

**UNIVERSIDAD NACIONAL  
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
CENTRO INTERNACIONAL DE POLÍTICA ECONÓMICA PARA EL  
DESARROLLO SOSTENIBLE  
POSGRADO EN POLÍTICA ECONÓMICA**

**Digitalización en el sector agropecuario y desarrollo sostenible e  
inclusivo: Experiencias en Costa Rica**

**Jorge A. Rodríguez, Soto**

**HEREDIA, COSTA RICA  
Noviembre, 2024**

**Tesis sometida a consideración del Tribunal Examinador de la Maestría en  
Política Económica para optar por el grado de Magíster Scientiae en Política  
Económica con énfasis en Desarrollo Sostenible y Economía Ecológica.**

**Digitalización en el sector agropecuario y desarrollo sostenible e  
inclusivo: Experiencias en Costa Rica**

**Jorge A. Rodríguez, Soto**

**Tesis presentada para optar por el grado de Magister Scientiae en Política  
Económica. Cumple con los requisitos establecidos por el Sistema de  
Estudios de Posgrado de la Universidad Nacional. Heredia. Costa Rica.**

## **MIEMBROS DEL TRIBUNAL EXAMINADOR**

[Dr. Randall Gutiérrez Vargas /Dra. Damaris Castro García /Dr. Jorge Herrera Murillo/ Dr. José Vega Baudrit /Dr. Greivin Rodríguez Calderón/ Dra. Rocío Castillo Cedeño]  
Representante del Consejo Central de Posgrado

Ph.d. Suyen Alonso Ubieta  
Coordinador del posgrado o su representante

Ph.d. Fernando Sáenz Segura  
Tutor de tesis

Ph.d. Rafael Díaz Porraz  
Miembro del Comité Asesor

Ph.d. Jean-Fraçois LE COQ  
Miembro del Comité Asesor

Jorge A. Rodríguez Soto  
Sustentante

## Resumen

Los territorios rurales enfrentan disparidades socioeconómicas, en general, y en el caso de Costa Rica en particular. Mientras que sus actividades principales son los servicios ecosistémicos, turismo y agricultura, con retos en inclusión e impacto ambiental. En estos territorios las actividades agropecuarias son predominantes, siendo este sector el núcleo de las economías rurales, sus problemas van más allá de la generación de valor: es una cuestión de desarrollo territorial. Además, sus prácticas no siempre han sido sostenibles, como recuerda la “revolución verde”. Ante esta situación, esta investigación tiene por objetivo establecer la contribución de la digitalización del sector agropecuario al desarrollo sostenible e inclusivo de los territorios en Costa Rica. Actualmente, las innovaciones en el sector se impulsan desde dos corrientes: digitalización y bioeconomía; ambas con potencial para conciliar metas económicas y ambientales. Y se desconoce si estas innovaciones se dan de manera inclusiva, o bajo qué condiciones pueden serlo. Entonces, para concretar el objetivo, se propone un diseño de investigación de estudios de caso, donde se abordan las principales producciones agropecuarias del país y las políticas públicas para promover su digitalización. Encontrado que la digitalización tiene potencial para mejorar las relaciones entre sociedad y ecosistemas, en especial al combinarse con bioeconomía; y planteando condiciones para que la transformación sea inclusiva.

**Palabras clave:** Digitalización, agricultura, economía, política y gobierno, desarrollo sostenible.

## Abstract

Rural territories face socioeconomic disparities, in general, and in the case of Costa Rica in particular. While its main activities are ecosystem services, tourism, and agriculture, with challenges in inclusion and environmental impact. In these territories, agricultural activities are predominant; this sector being the core of rural

economies, its problems go beyond the generation of value: it is a matter of territorial development. Furthermore, their practices have not always been sustainable, as the “green revolution” reminds. Given this situation, this research aims to establish the contribution of the digitalization of the agriculture to the sustainable and inclusive development of the territories in Costa Rica. Currently, innovations in the sector are promoted by two currents: digitalization and bioeconomy, both of which have the potential to reconcile economic and environmental goals. And it is unknown if these innovations are inclusive or under what conditions they can be so. Then, to achieve the objective, a case study research design is proposed, which addresses the main agricultural productions in the country and public policies to promote their digitalization. Finding that digitalization has the potential to improve relations between society and ecosystems, especially when combined with bioeconomy solutions, and recommending conditions so that the transformation is inclusive.

**Keywords:** Digitalization, agriculture, economics, politics and government, sustainable development.

## Tabla de contenidos

ÍNDICE DE TABLAS .....	7
ÍNDICE DE FIGURAS .....	7
INTRODUCCIÓN .....	8
1.1. ANTECEDENTES.....	11
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	13
1.3. PROBLEMATIZACIÓN .....	16
1.4. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA: PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN Y OBJETIVOS.....	19
2.1. MARCO TEÓRICO .....	21
2.1.1. DIGITALIZACIÓN EN EL SECTOR AGROPECUARIO .....	21
2.1.2. ENFOQUES DEL DESARROLLO.....	25
2.1.3. ENFOQUE DE CAPACIDADES .....	27
2.1.4. DESARROLLO TERRITORIAL .....	30
2.1.5. DINÁMICAS DE INCLUSIÓN/EXCLUSIÓN SOCIOECONÓMICA .....	33
2.1.6. DESARROLLO SOSTENIBLE .....	37
2.2. METODOLOGÍA.....	41
2.2.1. ALCANCE.....	43
2.2.2. METODOLOGÍA DE DISEÑO DE POLÍTICAS PÚBLICAS .....	44
2.2.3. METODOLOGÍA DE ESTUDIOS DE CASO .....	48
CAPÍTULO III. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	53
3.1. DIGITALIZACIÓN DEL SECTOR AGROPECUARIO EN COSTA RICA: SISTEMATIZACIÓN DE EXPERIENCIAS .....	53
3.1.1. PRODUCCIÓN CAFETALERA Y USO DE TECNOLOGÍAS DIGITALES EN COSTA RICA.....	53
3.1.2. PRODUCCIÓN BANANERA Y USO DE TECNOLOGÍAS DIGITALES EN COSTA RICA .....	58
3.1.3. GANADERÍA VACUNA Y USO DE TECNOLOGÍAS DIGITALES .....	61
3.1.4. PRODUCCIÓN DE PALMA AFRICANA Y USO DE TECNOLOGÍAS EN COSTA RICA .....	65
3.1.5. PRODUCCIÓN DE CAÑA DE AZÚCAR Y USO DE TECNOLOGÍAS EN COSTA RICA.....	67
3.1.6. AGRICULTURA DE PRECISIÓN EN COSTA RICA: INVERNADEROS INTELIGENTES .....	69
3.1.7. USOS E IMPACTOS DE TECNOLOGÍAS EN EL SECTOR AGROPECUARIO DE COSTA RICA.....	71
3.2. ANÁLISIS DEL ESPACIO DE POLÍTICAS PÚBLICAS PARA LA DIGITALIZACIÓN DEL SECTOR AGROPECUARIO EN COSTA RICA .....	76
PRESENTACIÓN DE RESULTADOS .....	76
3.2.1. MINISTERIO DE CIENCIA, INNOVACIÓN, TECNOLOGÍA Y TELECOMUNICACIONES (MICITT).....	78
3.2.2. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA (MAG) .....	81
3.2.3. INSTITUTO NACIONAL DE APRENDIZAJE (INA) .....	85
3.2.4. MINISTERIO DE ECONOMÍA, INDUSTRIA Y COMERCIO (MEIC).....	86
3.2.5. PROMOTORA DE COMERCIO EXTERIOR COSTARRICENSE (PROCOMER) .....	87
3.2.6. CARACTERIZACIÓN DEL ESPACIO DE POLÍTICAS .....	89
3.2.7. ANÁLISIS DE SOSTENIBILIDAD E INCLUSIVIDAD DE POLÍTICAS E INSTRUMENTOS .....	91
4.1. LA DIGITALIZACIÓN DEL SECTOR AGROPECUARIO Y DESARROLLO SOSTENIBLE E INCLUSIVO EN LOS TERRITORIOS RURALES: EL CASO DE COSTA RICA.....	95
4.1.1. CONTRIBUCIONES DE LA DIGITALIZACIÓN DEL SECTOR AGROPECUARIO AL DESARROLLO RURAL SOSTENIBLE .....	96
<i>Desgaste de suelos</i> .....	96

<i>Huella hídrica</i> .....	98
<i>Toxicidad de agroquímicos en alimentos y ambiente</i> .....	98
<i>Acoplamiento a ecosistemas</i> .....	99
<b>4.2. CÓMO LOGRAR UNA TRANSFORMACIÓN INCLUSIVA PARA EL SECTOR AGROPECUARIO</b> .....	100
<b>4.3. POTENCIAL DE IMPACTO EN EL DESARROLLO DE LOS TERRITORIOS RURALES</b> .....	103
<b>4.4. RECOMENDACIONES DE POLÍTICA PÚBLICA Y ECONÓMICA</b> .....	106
<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>109</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>116</b>
<b>ANEXO 1: GUÍA DE ENTREVISTA PARA GESTORES DE PROGRAMAS E INSTRUMENTOS</b> .....	116
<b>ANEXO 2: GUÍA DE ENTREVISTA PARA USUARIOS DE TECNOLOGÍAS</b> .....	117
<b>ANEXO 3: DECLARACIÓN DE PROPÓSITOS Y USO DE INFORMACIÓN</b> .....	119

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Contribuciones de las tecnologías a la sostenibilidad e inclusión en las producciones agropecuarias costarricenses.....	74
<b>Tabla 2.</b> Análisis de instrumentos de política.....	77
<b>Tabla 3.</b> Áreas de impacto de las tecnologías digitales en la sostenibilidad del sector agropecuario.....	97

## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> Articulación de diseño metodológico.....	45
<b>Figura 2.</b> Metodología para analizar el espacio de políticas públicas.....	47
<b>Figura 3.</b> Diseño de estudios de caso. ....	51
<b>Figura 4.</b> Mapa de concentración de la producción cafetalera en Costa Rica.....	55
<b>Figura 5.</b> Mapa de concentración de la producción de banano en Costa Rica.....	59
<b>Figura 6.</b> Mapa de concentración de la producción de ganadería vacuna en Costa Rica.....	62
<b>Figura 7.</b> Mapa de concentración de la producción de palma en Costa Rica.....	66
<b>Figura 8.</b> Mapa de concentración de la producción de caña de azúcar en Costa Rica.....	68
<b>Figura 9.</b> Territorios mayormente rurales y rururbanos y territorios mayormente urbanos en Costa Rica. ....	103
<b>Figura 10.</b> Patrones espaciales del desarrollo y pobreza en Costa Rica.....	104

## Introducción

Inicialmente, es pertinente contextualizar esta investigación, debido a que se encuentra inscrita dentro del núcleo de investigación de Políticas para la ruralidad y desarrollo local del Centro Internacional de Política Económica para el Desarrollo Sostenible (CINPE-UNA); y dentro de un proyecto de cooperación internacional de la Red de Políticas Públicas y Desarrollo Rural de América Latina y el Caribe (Red PP-AL). Su propósito es estudiar los impactos y efectos de la transformación digital en la producción agropecuaria y los territorios rurales, así como las condiciones bajo las cuáles esta transformación se da de manera sostenible e inclusiva.

