando_tendencias...Agenda_2030%20(1).pdf)

Fisher, et al. (2021). Conclusiones. *Ventaja competitiva: dispositivo para la cooperación en el desarrollo agrícola de México-Corea del Sur.*  
<http://www.portesasiapacifico.com.mx/revistas/epocaiii/numero30/2.pdf>

Fondo Fiduciario de Donantes Único Corea-BCIE. (2024). Acerca del KTF. El BCIE, Puente entre la República de Corea y Centroamérica. <https://ktf.bcie.org/>

García, G. (2022). Tecnología de los drones: ventajas y beneficios que ofrecen. Drones en la agricultura, aliados de los pequeños agricultores. <https://thefoodtech.com/seguridad-alimentaria/drones-en-la-agricultura-aliados-de-los-pequenos-agricultores/>

Gómez, R. (2021). Corea del Sur, líder mundial en innovación. Korea.net. <https://spanish.korea.net/NewsFocus/HonoraryReporters/view?articleId=203616>

Hagen, C. (2021). Tecnología agrícola en la República de Corea. Periodistas ciudadanos. [https://overseas.mofa.go.kr/no-en/brd/m\\_21237/view.do?seq=114](https://overseas.mofa.go.kr/no-en/brd/m_21237/view.do?seq=114)

Iniciativa Ciudadana para el Control del Sistema de Inteligencia de Argentina. (2022). ¿Cuáles son las ventajas de las granjas inteligentes? Granjas inteligentes: innovación en el sector agropecuario. [https://iccsi.com.ar/granjas-inteligentes/#ventajas\\_de\\_las\\_granjas\\_inteligentes](https://iccsi.com.ar/granjas-inteligentes/#ventajas_de_las_granjas_inteligentes)

Innova IT Business School. (2023). ¿Qué es la Agricultura 4.0? Cómo la Agricultura 4.0 puede mejorar la seguridad alimentaria. <https://eniit.es/agricultura-4-0-puede-mejorar-la-seguridad-alimentaria/#:~:text=En%20ocasiones%20se%20suele%20confundir,el%20rendimiento%20de%20la%20agricultura.>

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. (2023). La Agricultura de precisión, Agricultura inteligente o Agricultura 4.0. <https://bio-emprender.iica.int/iica-tools/la-agricultura-de-precision-agricultura-inteligente-o-agricultura-4-0/#:~:text=La%20Agricultura%20de%20Precisi%C3%B3n%20Agricultura%20Inteligente%20o%20Agricultura%204.0%20se,cultivos%20y%20la%20calidad%20ambiental>

- Itriago, D. y Pacheco, J. (2022). Costo económico y fiscal del uso de plaguicidas en Costa Rica. PNUD. <https://impactoplaguicidas.cr/wp-content/uploads/2022/04/Reporte-Impacto-fiscal-y-econoimico-VF-mayo-12.pdf>
- Ivanchuk, N. (2022). ¿Cuál Es El Impacto Del Cambio Climático En La Agricultura? EOS Data Analytics. <https://eos.com/es/blog/cambio-climatico-y-agricultura/>
- Jusino, A. (2021). Conclusión. El desarrollo y crecimiento tecnológico de Corea de Sur. <https://www.coursesidekick.com/arts-humanities/2527229>
- Línea Data Scan. (2022). Tecnología para optimizar la precisión en la agricultura. <https://www.lineadatascan.com/wikilinea/tecnologia-para-optimizar-la-precision-en-la-agricultura/>
- Macías, N. et al. (2022). Conclusiones. *La tecnología en la producción de las pymes agrícolas de Portoviejo*. <https://www.redalyc.org/journal/5885/588571220008/html/>
- Ministerio de Agricultura, Naturaleza y Calidad de los Alimentos de Países Bajos. (2022). El Gobierno de Corea del Sur fomenta los jóvenes agricultores y la agricultura inteligente. <https://www.agroberichtenbuitenland.nl/actueel/nieuws/2022/10/19/south-korean-government-encouraging-young-farmers-and-smart-agriculture>
- Ministerio de Tierra, Infraestructuras y Transportes. (2020). La erosión del suelo. El Atlas Nacional de Corea. [http://nationalatlas.ngii.go.kr/pages/page\\_2307.php](http://nationalatlas.ngii.go.kr/pages/page_2307.php)
- Ministerio de Tierra, Infraestructuras y Transportes. (2022). Cambio climático. El Atlas Nacional de Corea. [http://nationalatlas.ngii.go.kr/pages/page\\_2906.php](http://nationalatlas.ngii.go.kr/pages/page_2906.php)
- Monge, D. (2023). Categoría: Noticia. ICAFE impulsa tecnologías de vanguardia para la toma de decisiones en las fincas cafetaleras. <https://www.icafe.cr/tecnologia-precision/>