Este tema es bastante novedoso a nivel global, y en el caso de Costa Rica no se encontraron estudios previos del todo. Debido a ello, se plantea una investigación desde el enfoque cualitativo, con un diseño de estudios de caso y alcance nacional. Para lograr esto se abordan las principales producciones agropecuarias en el país, para sistematizar sus experiencias en el uso de tecnologías digitales y de precisión en sus procesos productivos. Posteriormente, se analiza el espacio de políticas públicas para promover las tecnologías digitales como un impulsor de la innovación en el sector.

Luego, en base a estos dos momentos analíticos se construye el caso de Costa Rica, estableciendo las contribuciones y condiciones para una transformación digital sostenible e inclusiva del sector agropecuario y el desarrollo de los territorios. Adicionalmente, se sintetizan recomendaciones de política pública y económica para el escalamiento de una transformación que aproveche al máximo las oportunidades habilitadas por estas tecnologías, en términos de sostenibilidad e inclusión.

Todo esto es clave, ya que, si bien las condiciones bajo las que se propagan las innovaciones han sido estudiadas a profundidad, son pocos los estudios que abordan la innovación con miras al desarrollo e inclusión. Así, es necesario comprender la innovación en sentido amplio (Orozco, 2017; Rolandi, et al., 2021), desde las formas en que transforma las maneras en que las personas interactúan, v.gr. implica cambios estructurales (Rolandi, et al., 2021); y, su dependencia de las

particularidades e historia de los contextos en que ocurre, es decir, presenta *path dependency* (Orozco, 2017).

Por otro lado, en la actualidad, la innovación a través de la aplicación de tecnologías digitales es una tendencia general en todos los ámbitos de la sociedad, llevando a conceptos como economía o sociedad digitales. Erigiéndose como una nueva fase del desarrollo de la sociedad, e imponiéndose a los actores sociales (Ulezko, et al., 2019). Pero esto cambia las dinámicas sociales y las capacidades necesarias para participar en ellas, a la vez, aparece el riesgo de exclusión basada en acceso y uso de tecnologías digitales, que se translitera fácilmente en exclusión socioeconómica (Bejaković, y Mrnjavac, 2020).

Mientras que la ruralidad enfrenta retos estructurales para hacer frente a esta transformación (Roberts, et al., 2017). Estas problemáticas se tienden a agravar con el foco de políticas sectoriales predominante, que ha llevado a tomar desarrollo rural por desarrollo agrario (Roberts, et al., 2017; Schejtman y Berdegué, 2004). En realidad, ruralidad es un concepto dinámico, relacional y plural, con aspectos culturales, sociales, económicos y espaciales (Roberts, et al., 2017). Aunque la importancia del sector agropecuario sigue siendo axial en los territorios rurales, pues sus actividades económicas principales son las agropecuarias, turismo y servicios ecosistémicos (French, 2022).

Dada la importancia de la actividad agropecuaria en territorios rurales, la digitalización de la agricultura es un canal para el desarrollo sostenible e inclusivo de comunidades y territorios rurales (Kuzmich, 2021; Rolandi, et al., 2021). Pues permite mejorar los sistemas de producción actuales, democratizar el acceso a mercados y favorecer la integración en eslabones de mayor valor agregado en las cadenas agrícolas (Kuzmich, 2021; Klerkx, et al., 2021; Vorobeva, et al., 2021). Empero, el desarrollo rural no se puede dar por garantizado con tan solo implementar tecnologías digitales en los procesos agrícolas. Al contrario, podrían exacerbarse las dinámicas de exclusión precedentes (Klerkx, et al., 2021; Rolandi, et al., 2021).

Las tecnologías digitales expanden las posibilidades de las actividades económicas existentes, no las sustituyen (Roberts, et al., 2017; Ulezko, et al., 2019).

Entonces, desde estas consideraciones, se hace necesaria la intervención política y buena gobernanza de los procesos de digitalización en el sector agropecuario, si se desea que propicien el desarrollo rural sostenible e inclusivo (Roberts, et al., 2017; Rolandi, et al., 2021). Debido a esto, se plantea esta investigación.

Para lograrlo, en términos de estructura, este escrito se divide en cuatro partes. Inicialmente, se plantea un trabajo preliminar, donde se encuentran las secciones de antecedentes, justificación, problematización y planteamiento de preguntas y objetivos de trabajo. La segunda parte comprende los aspectos teórico-metodológicos, en ella se elabora en el proceder metodológico y del diseño de investigación y en la teoría a utilizar para analizar los datos.

En la tercera parte se analizan los resultados, en ella se incluye un capítulo dedicado a la sistematización de casos y otro al análisis del espacio de políticas públicas para la digitalización del sector agropecuario en Costa Rica. Finalmente, en la cuarta parte, se presentan las conclusiones y recomendaciones de política, en esta se presenta el caso agregado de Costa Rica, las contribuciones de las tecnologías digitales en temas de sostenibilidad, las condiciones para su implementación inclusiva y recomendaciones de política pública y económica para impulsar la transformación.

# Capítulo I. Contexto general de la investigación

## 1.1. Antecedentes

En este trabajo de investigación la sección de antecedentes será breve, puesto que no fue posible hallar otras investigaciones precedentes sobre el tema. Aunque hay literatura sobre el tema de digitalización del sector agropecuario, no la hay para el caso de Costa Rica, y aún a nivel internacional es un tema relativamente poco explorado. Debido a esto, se optó por dedicar los antecedentes a presentar las características, relevancia y actualidad del sector agropecuario para los territorios rurales de Costa Rica, siguiendo el informe de la Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria (SEPSA, 2022); así como el único esfuerzo de política pública hallado para promocionar la digitalización del sector. En cuanto al tema de digitalización del sector agropecuario, se considera más valioso tratarlo en la sección de justificación.

Una de las primeras cosas que vale la pena señalar del sector agropecuario en Costa Rica, desde las estadísticas de contabilidad nacional del Banco Central de Costa Rica (BCCR), es que su contribución al Producto Interno Bruto (PIB) no parece ser tan relevante en relación con otras actividades. Esto ha llevado a cierto menosprecio de las actividades agropecuarias, incluso desde el gobierno; pero, debe advertirse, que se trata de un problema mal enfocado.

Esto por dos razones, primero, si bien la contribución al PIB no es tan alta, la contribución de este sector al empleo nacional es enorme, siendo el segundo sector genera más empleo la mayoría de los años, cerca del 10% de la población ocupada. Por si fuera poco, el 73,3% de este empleo se genera en zonas rurales, es decir, se trata de un sector estratégico para las economías de territorios rurales y su desarrollo. Lamentablemente, el 53,8% de este empleo es en condiciones de informalidad.

Aunque debe reconocerse que esto plantea una problemática potencial asociada a la geografía de la riqueza; pues implica que un producto no tan grande deba repartirse entre un número significativo de personas. Esta situación ha llevado a que el ingreso en el sector sea de los más bajo en la economía nacional. Adicionalmente,

también se observa una brecha de género persistente en el empleo del sector, ya que mientras que la tasa de desempleo de los hombres es de 9,8% (inferior a la nacional de 11,1%), la de las mujeres es de 23%.

Luego, el segundo punto de enfoque que debe cambiarse es sobre el PIB que realmente generan las actividades agropecuarias. Este suele llamarse el producto de la agricultura ampliada, y engloba las actividades primarias y la agroindustria. Al hacer esta segunda agregación, el PIB del sector agropecuario pasa de 4% al 9% de la producción total del país. Al valorarlo de esta forma representa el 41,5% de las exportaciones totales del país, mientras que solo representa el 15,5% de las importaciones.

En conjunto, se trata de un sector clave para el desarrollo de territorios rurales y para la balanza comercial de Costa Rica. Los principales productos del sector agropecuario costarricense son, para la agricultura, café, banano, caña de azúcar y palma africana, que alcanzaron el 95,2% de la producción agrícola según a Encuesta Nacional Agropecuaria de 2020. Al contemplar la producción pecuaria, debe sumarse a la ganadería vacuna, que es la actividad que ocupa más fincas agropecuarias en el país, el 28,5% para ser exactos (Hernández, 2020).

Pese a su importancia, el sector agropecuario enfrenta varios retos actualmente, en su mayoría legados de las crisis globales. Inicialmente, los años de la pandemia de COVID-19 sumados al conflicto entre Ucrania y Rusia. Estos años fueron acompañados de un tipo de cambio poco favorable, de una crisis internacional de contenedores y un encarecimiento de los insumos agrícolas. El segundo foco de problemas responde al creciente riesgo agroclimático propiciado por el cambio y variabilidad climáticas. Esto último ha afectado con fuerza a la producción de café y banano. Por último, se identifica que el sector presenta tasas de relevo generacional muy bajas, reforzando la idea del éxodo rural.

En cuanto a la digitalización, se tiene conocimiento de aplicaciones tecnológicas, pero no hay literatura científica que las analice; es decir se trata de un fenómeno que no ha sido estudiado en el ámbito nacional. El caso de Costa Rica es interesante, ya que el país cuenta con una cobertura de internet bastante amplia, cubriendo casi todo el país. Otro elemento para tomar en cuenta es que la educación

es gratuita y obligatoria, lo que podría pensarse como un factor clave para el desarrollo de competencias y capacidades digitales. Finalmente, el sector agropecuario costarricense es diverso desde varias perspectivas, el país cuenta con diversidad de zonas climáticas, pese a su tamaño, lo que permite el desarrollo de producciones diferentes a lo largo del territorio; además, las estructuras de gobernanza del sector son, también, muy variadas, pues participan formas de gobernanza colaborativa, privada e instituciones públicas estatales y no estatales.

En Costa Rica, se lanzó la Estrategia Nacional de Transformación Digital del Sector Agrícola, en un conversatorio organizado en 2019, por el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), en conjunto con el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones y el Ministerio de Agricultura y Ganadería, exponiendo la propuesta. Esta era uno de los ejes de trabajo de uno de los pilares del en el Plan Nacional de Desarrollo de las Telecomunicaciones 2015-2021. En el lanzamiento de esta estrategia se identificó interés por parte de diversas instituciones y ministerios por impulsar la digitalización del sector agropecuario.

Mientras que el Instituto Interamericano para la Cooperación para la Agricultura (IICA) consideraba que Costa Rica podría ser el centro desde el que se expanda la transformación digital del sector para Centro América. Lamentablemente, tras el cambio de administración en 2022, parece que esta estrategia no tuvo mayor seguimiento, y no se dio continuidad al plan. Esto plantea un segundo reto para esta investigación, sumado a la falta de trabajos precedentes, y es que no se encuentra claridad en la política pública en esta área temática.

## 1.2. Justificación

La sociedad evoluciona hacia una nueva forma de economía caracterizada por tecnologías y entornos digitales (Klerkx, et al., 2019; Ulezko, et al., 2019). Esto implica cambios en las actividades económicas y dinámicas sociales que hacen imperativo el estudio del desarrollo desde estas transformaciones. Las nuevas complejidades de la innovación en la sociedad moderna han dado origen a diversos modelos, que buscan capturar y analizar estas dinámicas. Ejemplo de ello, es el

surgimiento de la concepción de sistemas de innovación (Lundvall, 1992), o el de los modelos de triple hélice (Etzkowitz y Leydesdorff, 1995).

El aumento de la importancia de las tecnologías de comunicación e información ha llevado a ampliar y re-configurar el entendimiento de estos modelos. Así, se han planteado conceptualizaciones como los modelos de cuádruple hélice, que incluyen la comunicación y sociedad civil en el proceso de innovación, para resaltar relevancia de la democratización del conocimiento (Carayannis et al., 2009). A la vez, el entorno actual, ante la necesidad de transformaciones socio-ecológicas ha favorecido el auge de definiciones como los ecosistemas de innovación (Adner, 2006), o los modelos de quíntuple hélice, que incluyen los ecosistemas (Carayannis et al., 2010).

De esta forma, los cambios se han vuelto una necesidad y una característica histórica del período actual, lo que ha llevado a una enorme proliferación de estudios y literatura sobre el tema de innovación. Pero, pese a su gran relevancia y actualidad, el enfoque de esta literatura se concentra en promover la innovación, dejando de lado aspectos cruciales, como sus relaciones con el desarrollo sostenible, calidad de vida e inclusión social y económica. Aspectos que se ven afectados por cambios que transforman la base productiva de la sociedad

De allí el propósito de esta investigación, que busca comprender los efectos e impactos del uso de tecnologías digitales, como fuente de innovaciones, en el sector agropecuario. Considerando que este sector es comúnmente caracterizado como uno con dificultades estructurales para hacer frente a la transformación digital (Roberts, et al., 2017). Sin mencionar que el sector agropecuario abarca una de las principales actividades económicas de los territorios rurales (French, 2022), en caso específico de Costa Rica, el 73,3% de la población ocupada en el sector agropecuario es población rural, según la Secretaría de Planificación Sectorial Agropecuaria. Siendo así un problema intrínsecamente asociado con el desarrollo de los territorios rurales, esclareciendo la naturaleza del problema como uno de desarrollo territorial.

Desde el trabajo pionero de Schumpeter (1944) en su *Teoría del desenvolvimiento económico* se postula que las innovaciones técnicas y

tecnológicas están en el núcleo del crecimiento y desenvolvimiento social. Y esto parece corroborarse en los primeros modelos de crecimiento económico, como el de Solow, que identifican que cerca del 80% del crecimiento no se explica por capital y trabajo, sino por un factor exógeno, interpretado comúnmente como cambio técnico (Mankiw, 2008). En la actualidad, estas complejidades han sido abordadas a profundidad por diversos modelos de crecimiento endógeno (Destindobles, 2007); pero aún queda por trabajar como se relacionan las innovaciones con el desarrollo, área temática que no ha sido explorada a profundidad.

Esto es considerablemente más complejo, pues la atención no está en los medios, sino en cómo transformarlos en fines (Sen, 1999; Hick, 2012), incluyendo el incremento del producto, variaciones en estructuras sociales, sostenibilidad ambiental, distribución, etc. Por esto, es necesario comprender cómo la innovación propicia y se conecta con el desarrollo (Orozco, 2017; Rolandi, et al., 2021), ya implica modificaciones en las formas en que las personas producen e interactúan (cambio estructural) (Rolandi, et al., 2021), las combinaciones tecnológicas manifiestan relaciones sociales (Barboza, 2021).

En este sentido, la aplicación de tecnologías es una fuente de innovación con potencial para transformar la sociedad y estilo desarrollo. Debido a que la economía digital se yergue como una fase del desarrollo social, haciéndose inevitable (Ulezko, et al., 2019), e implica cambios en las dinámicas y competencias necesarias para participar en la economía y sociedad (Bejaković, y Mrnjavac, 2020); fenómeno comúnmente denominado revolución 4.0 (Klerkx, et al., 2019). En el caso de los territorios rurales esto es relevante, ya que la economía rural se caracteriza, tradicionalmente, por actividades económicas agropecuarias, turismo y servicios ecosistémicos (French, 2022), con la agricultura como eje (Roberts, et al., 2017; Rolandi, et al., 2021).

Esto lleva al interés por comprender cómo la innovación del sector agropecuario puede fomentar el desarrollo rural (Goulet, et al, 2019). Para profundizar, actualmente, se identifican dos impulsores para la innovación en este sector: bioeconomía y digitalización (Goulet, et al., 2019). Para esta investigación el interés estará focalizado en la digitalización, aunque se advierte que en muchas ocasiones

estas innovaciones se dan de manera entrelazada. El uso de tecnologías digitales en el sector agropecuario puede tomar diversas formas, con aplicaciones en los sistemas productivos, distribución y sistemas alimentarios (French, 2022; Klerkx, et al., 2021; Kuzmich, 2021; Vorobeva, et al., 2021).

Lo anterior hace indudable su potencial para propiciar el desarrollo rural y del sector, permitiendo cambios en las dinámicas internas y en las relaciones con otros territorios. Por ello, bajo la gestión adecuada, puede ser un motor para la innovación y resiliencia de los territorios rurales (Roberts, et al., 2017). Pero, para realizar este potencial, es necesario adoptar una perspectiva territorial como eje coordinador de las acciones sectoriales, de manera que sean apropiadas a los territorios y contextos (Roberts, et al., 2017; Valencia, et al., 2020); para fomentar una transformación que sea a su vez sostenible e inclusiva.

### 1.3. Problematización

Al ser las actividades agropecuarias dominantes en los territorios rurales, la innovación en ellas tiene potencial para mejorar las condiciones generales de los territorios. Pero, concretar el potencial exige transformaciones profundas y gestión adecuada. De momento, muchas aplicaciones se limitan a usar conocimiento y tecnologías digitales para hacer lo mismo, sin realizar cambios sustanciales en los procesos o dinámicas (Ulezko, et al., 2019). A la vez, aparece el riesgo de exclusión basada en el acceso a tecnologías y competencias digitales (Ulezko, et al., 2019; Bejaković, y Mrnjavac, 2020; Rolandi, et al., 2021), que, fácilmente, se translitera en exclusión socioeconómica (Bejaković, y Mrnjavac, 2020).

Algunos inclusive llegan a considerar que es un asunto de alfabetismo, concepto definido como las capacidades necesarias para interactuar en un determinado contexto social, cultural y técnico, comprometiendo así la mismísima noción de ciudadanía (Area, 2015). Entonces, para nociones del desarrollo que consideran centrales las capacidades que tienen las personas para desarrollar sus vidas (Sen, 1999), las competencias, tecnologías y acceso a entornos digitales son de gran interés. La digitalización es transversal, afecta la producción (Klerkx, et al., 2021; Vorobeva, et al., 2021), cadenas globales de valor (Klerkx, et al., 2021), sistemas

alimenticios (Klerkx, et al., 2021; Kuzmich, 2021), participación política (Area, 2015), mitigación de riesgos (French, 2022), empleo (Bejaković, y Mrnjavac, 2020), etc.

Por si fuera poco, la digitalización de la economía y las dinámicas de exclusión basadas en ella, son particularmente relevantes al pensar en desarrollo rural. Se suele pensar que los territorios rurales son homogéneos, estáticos y pasivos (Roberts, et al., 2017), pero la ruralidad es un concepto dinámico, relacional y plural, con aspectos culturales, sociales, económicos y espaciales (Roberts, et al., 2017). Pero también se trata de territorios que enfrentan dificultades estructurales que dificultan la digitalización (Roberts, et al., 2017).

Por ejemplo, la primera dificultad está relacionada con la infraestructura para tecnologías de la información. Esto se debe a que algunas actividades económicas, como las telecomunicaciones, presentan economías de escala por externalidades de redes. La infraestructura necesaria para proveer de servicios es la misma, o similar, independientemente del número de usuarios; entonces, proveer el servicio a zonas rurales es menos rentable que en las urbanas por la mayor dispersión de la población (Roberts, et al., 2017). Esto puede hacer que la infraestructura sea menor o de peor calidad en áreas rurales (Roberts, et al., 2017; Ulezko, et al., 2019). Además, en Costa Rica, la tipificación de zona contempla variables de infraestructura (INEC, 2016), por lo que la categorización “rural” ya implica rezagos en infraestructura (Rodríguez, 2023).

Una segunda dificultad se relaciona con las características de la población, los principales factores explicativos para la falta de competencias y exclusión digitales son el grupo etario y condiciones socioeconómicas (Bejaković, y Mrnjavac, 2020). Esto representa un reto para zonas rurales, ya que la edad promedio de la población tiende a ser más alta, por las elevadas tasas de migración de las personas jóvenes (French, 2022; Rolandi, et al., 2021); sumado a menores niveles de desarrollo y más altos de pobreza (Rodríguez, 2023). Esto ha llevado a que la ruralidad, en el discurso coloquial y, en ocasiones, académico, sea tratada como una forma de periferia *a priori* (Valencia, et al., 2020).

En conjunto, los territorios rurales presentan las dos principales explicaciones para el rezago en competencias digitales, creando riesgo de exclusión en la

digitalización del sector agropecuario y desarrollo rural (Roberts, et al., 2017; Rolandi, et al., 2021). Se trata de problemas que deben atenderse juntos, mejorar condiciones de acceso no es suficiente para garantizar aprovechamiento (Roberts, et al., 2021). Hay que trabajar con los actores, para identificar sus apropiaciones tecnológicas y cómo las implementan en sus procesos productivos; identificando elementos clave en sus incentivos y actitudes ante el cambio técnico y la posibilidad de innovar (Berdegué, et al., 2011; French, 2022; Goulet, et al., 2019).

Ante estas dificultades, la política y gobernanza son factores decisivos para fomentar una transformación digital que promueva objetivos de inclusividad y sostenibilidad en los territorios y producciones. Planteando la necesidad de que la digitalización del sector agropecuario se vuelva un asunto de interés para la política pública y económica. Por esto es imperativo comprender las acciones de política implementadas por el Estado y su relación con las iniciativas de los actores involucrados (Goulet, et al., 2019), para vislumbrar la complejidad del fenómeno social y su capacidad para potenciar el desarrollo sostenible e inclusivo de los territorios.

El caso de Costa Rica presenta las dificultades antes mencionadas para impulsar la digitalización del sector agropecuario. El área catalogada como rural abarca la mayoría del territorio (Rodríguez, 2024b), aun así, la región Central, básicamente urbana, aglomera más de la mitad de población y parte substancial de la riqueza y desarrollo (Rodríguez, 2023, 2024b). El país tiene buenos niveles de cobertura de 4G, pero con asimetrías en cuanto al acceso a ordenadores, según el índice de progreso social cantonal (2019); adicionalmente, se cuestiona frecuentemente, desde la opinión pública, la calidad de esta conexión.

Esto vuelve particularmente relevante esta investigación, que enfrenta un obstáculo férreo que es, a su vez, su mayor valor agregado: la falta de antecedentes. En el país se identifican varios instrumentos de política que fomentan el uso de tecnologías digitales en el sector agropecuario, pero sin publicaciones académicas; por otro lado, se tienen conocimiento de apropiaciones tecnológicas por parte de los productores. Pero existe un vacío importante en cuanto al estudio

de estos dos hechos y sus conexiones, así como sus efectos en el desarrollo sostenible e inclusivo de los territorios.

A la luz de la teoría actual sobre los procesos de innovación y cambio tecnológico, que resalta la importancia de comprender las interrelaciones del sistema (Faure, et al., 2019; Goulet, et al., 2019); es necesario entender el Estado y sus hechos, las políticas, en conjunción con las acciones de los actores y usuarios de políticas. Para comprender como interaccionan políticas públicas y acciones de los agentes en la transformación digital del sector agropecuario, y así determinar sus contribuciones, o potencial para contribuir y cómo explotarlo, al desarrollo sostenible e inclusivo de los territorios. En especial, por la presencia de obstáculos que hacen que este cambio pueda incrementar la exclusión y asimetrías entre territorios e individuos si no es bien gestionado.