Mordor Intelligence. (2023). Corea del Sur Productos químicos para la protección de cultivos Análisis del tamaño y participación del mercado tendencias y pronósticos de crecimiento (2023 - 2028). <https://www.mordorintelligence.com/es/industry-reports/south-korea-crop-protection-pesticides>

Muñoz, M. (2023). Conclusión. *Plataforma IoT para la provisión de servicios en procesos industriales*. [file:///C:/Users/valer/Downloads/01.%20Tesis%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/valer/Downloads/01.%20Tesis%20(1).pdf)

Navarro, A. (2020). Conclusión. *Propuesta de generación de valor agregado en la zona de Tucurrique para la industrialización y comercialización de la fruta del pejibaye*. <https://repositorio.una.ac.cr/bitstream/handle/11056/21463/Tesis%20Grado%20Licenciatura%20Marlon%20Navarro%20Versi%c3%b3n%20Final.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Oficina Económica y Comercial de España en Seúl. (2023). Informes de Secretaría: Guía de País (Corea del Sur). [https://www.icex.es/content/dam/es/icex/oficinas/109/documentos/2023/05/guia-pais/guia\\_pais\\_corea\\_del\\_sur\\_2023.pdf](https://www.icex.es/content/dam/es/icex/oficinas/109/documentos/2023/05/guia-pais/guia_pais_corea_del_sur_2023.pdf)

Pomareda, F. (2023). Costa Rica es el país que utiliza más plaguicidas en todo el mundo, según estadísticas de la FAO. Seminario Universitario. <https://semanariouniversidad.com/pais/costa-rica-es-el-pais-que-utiliza-mas-plaguicidas-en-todo-el-mundo-segun-estadisticas-de-la-fao/>

PROCOMER. (2022). AGROTRANSFORMACIÓN REUNIRÁ A MÁS DE 200 ACTORES DEL SECTOR AGROPECUARIO Y PESQUERO NACIONAL PARA CONOCER LO ÚLTIMO EN INNOVACIÓN. <https://www.procomer.com/noticia/exportador-noticia/agrotransformacion-reunira-a-mas-de-200-actores-del-sector-agropecuario-y-pesquero-nacional-para-conocer-lo-ultimo-en-innovacion/>

PROCOMER. (2022). Aplicación de tecnología inteligente en la agricultura. Esencial 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/)

Quiroa, M. (2024). ¿Qué es la producción? Producción: Qué es, tipos y ejemplos. <https://economipedia.com/definiciones/produccion.html#:~:text=La%20producci%C3%B3n%20es%20la%20actividad,insumos%20para%20convertirlos%20en%20productos.&text=La%20producci%C3%B3n%20es%20esencial%20en,servicios%20para%20satisfacer%20necesidades%20humanas.>

Rambauth, I. (2020). Agricultura de Precisión. La integración de las TIC en la producción Agrícola. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8838628>

Reglamento a la Ley de Uso, Manejo y Conservación de Suelos. (1998). Definiciones técnicas y abreviaciones. [http://www.inta.go.cr/Normativa/Reglamento\\_Ley\\_Suelos.pdf](http://www.inta.go.cr/Normativa/Reglamento_Ley_Suelos.pdf)

Rodríguez, C. (2021). Agricultura de precisión abona cultivos guanacastecos. Periódico Mensaje. <https://www.periodicomensaje.com/ambientales/6872-agricultura-de-precision-abona-cultivos-guanacastecos>

Romero, L. (2020). M.R. Resumen. *Acuinpro. Acuicultura - Investigación – Producción*. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7554380>

Rosas, M. y Villasana, P. (2022). Introducción. *Adopción de tecnologías en sistemas de producción agroalimentario: una revisión de literatura*. <https://www.scielo.cl/pdf/rivar/v9n26/0719-4994-rivar-9-26-177.pdf>

Santander. (2023). Principales sectores económicos. Corea del Sur: Política y economía. <https://santandertrade.com/es/portal/analizar-mercados/corea-del-sur/politica-y-economia#:~:text=El%20sector%20agr%C3%ADcola%20en%20Corea,se%20cultivan%20de%20forma%20extensiva.>

Sensor Go. (2023). Beneficios de la agricultura inteligente. Agricultura Inteligente: Nuevas Tecnologías En El Ámbito Agrícola. <https://sensorgo.mx/agricultura-inteligente/>