#### **1.4. Planteamiento de problema: pregunta de investigación y objetivos**

Ante las inquietudes planteadas y la naturaleza del problema, esta investigación pretende responder a la pregunta: ¿Cómo puede la digitalización del sector agropecuario contribuir al desarrollo sostenible e inclusivo de los territorios rurales en Costa Rica?

Para responder a esta pregunta se plantean los siguientes objetivos.

- Objetivo principal:

Establecer la contribución de la digitalización del sector agropecuario al desarrollo sostenible e inclusivo de los territorios en Costa Rica.

- Objetivos específicos:

1. Examinar experiencias en la implementación de tecnologías digitales, y sus posibles efectos en la diferenciación social y económica en Costa Rica.

2. Analizar cómo las políticas públicas e instrumentos contribuyen con el desarrollo de la digitalización de los procesos productivos agropecuarios.
3. Sintetizar elementos de política económica para escalar de forma inclusiva la digitalización del sector agropecuario.

## Capítulo II. Marco teórico-metodológico

### 2.1. Marco teórico

Se desea establecer específicamente cómo pueden contribuir estas tecnologías al desarrollo sostenible e inclusivo de los territorios rurales. Para lograrlo se abordan tres áreas teóricas y se construye un sistema de relaciones entre ellas: digitalización de sector agropecuario, desarrollo e inclusión económica. Inicialmente, se plantea una discusión sobre qué es la digitalización del sector agropecuario, y facilitar la comprensión de sus relaciones con el resto del marco teórico. Luego se discuten los enfoques del desarrollo fundamentales para la investigación: desarrollo sostenible, enfoque de capacidades y desarrollo territorial. Por último, se abordan los temas de inclusión/exclusión, esencial para trabajar temas de equidad y por presencia de organizaciones con estructuras de gobernanza colaborativa altamente exitosas en el sector.

#### 2.1.1. Digitalización en el sector agropecuario

La digitalización permea todos los ámbitos de la sociedad y economía (Klerkx, et al., 2019), convirtiéndose en una etapa del desarrollo social (Ulezko, et al., 2019), transformando las dinámicas de los mercados y empleos (Bejaković, y Mrnjavac, 2020). Evidentemente, el sector agropecuario también se ve afectado por estos fenómenos y es susceptible a su aplicación en diversas formas. Para englobar los fenómenos de aplicación de tecnologías digitales a las producciones agropecuarias surge el término de digitalización de la agricultura.

Debe aclararse que se trata de una tendencia reciente, por lo que no hay unanimidad en cuanto al concepto, las tecnologías, tipos de tecnologías y usos que abarca, en este sentido podría pensarse como un concepto en construcción. En la literatura, no suelen plantearse definiciones demasiado concretas, generalmente, se dan ejemplos de aplicaciones o áreas de impacto, sin entrar en detalle en cuanto al concepto en sí. Lo más común es encontrar la digitalización del sector

agropecuario como la expresión de la economía digital en el sector agropecuario, así que es apropiado comenzar por esta definición.

Según Ulezko et al. (2019), la economía digital es una fase del sistema económico caracterizada por mercados basados en información, comunicación, industria tecnológica y relaciones socioeconómicas en entornos digitales. Como etapa del desarrollo del sistema social y económico, transversal a la vida humana. A la vez, la transformación digital se entiende como un nuevo modelo de negocios sumergido en ecosistemas digitales, cambiando las definiciones tradicionales de infraestructura de información, seguridad, competencias y competitividad; habilitando nuevas interacciones e implicando nuevas dinámicas de interacción.

Siguiendo este razonamiento, la digitalización de la agricultura comprende los procesos de transformación en el sector agropecuario en todos los posibles sentidos y aspectos contemplados por la economía digital. Algunos lo consideran un cambio estructural inevitable (Ulezko, et al., 2019), otros una búsqueda progresiva de soluciones a los retos del entorno (Kuzmich, 2021), o una forma de optimizar y estabilizar la producción (Vorobeva, et al., 2021). Una manera general de definirlo, adoptada aquí, es la aplicación de innovaciones digitales en el sector agropecuario, en sus sistemas productivos, cadenas de valor y sistemas alimentarios (Klerkx, et al., 2019), con aplicaciones en cualquier punto de la cadena.

Para efectos de esta investigación se consideran dos tipos de tecnología según sus áreas de incidencia: las que actúan en los sistemas productivos, alterando la forma en que se produce, y, las que actúan en los eslabones de distribución de la cadena, creando canales de contacto y acercamiento entre oferta y demanda. Esta categorización es relevante a efectos de acceso e inclusión, pues hay una gran variabilidad en cuanto a la complejidad y costo relativo de las tecnologías. Por ejemplo, el uso de teléfonos móviles está bastante difundido, con ellos es fácil crear canales de distribución mediante aplicaciones o plataformas; por otro lado, un dron es más complejo, requiere entrenamiento y licencias, sin mencionar el alto costo de los aparatos especializados.

Entrando en detalle, la digitalización puede mejorar la estabilidad y eficiencia de los sistemas productivos (Vorobeva, et al., 2021), identificándose dos canales. Las

tecnologías pueden hacer granjas o fincas inteligentes, optimizando la productividad a través de la reducción de tiempos de trabajo y costos (Vorobeva, et al., 2021). Mientras que las tecnologías, también, permiten mejorar los sistemas de información agraria, para obtener información profunda y casi en tiempo real (Klerkx, et al., 2019). En conjunto, estas aplicaciones llevan al término de agricultura de precisión (Klerkx, et al., 2019), con gran potencial para incrementar la sostenibilidad de las producciones agrícolas y gestión de riesgos.

Luego, están las soluciones digitales que mejoran la coordinación entre oferta y demanda en mercados alimenticios, mediante un flujo información rápido, completo y preciso (Klerkx, et al., 2019; Kuzmich, 2021), con efectos en la eficiencia de los sistemas alimentarios. Estas tecnologías crean espacios para el intercambio, acercando a productores y compradores (Klerkx, et al., 2019). Esto es clave, pues, típicamente, las cadenas agrícolas presentan muchos productores y consumidores, pero un número pequeño de intermediarios y procesadores que atrapan gran parte del valor y son decisivos en la cadena (Jiménez, 2011). Facilitar la interacción entre las etapas de producción y consumo transforma las dinámica y estructura de las cadenas de valor, favoreciendo la inclusión económica y creación de oportunidades.

Pese a las diversas posibilidades, las particularidades estructurales del sector pueden dificultar la transformación digital inclusiva; por ejemplo, la presencia de producciones con bajos niveles de integración al mercado, información, inversión e innovación (Ulezko, et al., 2019). Debe notarse que, estas variables corresponden más a asimetrías entre individuos o regiones que ha características propias del sector. Pero, el no considerar las diferentes posibilidades que tienen los agentes para acceder y utilizar estas innovaciones podría incrementar la desigualdad y exclusión en el sector (Kuzmich, 2021), y entre territorios. Esto refuerza el llamado a enfoques de política complementarios al sectorial, como el territorial.

Hay que considerar que existe una asociación entre ruralidad y actividades agropecuarias (Roberts, et al., 2017; Ulezko, et al., 2019). Aún así, contrario a lo que suele pensarse, la ruralidad es un concepto plural y relacional que agrupa diversos estilos de vida, no es algo estático y homogéneo (Roberts, et al., 2017). Por ello es necesario considerar las particularidades de cada caso desde una visión

territorial, no solo sectorial (Roberts, et al., 2017). Debe observarse el acceso y competencias para el uso, si se desea una transición inclusiva, y determinar si se requiere de acción política (Roberts, et al., 2017).

El caso de la infraestructura responde a una posible falla de mercado asociada con economías de escala. Es simple, la dispersión demográfica en zona rural es mayor que en la urbana, y los costos proveer servicios de telecomunicaciones varían poco con el volumen. Es decir, un par de kilómetros de cableado pueden abarcar a cientos de hogares urbanos, pero solo unos cuantos rurales. Esto se refleja en los incentivos de las empresas de telecomunicaciones, haciendo que la inversión en zona urbana sea más rentable (Roberts, et al., 2017).

El caso de competencias y capacidades necesarias se explica por otros factores que parecen responder más a cuestiones socioeconómicas, etarias, discapacidades e historia personal que a la tipología de zona, aunque pueden relacionarse (Roberts, et al., 2017). Las competencias digitales se concentran en segmentos de población joven, mientras que las zonas rurales presentan altas tasas de migración de la población joven (Roberts, et al., 2017). Esto dificulta la transición digital del sector por falta de cualificaciones, y resalta la necesidad del enfoque territorial.

Al tratar competencias digitales existe la posibilidad de dinámicas de exclusión, más allá de lo económico. La carencia de competencias digitales se traduce en exclusión digital (Bejaković, y Mrnjavac, 2020), y en una sociedad que hace transición a una etapa desarrollo caracterizada por entornos y tecnologías digitales (Klerkx, et al., 2019; Ulezko, et al., 2019) fácilmente se translitera en exclusión socioeconómica (Bejaković, y Mrnjavac, 2020). Cada vez más los mercados de trabajo demandan mano de obra con competencias digitales, y es casi un requisito para acceder a puestos cualificados y mejor remunerados (Bejaković, y Mrnjavac, 2020).

Considerando que el concepto de alfabetización abarca las habilidades necesarias para ser un miembro funcional de la sociedad, se habla de alfabetismo digital (Area, 2015). Lo que compromete las mismísimas nociones de ciudadanía y crea nuevas dinámicas de exclusión. Ante estas consideraciones, la intervención política es clave para prevenir y reducir asimetrías (Roberts, et al., 2017; Ulezko, et

al., 2019). Sumado a que el avance en capacidades y competencias digitales favorece otras actividades económicas conexas en zonas rurales (Roberts, et al., 2017), y transforma la dinámica de sus relaciones con centros urbanos; convirtiéndose en un asunto axial al desarrollo rural.

Los procesos de digitalización de las actividades agropecuarias tienen implicaciones directas para las actividades económicas. Pero también poseen un potencial inmenso para favorecer el desarrollo territorial y la creación de capacidades de manera sostenible e inclusiva. Al transformar las dinámicas de interacción y participación al ofrecer nuevos espacios, cambiando las formas de intercambiar y producir bienes, reduciendo costos y vertido de sustancias potencialmente nocivas, atrayendo actividades económicas conexas al desarrollo de capacidades e infraestructura, etc. Advirtiendo que muchas de estas ventajas potenciales son respuestas efectivas a las problemáticas esbozadas como legados de la revolución verde (Chávez, 2019). En síntesis, la transformación podría ser clave para establecer la ruralidad como una estrategia desarrollo, más allá de una denominación de periferia.

### 2.1.2. Enfoques del desarrollo

La primacía de la teoría neoclásica en la economía llevó a que las discusiones sobre el desarrollo se plantearan durante muchos años alrededor del crecimiento y bienestar (en sentido neoclásico) (Rodríguez-Soto, 2024<sup>a</sup>). Originalmente, la visión teórica-neoclásica del bienestar era mercado-céntrica, y pretendía medir el bienestar a través del ingreso, pues este podía transformarse en bienes, en el mercado, que generan utilidad mediante el consumo (De Haan, 2000; Dussel, 2009; Rodríguez-Soto, 2024<sup>a</sup>). Evidentemente, los teóricos no eran tan inocentes como para creer que esta relación era directa o la única importante, como refleja la historia del pensamiento económico (Roll, 1978), pero fue como la teoría se volvió operativa.

Durante el siglo XX, se da un fenómeno que plantea un nuevo eje de atención para los economistas interesados en el desenvolvimiento económico: comienza una época caracterizada por el crecimiento económico (Piketty, 2014; Rodríguez-Soto,

2023, 2024<sup>a</sup>; Setterfield, 2021). El interés por el crecimiento inicia con la revolución industrial y las guerras mundiales, que desencadenan un crecimiento vertiginoso del producto y cambios en la estructura socioeconómica (Piketty, 2014; Rodríguez-Soto, 2023, 2024a; Setterfield, 2021). Antes de esto, la economía política estaba más interesada en fenómenos distributivos, estructurales y políticos, pues eran más relevantes a la realidad de su momento.

El interés por el crecimiento se populariza con Keynes (2017), que cuestiona si es un proceso equilibrado o de una continuación temporal de la inestabilidad de corto plazo. Y, adquiere una nueva instrumentalización con Kuznets (1979), al introducir la investigación cuantitativa con datos empíricos. Evolución que culmina en Solow, con su modelo de crecimiento económico, como una prolongación temporal de una función de producción Cobb-Douglas (Destindobles, 2007; Mankiw, 2008). Dando inicio a una era donde el estudio del desarrollo se enfoca como un estudio del crecimiento económico, bajo diferentes especificaciones teóricas y matemáticas (Destindobles, 2007).

A este punto la distinción entre desarrollo y crecimiento era difusa, es Schumpeter quien introduce el término desarrollo, originalmente como desenvolvimiento, en el título de su obra *Teoría del desenvolvimiento económico* (1944); aunque en ella emplea los términos de manera intercambiable. Pero, cuando el *boom* del crecimiento mengua y las estructuras sociales se estabilizan, el crecimiento no parece suficiente para explicar desarrollo (Holt, 2021; Piketty, 2014; Setterfield, 2021). Por lo general, se utiliza una separación en la que el estudio del crecimiento se enfoca en aspectos cuantitativos, mientras que el desarrollo aborda aspectos cuantitativos y cualitativos a la vez; evidentemente la separación es artificial, el crecimiento también implica cambios cualitativos (Holt, 2021; Rodríguez-Soto, 2023, 2024<sup>a</sup>; Setterfield, 2021).

A lo largo de este desarrollo histórico, el desarrollo tendió a comprenderse en términos de recursos. Esto se refleja con mayor claridad no en el desarrollo, sino en las carencias, por ejemplo, en la construcción de canastas básicas. Originalmente, se construía una canasta de eficiencia fisiológica, es decir, el costo de los bienes necesarios para que el organismo funcionara bien (Townsend, 1962; Desai, 2000).

Posteriormente, Charles Booth, señaló que familias capaces de adquirir la canasta de eficiencia calórica no lograban cubrir cuestiones básicas, como la inscripción de sus hijos a la educación (Townsend, 1962).

Pese al avance, al contemplar necesidades de una manera más amplia, desde las condiciones relativas a la sociedad en que se habita (Rodríguez-Soto, 2024<sup>a</sup>), se trataba, aún, de un enfoque mercado-céntrico (De Haan, 2000). Aunque se ampliaba la base de que se aceptaba como básico, siempre se seguía utilizando los recursos o el ingreso como parámetro, con el mercado como institución única de aprovisionamiento. Es Sen (1999) quien rompe con este esquema, al articular el enfoque de capacidades, aunque el mismo reconoce que sus bases son de larga data, identificando incluso a Aristóteles.

### 2.1.3. Enfoque de capacidades

Sen (1999) define el desarrollo como el incremento progresivo de las capacidades y libertades que tienen las personas para desempeñar las funciones sociales que valoran y tienen razones para valorar. El proceso de desarrollo, para este enfoque, es la expansión progresiva de capacidades y libertades (rol constitucional), pero el ejercicio de ellas es también la mejor forma de promover su expansión (rol instrumental); así que tienen un papel constitucional y otro instrumental en el desarrollo (Sen, 1999).

Entrado en las precisiones conceptuales, se entiende por capacidades la potencialidad de las personas, o sea, la capacidad para hacer o ser, lo hagan o no. Las capacidades que son llevadas a cabo se concretan en funciones. Ahora bien, la libertad implica que las personas puedan elegir que funciones realizar de su acervo de capacidades, entendiéndola como enmarcada dentro de un arreglo social. En otras palabras, se refiere a que las personas pueden desempeñar funciones libremente dentro de ciertos marcos institucionales. Por lo tanto, las funciones deben ser comprendidas como funciones sociales, no por darse siempre explícitamente en un entorno social, sino porque las llevan a cabo seres sociales.

Al plantear la libertad como arreglo social se refleja que no todas las personas tienen igual oportunidad o capacidad para transformar recursos en calidad de vida (Sen, 1999; Desai, 2000; Hick, 2012; Rodríguez-Soto, 2022<sup>a</sup>; 2024<sup>a</sup>). Por ejemplo, en una sociedad machista una mujer tiene libertad (*liberty*) de hacer las mismas cosas que un hombre, pero puede no ser libre de hacerlo efectivamente (*freedom*). Estas son restricciones que no dependen de sus recursos; aun sin restricciones formales puede haber informales, que limiten las posibilidades de las personas. Este tipo de reflexiones lleva a uno de los aportes clave de Sen (1999, 2019), incluir en la discusión sobre el desarrollo los marcos informacionales desde los que se valora, juzga y toman decisiones.

Este enfoque postula que no existe una única forma de ser racional, o una única aproximación a la valoración de la vida y el desarrollo (Rodríguez-Soto, 2023, 2024<sup>a</sup>; Sen, 1999, 2019). Se reconoce que diferentes personas pueden tener diversas razones para valorar distintas cosas, y para cada una existe una razón y una forma de proceder racional. Esto es más sencillo de comprender con un ejemplo, un utilitarista dará prioridad a la utilidad en sus decisiones, un igualitarista a la distribución, y, aunque sus elecciones puedan ser opuestas, cada uno actúa racionalmente desde su propio criterio.

La admisión de la variabilidad en los marcos informacionales es una ruptura fundamental con la teoría neoclásica y todo el análisis precedente, pues este solo admitía la valoración utilitarista. Esto permite dejar atrás el sesgo mercado céntrico persistente en las discusiones y medidas empleadas para el desarrollo. Debido a que supone mover el núcleo de la discusión más allá de los términos absolutos o relativos (Desai, 2000) y de los subjetivos y objetivos (Hick, 2012). El enfoque se preocupa por lo que las personas pueden hacer, no por lo que sienten o tienen, sino por sus posibilidades para ejercer funciones. Obviamente estos aspectos se incluyen dentro de las capacidades clave para el desarrollo, pero ninguno ocupa una posición prioritaria en relación con otras capacidades.

La movilización de la interacción social y procesos al entorno digital crea oportunidades y riesgos en tema de libertades y capacidades. Determinadas por las competencias digitales, como barrera informal para ser un miembro activo de la

sociedad digital. En esta nueva etapa de la sociedad, el conocimiento para desenvolverse digitalmente o manejar tecnologías actúa como una restricción al espectro de funciones sociales que un individuo puede desempeñar. También, es un requerimiento para acceder a mercados o segmentos de mercado y para algunas mejoras productivas. En la actualidad el desempeño de funciones es dependiente de la interfaz, limitando las posibilidades de las personas para transformar sus medios en calidad de vida.

Esto es potencialmente problemático al considerar que los territorios rurales enfrentan dificultades en acceso y apropiación de tecnologías digitales (Roberts et al., 2017). Al ser el sector agropecuario uno de los de mayor preponderancia en el mundo rural, los procesos de digitalización en el sector pueden ser un vehículo para crear y expandir capacidades de forma inclusiva en los territorios. En especial porque las competencias digitales parecen responder a dinámicas etarias y socioeconómicas, no tanto a tipología de zona, y, además, es relativamente más caro proveer de servicios y conexión a territorios rurales (Roberts et al., 2017).

Entonces, el incremento en el uso de tecnologías digitales en la producción agropecuaria podría mejorar las capacidades y competencias digitales de la población; mientras vuelve rentable la inversión en infraestructura. A la vez, el incremento y uso de estas competencias propicia la capacidad de innovar de los agentes que las implementan en sus procesos. Debe recordarse que las tecnologías digitales no sustituyen a las actividades económicas tradicionales, pero expanden sus posibilidades (Roberts, et al., 2017; Ulezko, et al., 2019), algo similar podría decirse acerca de las capacidades.

Así, la digitalización del sector agropecuario promueve el desarrollo de competencias digitales en segmentos de la población y territorios usualmente rezagos en este tema, y de paso fomenta mejoras en la provisión de servicios e infraestructura. Esto puede atraer actividades conexas, creando nuevas oportunidades en los territorios y transformando sus relaciones con los centros urbanos. Lo que es clave, considerando la importancia de la innovación y actitud innovadora para el desarrollo de los territorios (Berdegué, et al., 2011) y las dinámicas de poder entre “centros y periferias”. Lo que consolida el desarrollo

territorial desde la creación de capacidades que expanden las posibilidades y libertades de la población.

#### 2.1.4. Desarrollo territorial

Ahora bien, el desarrollo va mucho más allá de una curiosidad teórica, es un objetivo social y el promoverlo es parte del trabajo de la política pública (Rodríguez-Soto, 2024b). Al ser un fenómeno empírico, no puede tratarse únicamente en el dominio de las ideas, debe ser contextualizado en un lugar e historia (Dourojeanni, 1999; Rodríguez-Soto, 2024b). Es decir, ocurre en un espacio, entendiendo este espacio más allá de un lugar físico, en sentido físico-relacional (Aroncena, 2013; Barboza, et al., 2020; Berdegué, et al., 2011; Buendía y Côté, 2014; Roberts, et al., 2017; Rodríguez-Soto, 2024b; Schejtman y Berdegué, 2004; Valencia, et al., 2020). Incluyendo en él las relaciones sociales, sus complejidades institucionales y organizacionales, las particularidades de la vida humana y sus relaciones con el medio ambiente (Rodríguez-Soto, 2024b).

En palabras simples, la territorialidad es el espacio del desarrollo, como noción político-administrativa, necesaria para el trabajo de conflictos entre metas y objetivos, y axial al pensar implementación (Dourojeanni, 1999; Rodríguez-Soto, 2024b). Esto es todavía más importante al pensar en el desarrollo rural, ya que el predominio del enfoque sectorial ha llevado muchas veces a una identidad implícita entre desarrollo rural y desarrollo agrario, provocando que la política de desarrollo rural se articule como política de desarrollo agrario (Roberts, et al., 2017; Schejtman y Berdegué, 2004). Aunque este enfoque no fue muy satisfactorio ante la desaceleración económica de los años 70 del siglo XX (Aroncena, 2013).

Una segunda razón para la creación de un enfoque territorial para abordar los problemas del desarrollo rural y política para el desarrollo rural se encuentra en la pluralidad y diversidad del concepto de ruralidad (Buendía y Côté, 2014; Roberts, et al., 2017; Valencia, et al., 2020). Esto lleva a que, pese a que la importancia del enfoque territorial es innegable, no exista una definición unívoca para definir la territorialidad. Es posible plantear diferentes delimitaciones de territorio, como los

conceptos de centro-periferia (Di Filippo, 1998), localidad y globalidad (Aroncena, 2013), o definiciones de territorios como unidad socio-política-cultural (Berdegué, et al., 2011; Schejtman y Berdegué, 2004; Valencia, et al., 2020). Advirtiendo que no se pretende una sustitución del enfoque de política sectorial, sino articularlo en aras de los mejores intereses de los territorios (Rodríguez-Soto, 2024b; Valencia, et al., 2020).