Sergieieva, K. (2023). ¿Qué Es La Tecnología Agrícola? Tecnología Agrícola: Evolución, Retos Y Su Impacto. <https://eos.com/es/blog/tecnologias-en-la-agricultura/#:~:text=La%20tecnolog%C3%ADa%20agr%C3%ADcola%20incluye%20veh%C3%ADculos,est%C3%A1%20adoptando%20los%20avances%20tecnol%C3%B3gicos.>

Serrano, V. et al. (2022). Introducción. AGRINNOVACIÓN 4.0: Herramienta metodológica de clasificación para determinación de áreas de producción de cultivos de ciclo corto. [https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec\\_marcha/article/view/6059/5949](https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/6059/5949)

Siles, A. (2022). Costa Rica | “Agrotecnología” se abre camino entre las parcelas de los productores ticos. Dpl news. <https://dplnews.com/costa-rica-agrotecnologia-se-abre-camino-entre-las-parcelas-de-los-productores-ticos/#:~:text=Una%20mayor%20productividad%2C%20menores%20costos,caf%C3%A9%20y%20ganado%2C%20entre%20otros.>

Solano, C. (2020). Conclusión general. *Contribución al desarrollo de sistemas inteligentes de monitorización y control de microclimas lumínicos basados en el Internet de las cosas y en las nuevas tecnologías SSL (Solid State Lighting). Aplicación a entornos agrícolas para el estudio del efecto sobre la germinación y crecimiento vegetal “in vitro*. [file:///C:/Users/valer/Downloads/jcsn\\_C%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/valer/Downloads/jcsn_C%20(1).pdf)

Solano, N. (2023). Uso de agroquímicos: cifras alarmantes y poca voluntad política. Delfino. <https://delfino.cr/2023/11/uso-de-agroquimicos-cifras-alarmanentes-y-poca-voluntad-politica>

Soto, F. (2019). Conclusión. *Fertirrigación y eficiencia de uso del agua en agricultura*.  
<https://www.kerwa.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/86300/Eficiencia%20de%20uso%20de%20agua%20en%20agricultura.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Universidad en línea de México. (2023). ¿Qué son los sistemas inteligentes? Importancia y aplicaciones. <https://mexico.unir.net/ingenieria/noticias/sistemas-inteligentes/>

Vargas, E. (2021). Conclusión. *Proyecto Acción Social ED-279 “Transferencia de Tecnología en Producción de Hortalizas*.  
<https://kerwa.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/86388/Invern%20familiar%20Proyecto%20Accion%20Social%20ED-279.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Vargas, E. (2021). Uso aparente de plaguicidas en la agricultura de Costa Rica. PNUD.  
[https://impactoplaguicidas.cr/wp-content/uploads/2021/12/USO-APARENTE-DE-PLAGUICIDAS\\_MAY22\\_VF\\_PRINT.pdf](https://impactoplaguicidas.cr/wp-content/uploads/2021/12/USO-APARENTE-DE-PLAGUICIDAS_MAY22_VF_PRINT.pdf)

Westreicher, G. (2020). Optimización. Economipedia.  
<https://economipedia.com/definiciones/optimizacion.html>

Yoon, L. (2022). LG CNS construirá una plataforma de agricultura inteligente impulsada por IA. The Korea Herald. <https://www.koreaherald.com/view.php?ud=20220419000693>

## APÉNDICES

### ANEXOS

#### **Cuestionario para la investigación.**

1. ¿Qué tipo de tecnología ha implementado Corea del Sur para optimizar la producción de alimentos en el territorio?
2. ¿Qué características diferencian a la tecnología sur coreana de las demás?
3. ¿Qué alimentos agrícolas son producidos utilizando tecnología innovadora en Costa Rica?
4. ¿Cuáles son los principales motivos de la implementación de tecnología para la producción de alimentos agrícolas en Corea del Sur?
5. ¿Qué problemas podrían ser resueltos en el futuro al utilizar tecnología en la producción de alimentos en Costa Rica?
6. ¿Cuáles son las mejores tecnologías para la producción de alimentos?
7. ¿Cuáles ventajas se han obtenido con la tecnología de granjas inteligentes para la producción de alimentos?
8. ¿Cómo es aplicada la inteligencia de las Cosas IoT en la elaboración de productos en la industria alimentaria?
9. ¿Cómo podría Costa Rica implementar tecnologías innovadoras en el sector agrícola?
10. ¿Cuáles son las condiciones por las cuales Costa Rica puede o no puede implementar granjas inteligentes en su territorio?

11. ¿Cuáles serían los impactos del sector agrícola costarricense si obtiene un avance tecnológico en la producción de alimentos?
  
12. ¿Cuáles son los principales costos que Costa Rica tendría que cubrir para lograr una producción optimizada de alimentos utilizando tecnología innovadora?