Las delimitaciones de localidad-globalidad, se plantean durante la desaceleración económica de los 70s, como una estrategia de desarrollo alternativa en Europa (Aroncena, 2013). En el caso de Latinoamérica, la localidad se plantea como respuesta a dificultades del desarrollo y privaciones, ante necesidades insatisfechas en los territorios, por ejemplo luz o agua, generalmente encarnada en iniciativas de economía solidaria y cooperativa (Aroncena, 2013; Buendía y Côté, 2014). Evidentemente, se trata de conceptos que solamente pueden definirse en términos relativos, o sea, la localidad solo puede existir en relación con alguna globalidad (Aroncena, 2013).

Las bases de la localidad como estrategia para el desarrollo son los actores locales y la sociedad local (Aroncena, 2013); en sus diferentes modalidades de organización y gobernanza. Se define sociedad local como sistema relacional de acción en un territorio, que produce y gestiona valores comunes y bienes. Ahora, los actores locales se definen como agentes, instituciones, organizaciones y grupos que tienen como espacio de acción a la sociedad local. Se trata de un concepto que permite el uso de variables cuantitativas y cualitativas para establecer categorías desde aspectos socioeconómicas y culturales (Aroncena, 2013).

El segundo punto por abordar tiene que ver con los cambios en las dinámicas de la ruralidad vinculados a la globalización (Buendía y Côté, 2014). Tradicionalmente, la zona rural ha sido tratada como más estática y hasta pasiva en relación con zonas urbanas, además, tiende a presuponerse que es homogénea (Roberts, et al., 2017; Rodríguez-Soto, 2024b). Esto lleva a la consecuencia de que muchas políticas y planes de desarrollo rural sean medidas genéricas (Roberts, et al., 2017; Rodríguez-Soto, 2024b), frecuentemente asociadas con el desarrollo agrario (Barboza, et al., 2020; Roberts, et al. 2017; Rodríguez-Soto, 2024b; Schejtman y Berdegué, 2004).

Pero ruralidad es un concepto relacional y plural, con actores e instituciones, es una forma de vida social (Buendía y Côté, 2014; Roberts, et al., 2017; Valencia, et al., 2020).

La consecuencia más perniciosa de lo anterior, es que la ruralidad suele concebirse como una forma de periferia, no como una alternativa para el desarrollo (Valencia, et al., 2020). El enfoque territorial plantea entender unidad territorial como unidad funcional socioeconómica y culturalmente (Berdegué, et al., 2011; Schejtman y Berdegué, 2004; Valencia, et al., 2020), como espacio constitutivo del desarrollo de una forma específica de vida (Rodríguez-Soto, 2024b). Entonces, para promover el desarrollo de los territorios se considera que debe trabajarse en dos ejes de acción: en la estructura productiva y en el desarrollo institucional (Barboza, et al, 2020; Schejtman y Berdegué, 2004).

Y, según Buendía y Côté (2014), hay que considerar cinco rasgos de la ruralidad a la hora de la implementación: dimensión territorial, vinculaciones urbano-rurales, complementariedad de actividades agro/no-agro, integración a mercados y protección del ambiente. Con miramientos desde la perspectiva del territorio en sí mismo, y desde la perspectiva de la globalidad hacia la localidad (Berdegué, et al., 2011). Para tener una visión de desarrollo “endógeno”, que considera las múltiples interacciones de los agentes internos y externos, de la localidad con la globalidad, y del territorio con otros territorios y la nación.

Desde estas consideraciones es fácil ver como los procesos de digitalización del sector agropecuario pueden ser un puente entre las diferentes instancias espaciales del desarrollo y sus relaciones. Ya que crean nuevos espacios de contacto entre agentes, tanto internos como externos. Por ejemplo, mejorando la coordinación en los mercados, acercando las interacciones entre agentes al llevarlas al medio digital y mejorando los sistemas productivos en el territorio. Pero, también, hay tomar en cuenta los efectos en las relaciones del territorio con otros territorios y centros urbanos. En particular en tema de coordinación del mercado, comercio y en la importancia estratégica de los territorios rurales en la provisión de servicios ecosistémicos (Valencia, et al., 2020). Adicionalmente, al incrementar las

competencias digitales de la población se habilitan nuevos mecanismos por los que las personas pueden incidir en los procesos políticos y acceder a organizaciones.

En conjunto, la digitalización del sector agropecuario tiene incidencia en los dos ejes centrales del enfoque del desarrollo territorial: cambios en sistemas productivos y desarrollo institucional. A la vez, el enfoque territorial es de gran utilidad para implementar y fomentar soluciones digitales y tecnológicas específicas, así como en la creación de capacidades; favoreciendo la inclusión económica, a nivel de agentes y territorios. Con potencial para mejorar los procesos y facilitar las dinámicas a nivel local, a través de la mejora de los sistemas productivos, mientras que transforma las relaciones entre zonas rurales y urbanas, habilitando nuevas interacciones entre agentes, crucial para la innovación, coordinando sistemas alimentarios y acercando oferta y demanda.

#### 2.1.5. Dinámicas de inclusión/exclusión socioeconómica

En las definiciones de política pública y económica, solían utilizarse estos términos como una cuestión asociada a las definiciones administrativas, para identificar quiénes estaban dentro o fuera de ciertos programas o instrumentos de política (Mascareño y Carvajal, 2015). Las concepciones de inclusión y exclusión, en su acepción actual, son atribuidos a Rene Lenoir (1974), con el objetivo de profundizar en la complejidad de las dinámicas de pobreza y privación. Este marco de trabajo se concentra en los aspectos relacionales exclusión, permitiendo entender mejor el proceso por el que las personas son excluidas o incluidas de los distintos ámbitos de la vida social (De Haan, 2000; Hick 2012; Sen, 2000).

Este énfasis en los aspectos relacionales amplía los fenómenos más allá de las relaciones del Estado con los ciudadanos. Postulando una definición desde las posibilidades de participación, membresía y pertenencia de las personas en diferentes ámbitos de su vida social (De Haan, 2000; Mascareño y Carvajal, 2015). Estos conceptos enriquecen el análisis, ya que cuestiones como pobreza o privación son hechos consumados (resultados culminativos), mientras que el análisis de inclusión y exclusión permiten profundizar en las causas y procesos (Resultados

cumulativos) (Sen, 2000). Así, se amplía el espectro de estudio, incluyendo fenómenos sociales, institucionales, económicos y de política pública (De Haan, 2000; Hick, 2012; Mascareño y Carvajal, 2015).

A la vez, al articular el estudio desde estos conceptos es posible abarcar otro tipo de aspectos relacionales del proceso de privación: las relaciones entre diferentes privaciones (De Haan, 2000; Mascareño y Carvajal, 2015; Sen, 2000). El enfoque de capacidades demuestra como las capacidades se enlazan y promueven entre sí para fomentar el desarrollo; los conceptos de inclusión/exclusión muestran como las privaciones pueden encadenarse entre sí, para generar más privación. Este razonamiento une indisolublemente el estudio de la exclusión/inclusión al enfoque de capacidades (De Haan, 2000).

Ahora bien, evidentemente, al comprender la exclusión/inclusión en sentido relacional y amplio, es simplista pensar las variables en sentido binario (Mascareño y Carvajal, 2015). La razón de esto es sencilla, cada persona, en el desarrollo de su vida, entra en diferentes núcleos de pertenencia, que no necesariamente están mezclados y en los que tiene diferentes roles y grados de participación (Rodríguez-Soto 2022b). Debido a ello, desde la sociología sistémica, se propone trabajar con esferas de pertenencia (Mascareño y Carvajal, 2015).

Al contemplar la inclusión/exclusión como una variable de carácter difuso, es necesario abarcar otra dupla conceptual, para volver operativa esta definición: la equidad e inequidad (Mascareño y Carvajal, 2015). Este concepto se utiliza para capturar el rol de las diferencias individuales en los procesos de exclusión/inclusión, sean diferencias cuantitativas o cualitativas. Con ello es posible entender la equidad en la inclusión o exclusión, como una variable dependiente de las diferencias y particularidades entre los actores sociales, sea cual sea su naturaleza (Mascareño y Carvajal, 2015; Sen, 2000).

Entonces, a nivel social, este tipo de dinámicas pueden ocurrir con cualquier grupo que se considere minoría (o mayoría) a razón de algo particular (género, sexo, etnia, color, lugar de procedencia, competencias, alfabetización, etc.). Y, se cuentan entre los factores que afectan la capacidad que tienen las personas para transformar sus recursos en las vidas que desean llevar (Sen, 1999; Desai, 2000; Hick, 2012;

Rodríguez-Soto, 2022<sup>a</sup>). Por ello, algunos proponen utilizar factores de conversión más allá de los recursos disponibles, para estudiar estas posibilidades (Sen, 1999; Hick, 2012; Rodríguez-Soto, 2024<sup>a</sup>).

Dado que esta investigación está enfocada en el nivel sectorial (agropecuario), es necesario precisar en los conceptos de inclusión/exclusión económica, pese a que las interrelaciones entre este y otros ámbitos de la vida social serán tomadas en cuenta también. Al hablar de inclusión económica se trata de oportunidades y recompensas económicas para participar en la economía, para grupos, individuos, minorías o mayorías (Lagarde, 2014; Schildt y Rubin, 2015; Fujimoto y Uddin, 2021). Siendo así, exclusión económica es la falta de estas oportunidades, o condiciones desiguales de participación en la economía (Fujimoto y Uddin, 2021).

La digitalización de la economía, y las dinámicas de exclusión basadas en ella, son particularmente relevantes al pensar en desarrollo rural, en especial al recordar los retos estructurales tradicionalmente enfrentados por estos territorios (Roberts, et al., 2017). Siendo este el caso, la digitalización del sector agropecuario puede jugar un rol clave en el desarrollo de competencias digitales en los territorios rurales; pues la economía rural se caracteriza, comúnmente, por actividades económicas agropecuarias, turismo y servicios ecosistémicos (French, 2022), con la agricultura como eje central (Roberts, et al., 2017; Rolandi, et al., 2021).

Al contemplar potenciales limitaciones debe pensarse tanto en acceso como en uso. En tema de acceso, debe considerarse la diversidad de tecnologías y sus costos respectivos, puesto que hay aplicaciones de bajo costo y otras que requieren de equipo y programas costosos. Esto crea un punto de riesgo exclusión, ya que los grandes productores cuentan con más recursos propios y mejores condiciones de acceso a crédito para innovar (Valencia, et al., 2020). Esto limita el potencial de la innovación para fomentar el desarrollo sostenible e inclusivo, de paso incrementando el riesgo de perpetuar o profundizar las disparidades (Valencia, et al., 2020).

En relación con el uso, la transición a la economía digital viene acompañada cambios en las dinámicas y competencias necesarias para participar en la economía y sociedad (Bejaković, y Mrnjavac, 2020). Esto abre la puerta a un nuevo riesgo de

exclusión basado en las competencias digitales (Ulezko, et al., 2019; Bejaković, y Mrnjavac, 2020; Rolandi, et al., 2021), que, fácilmente, se translitera en exclusión socioeconómica (Bejaković, y Mrnjavac, 2020), dada la transversalidad de la digitalización. Hay quienes llegan a plantear las competencias digitales como una cuestión determinante para la auténtica ciudadanía del siglo XXI, como elementos necesarios para interactuar con el contexto social, cultural y técnico (Area, 2015).

En aras de la inclusividad y equidad, debe advertirse que el modelo capitalista presenta algunas fallas, pero no parece que se le vaya a trascender pronto, entonces, la cuestión es transformarlo (Lagarde, 2014; Jong, 2021; Piketty, 2014). Para lograr esta transformación, se plantea el concepto de capitalismo inclusivo (Lagarde, 2014; Borko, 2016; Jong, 2021), que pretende trabajar en mejorar la confianza, oportunidades y recompensas (Lagarde, 2014; Schildt y Rubin, 2015; Fujimoto y Uddin, 2021). Desde allí, se propone diversos caminos para lograrlo algunos proponen cambios en regímenes impositivos para redistribuir ingresos (Piketty, 2014), otros recurren a iniciativas de economía solidaria (Segura y Chaves, 2012) y cooperación (Jiménez, 2011).

Algunos proponen que las instituciones ancladas localmente son el mejor canal para la inclusión, pues son parte de la historia y dinámicas locales; además, muchas son públicas o sin fines de lucro, por lo que la inclusión ya es su misión (Schildt y Rubin, 2015). También, se habla del liderazgo positivo, que da oportunidades a los vulnerables, incrementando sentimientos de pertenencia y empoderándolos; el liderazgo abre oportunidades, pues existen, pero no están disponibles para todos (Fujimoto y Uddin, 2021). Finalmente, se postula un cambio de propósito para las organizaciones, para los neoclásicos el objetivo es el beneficio, en la teoría organizacional las firmas tienen propósitos concretos, así se aboga por mover el foco del valor de mercado al valor social (Jong, 2021).

En el caso de Costa Rica, la economía solidaria y cooperativa ha jugado un rol clave en atender a estos postulados (Jiménez, 2011; Segura y Chaves, 2012). Los mecanismos de gobernanza colaborativa, de redes y cooperativa han permitido a pequeños productores acceder a ventajas de escala, reservadas a empresas grandes, mejorando sus estructuras de costos. Facilitando la adquisición de equipo

o certificaciones para acceder a eslabones de Mayor valor agregado en cadenas de valor, usualmente acaparados por intermediarios y procesadores (Jiménez, 2011). También, estas estructuras han probado ser un salvavidas en momentos de crisis, ante la falta de alternativas (Segura y Chaves, 2012).

Estas estructuras de gobernanza son relevantes en el caso de los procesos de digitalización del sector agropecuario en varios frentes. Primero, la acción colectiva organizada permite crear canales de intercambio para establecer relaciones directas entre productores y consumidores, al trasladarlos las interacciones al entorno digital. Segundo, las ventajas de escala reducen el costo relativo del capital, e. gr. un mismo equipo puede usarse en varias producciones; a la vez, se facilita el acceso al financiamiento para los productores pequeños como coalición. Tercero, la economía solidaria crea espacios para la socialización del conocimiento y técnicas dinamizando los sistemas de innovación y fomentando el desarrollo de los territorios.

#### 2.1.6. Desarrollo sostenible

Como se mencionó antes, durante gran parte de la historia el crecimiento económico no fue un fenómeno de interés especial, hasta la revolución industrial y los sucesos de la Segunda Guerra Mundial, que dieron inicio a un período de crecimiento vertiginoso (Piketty, 2014; Rodríguez-Soto, 2023, 2024<sup>a</sup>; Setterfield, 2021). Este incremento del ritmo de crecimiento de la economía tuvo diversos efectos, algunos más allá de lo económico, como el ritmo inusitado de deterioro de la naturaleza (Steffen, 2022); demarcando un período denominado la gran aceleración (Setterfield, 2021; Steffen, 2022).

En él, se pensaba la naturaleza como ajena a lo económico, cual reservorio de recursos o vertedero de residuos (Common & Stagl, 2009; Constanza, 1999; Martínez-Alier, 1995). El incremento de la presión del sistema social sobre la naturaleza llevó a efectos como mayor escasez, menor calidad de los recursos y cambios en las funciones de los ecosistemas. Las preocupaciones se materializan en la economía ambiental, que plantea un marco para incluir bienes y recursos

naturales en las dinámicas del mercado y precios (Gómez, 2003). Posteriormente, ante el reclamo de que los valores de la naturaleza superan lo instrumental (Martínez-Alier, 1995), surge la economía ecológica. Que trasciende la separación disciplinaria (Gómez, 2003); como diálogo disciplinario, visibilizando y deliberando, pluralmente, dinámicas socioeconómicas y ambientales en co-evolución (Constanza, 1999).

Así, ante la evidencia de diversos hechos ambientales que revelan una crisis, aparecen varias narrativas, algunas catastróficas, otras optimistas (Chávez, 2019). Entre ellas, aparece una opción más equilibrada (Chávez, 2019), que se conceptualizó como “eco-desarrollo” en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano, en Estocolmo en 1972. En conjunto con el enfoque de capacidades, evoluciona para convertirse en desarrollo sostenible, reflejado en el *Informe sobre el desarrollo humano* (1990), del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Proponiendo un desarrollo deseable a nivel social, viable a nivel económico y prudente desde la perspectiva ambiental (Dourojeanni, 1999; Segura y Chaves, 2012; Chávez, 2019), cuya multidimensionalidad llama a una perspectiva sistémica (Rodríguez-Soto, 2024<sup>a</sup>).

De esta forma se plantean los conceptos de sostenibilidad y sustentabilidad, como instrumentos para equilibrar los “factores” del desarrollo humano (Dourojeanni, 1999). Usualmente estos epítetos, que acompañan a la palabra desarrollo, suelen tomarse por sinónimos, ya que hacen referencia a las relaciones de los sistemas humanos con los ecosistemas y a conflictos eco-distributivos (Chávez, 2019). Pero hay ciertos matices y diferencias a considerar. La sustentabilidad se refiere a la forma en que se sustenta la vida humana, en un momento y lugar, la sostenibilidad se refiere a la continuidad temporal de la sustentabilidad (Dourojeanni, 1999; Rodríguez-Soto, 2024<sup>a</sup>). La sustentabilidad se asocia a las formas presentes, y la sostenibilidad a *sostener* dicha sustentabilidad en el tiempo.

En el caso del sector agropecuario, la industrialización y aceleración de la actividad económica se encarnaron por años en la llamada Revolución Verde (Chávez, 2019). La Revolución Verde logró, efectivamente, un incremento

significativo de la productividad, pero también conllevó una serie de impactos considerables sobre el medio ambiente (Chávez, 2019). Algunos de estos impactos fueron una mayor erosión de suelos, contaminación de cuerpos de agua, disminución de la biodiversidad, aumento de la toxicidad de los alimentos por residuos químicos, problemas de salud para la población rural y empobrecimiento de productores de escasos recursos (Chávez, 2019).

Estos impactos ambientales hicieron un llamado imperante a la acción, en especial por la importancia estratégica de los territorios rurales en la provisión de servicios ecosistémicos (French, 2022; Valencia, et al., 2020). La visión sistémica impulsada por los criterios del desarrollo llevó al planteamiento de la agroecología, que comprende la sustentabilidad y sostenibilidad más como procesos que como metas (Chávez, 2019). Con una noción de trasfondo socio-ecológica, que reconoce los aspectos relacionales de la interacción entre el sistema social y los ecosistemas; i.e. que muchas veces las decisiones responden a criterios socioeconómicos, no técnicos (Chávez, 2019).

Un agro-ecosistema se componen de elementos biofísicos, como clima, suelo, geología, topografía y biodiversidad; también, se caracteriza por elementos económicos, como tecnología, combinaciones técnicas, manejo y gestión; finalmente, hay que tomar en cuenta las relaciones sociales y culturales (Chávez, 2019). Desde la sustentabilidad se busca mantener su capacidad productiva, preservar la biodiversidad, y su capacidad de autopoiesis (Chávez, 2019). En especial al considerar estudios recientes, que resaltan el rol de las producciones agrícolas desde sus aportes a los servicios ecosistémicos y funciones como corredores biológicos (Hernández, 2020).

Siendo la capacidad para innovar la capacidad para transformar el sistema y sus relaciones con los ecosistemas (Chávez, 2019), es necesario establecer el potencial de la digitalización para promover una transformación socio-ecológica sostenible del sector agropecuario. Inicialmente, los procesos de digitalización del sector agropecuario plantean cambios en la sustentabilidad, es decir, en las formas de vida, dinámicas sociales y económicas. Entre los impactos potenciales en los

sistemas productivos se cuentan un mejor control de vertidos y emisiones, y más precisión en el uso de recursos.

Adicionalmente, las preocupaciones por la sostenibilidad desde los núcleos urbanos renuevan la importancia estratégica del desarrollo de los territorios rurales, por su rol protagónico en la provisión de servicios ecosistémicos. Las tecnologías de la información permiten llevar un mayor control y conocimiento de estos servicios, incluso mejorar su provisión; combinado con la política adecuada este podría ser un motor para desarrollo rural (Valencia, et al., 2020). De manera que mejore la sostenibilidad del sistema completo y transforme la sustentabilidad del modelo desarrollo de territorios rurales. Mediante una modificación de las relaciones entre economía rural y ambiente, a través de un vínculo con las zonas urbanas.

Los mejores sistemas de información y precisión de los procesos incrementan la competitividad económica (Klerkx, et al., 2019; Vorobeva, et al., 2021), mientras optimizan el uso de sustancias nocivas para el medio ambiente y la salud humana. A la vez, la información más completa y en tiempo real suministrada por las tecnologías puede contribuir a construir conocimiento y mejorar aún más las relaciones entre sistemas productivos y ambiente. Sin mencionar que la tendencia de innovación actual en el sector agropecuario combina soluciones de tecnologías de la información y bioeconomía (Goulet, et al., 2019). Esto es esencial para valorizar proceso, productos, recursos y residuos, favoreciendo una mayor circularidad y aprovechamiento de la biomasa y biodiversidad, conciliando objetivos económicos y ambientales.

## 2.2. Metodología

Esta sección especifica el proceder metodológico empleado en esta investigación para concretar los objetivos propuestos. Se emplearon dos metodologías distintas, el análisis de políticas públicas, más concretamente el método interpretativo de diseño de políticas públicas (Fontaine, 2015), y, el método de estudios de caso (Yin, 2003). Debido a ello, se considera una investigación de enfoque cualitativo.

La aproximación cualitativa en sí plantea retos al proceso de investigación, pues implica asumir ciertos postulados desde el comienzo y trabajar con fenómenos que son irrepetibles y no pueden ser capturados en su riqueza por los instrumentos de investigación (Schettini y Cortazzo, 2015). El análisis está presente a lo largo de todo el proceso de investigación y se realiza sobre la base de datos que son elaboraciones de la realidad (Schettini y Cortazzo, 2015). Es decir, el mismo objeto de investigación deriva de la delimitación y definición del problema, y los datos dependerán de la precisión de los métodos adoptados.

Al Considerar los objetivos de esta investigación, que escalan hasta niveles de generalización, es necesario hacer algunas observaciones sobre las posibilidades de extrapolación de resultados en el proceso de investigación cualitativo. Debe señalarse que en la investigación cualitativa las hipótesis son, muchas veces, el resultado del proceso de trabajo, y no tanto su principio (Schettini y Cortazzo, 2015). Así la generalización se hace mediante un examen metodológicamente estructurado de los datos, buscando aquello que comprenda todos los casos o su mayoría (Schettini y Cortazzo, 2015).

Uno de los señalamientos graves que se plantean a estas metodologías es sobre la rigurosidad del análisis y la validez de las generalizaciones, pues muchos estudios aprovechan la flexibilidad metodológica para justificar conclusiones ambiciosas. Aquí se considera que la extrapolación y pretensión de generalidad de los resultados en un trabajo de corte cualitativo depende de tres niveles categoriales y su coherencia: las categorías teóricas, las categorías analíticas y la codificación que media entre ellas.

Siguiendo a Schettini y Cortazzo (2015), las categorías teóricas surgen del desarrollo teórico (marco teórico y perspectiva teórica), es decir, responden a la teoría con que se trabaje, al problema de investigación, el propósito y alcance; las categorías analíticas son las que surgen de los datos, o sea, son las que brotan al procesar y analizar los hechos recogidos en el campo; finalmente, la codificación es el nexo lógico que une ambos niveles categoriales y permite el diálogo entre la teoría y lo observado.

Desde estas consideraciones, la naturaleza de la generalización permitida por investigaciones de enfoque cualitativo es distinta a la de los enfoques cuantitativos (Vargas, 2021; Yin, 2003). En investigaciones cuantitativas se llega a una generalización estadística, es decir, que se establece sobre universos o poblaciones, dentro de ciertos intervalos de confianza (Yin, 2003). En el trabajo cualitativo, al desprenderse de las metodologías de muestreo estadístico, este tipo de generalización no es viable (Yin, 2003). La generalización realizada desde el enfoque cualitativo es analítica, cuyo su propósito es alinear los resultados con teorías, para reforzarlas, modificarlas o refutarlas mediante el análisis (Yin, 2003).

Para el proceso de análisis, esta investigación plantea un trabajo dual, desde la perspectiva estructurada y un proceso de mapeo. La primera busca describir y caracterizar contextos, para definir temas y desarrollar conceptos, el segundo método de análisis enfatiza en las interrelaciones y redes, para mapear el contexto social (actores, organizaciones, instituciones, grupos, redes, etc.) (Schettini y Cortazzo, 2015).

El primer paso permitirá la comprensión del entorno de trabajo y desarrollar mejores categorías analíticas para enlazar con la codificación. La segunda instancia analiza el contexto de interacciones y como estas impactan en las variables de interés. Esto lleva al trabajo con datos longitudinales y transversales, pues se indaga en las razones históricas que llevaron a los cambios técnicos (longitudinales), mientras se comparan casos en el presente (transversales). Ahora bien, para definir las categorías y códigos apropiados, así como los métodos a emplear, es necesario clarificar el alcance de la investigación y que se pretende en cada fase de trabajo.

### 2.2.1. Alcance

En lo referente al alcance de esta investigación, varía según las distintas fases que se plantean en los objetivos; la variabilidad del alcance según las fases de trabajo es válida (Hernández Sampieri, et al., 2014). A continuación, se especifica el alcance de cada una de las fases de la investigación, según los objetivos y la clasificación planteada por Hernández Sampieri et al. (2014).

En primer lugar, tal como se plantea en la sección de antecedentes y justificación, la digitalización del sector agropecuario es un tema bastante nuevo a nivel global. Esto implica que existen pocos estudios previos, que la mayoría estén concentrados en los niveles descriptivos y exploratorios, y que no se encuentre literatura académica en el ámbito nacional. Debido a ello, se vuelve necesario que esta investigación comience por estos mismos ámbitos de trabajo.

En el caso del primer objetivo se plantea en el nivel exploratorio-descriptivo. Esto para buscar y examinar casos de experiencias de implementación de tecnologías digitales en el sector agropecuario y sus posibles efectos económicos. Este momento de la investigación es exploratorio, pues no ha sido llevado a cabo previamente en el país, por lo que se desconoce en buena medida que se ha realizado en la práctica. Además, se considera descriptivo, ya que se desarrollará mediante una metodología de estudios de caso, que pretende revelar características cualitativas en estas implementaciones y sus efectos económicos.

El segundo objetivo está en un nivel de trabajo descriptivo-correlacional. Este objetivo pretende analizar la estructura y ámbito de las políticas públicas y económicas y su impacto en el avance de la digitalización del sector agropecuario. Se plantea como descriptivo debido a que el primer paso para concretarlo es describir y caracterizar la matriz de políticas y su ámbito institucional, organizacional y de actores. Adicionalmente, se plantea que esta fase también posee aspectos correlacionales, pues busca analizar la contribución de la combinación y ámbito de política al progreso de la digitalización del sector.

Se considera que el tercer objetivo específico opera en el nivel correlacional-explicativo. Este objetivo pretende sintetizar elementos de política para escalar de

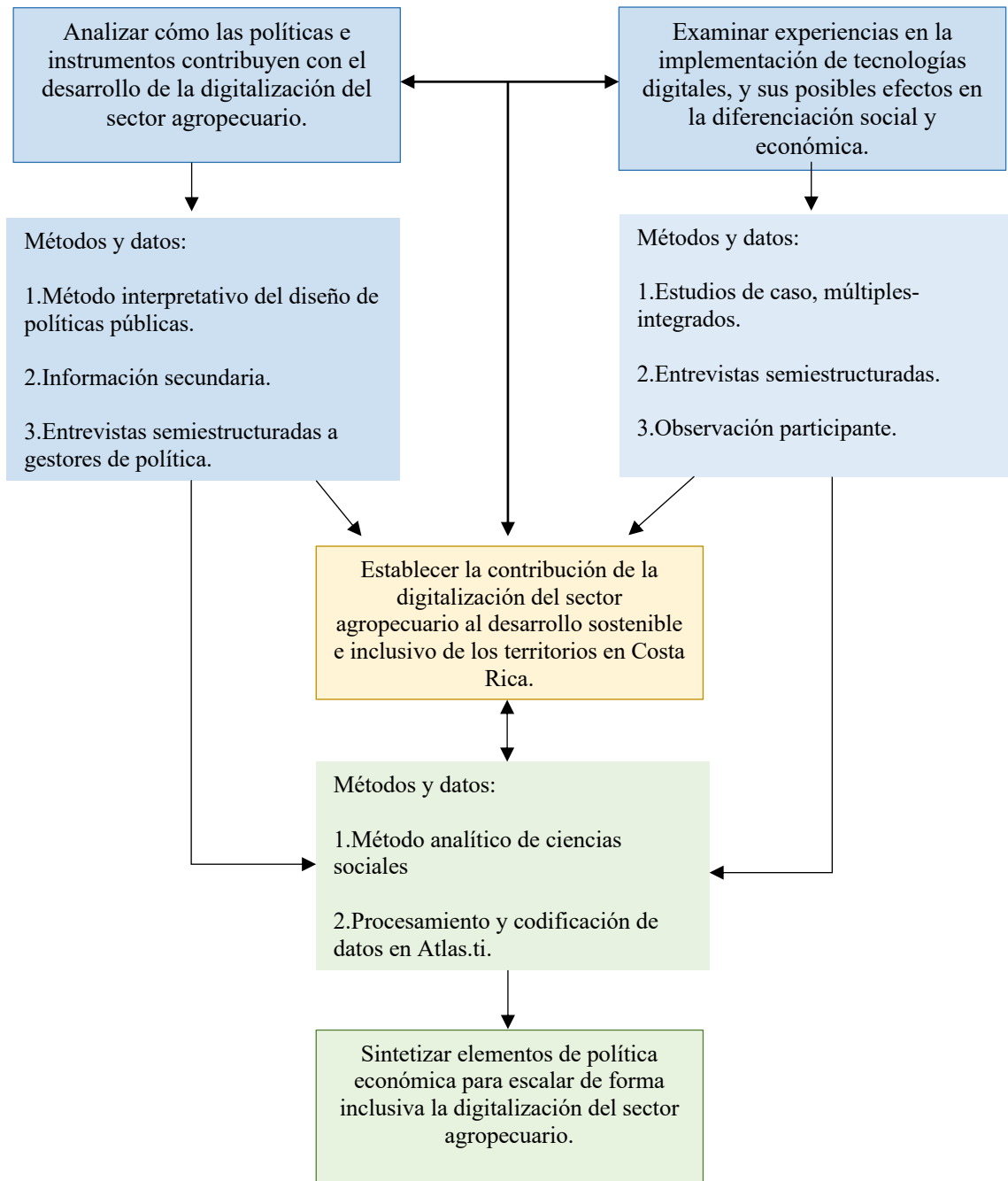
manera inclusiva la digitalización del sector agropecuario. Por un lado, se plantea como del nivel correlacional, puesto que parte de los patrones observados en las fases anteriores de la investigación. Por otro, se considera explicativo, ya que se propone escalar elementos a partir de esos patrones para emitir recomendaciones de política económica extrapolables.

Finalmente, el objetivo general de la investigación se plantea en el nivel explicativo. Este objetivo busca establecer la contribución de la digitalización del sector agropecuario al desarrollo sostenible e inclusivo de los territorios. En este sentido, se procura explicar cómo estos procesos de expresión de la economía digital en el sector agropecuario propician el desarrollo de los territorios. Estableciendo causas y condiciones para que este desarrollo se dé de una forma sostenible e inclusiva. El diseño de investigación se resume en la figura 1, más adelante. Los cuadros del mismo color llevan una relación de nodalidad, es decir, se desarrollan en momentos concurrentes de la investigación, los cuadros de diferente color implican secuencialidad.

### 2.2.2. Metodología de diseño de políticas públicas

El método del diseño de políticas públicas debe pensarse como un marco analítico y metodológico, no como una teoría en sí, compuesto de varias contribuciones y prácticas (Fontaine, 2015, 2019). Como tal, su propósito y utilidad descansa en favorecer la adopción de mejores políticas y combinaciones de instrumentos por parte de los gobiernos, basándose en la evidencia y realidad (Fontaine, 2015, 2019). Es decir, se desea saber cómo la combinación y diseño de políticas e instrumentos moldean la realidad social. El problema de interés es la instrumentación de las políticas con miras a concretar objetivos y metas sociales, partiendo del supuesto de que el éxito de la política depende de la combinación de instrumentos (Fontaine, 2015, 2019).

**Figura 1. Articulación del diseño metodológico.**



Fuente: Elaboración propia

Este análisis parte la perspectiva realista, siguiendo a Fontaine (2015), con los instrumentos como la evidencia de la política. La capacidad de acción pública surge de los recursos con que cuentan los instrumentos, hay cuatro tipos: información,

autoridad, tesoro y organización. Los de información abarcan las áreas relacionadas con el conocimiento, ya sea en temas de formación, distribución o inventariado y gestión. Los de autoridad son los que tratan los mandatos y cambios regulatorios, por lo común en ámbito institucional-formal. Los de tesoro agrupan las capacidades económicas, ya sea su financiamiento o habilitar fondos. Los de organización hacen referencia a las organizaciones gestoras o cambios organizacionales.

Cada instrumento requiere contar con una combinación específica de recursos para lograr capacidad de incidencia, i.e. de acción pública. Esta combinación dependerá en última instancia de los objetivos de la política en cuestión. Mientras que pueden ir dirigidos a dos dimensiones de impacto: sustantivas o procedimentales; la primera pretende cambiar la conducta social de los usuarios, la segunda, transforma las relaciones entre el Estado y los usuarios de las políticas.

Ahora bien, los instrumentos y políticas no operan sobre la nada, se desenvuelven en un espacio de política concreto, que es necesario caracterizar. Los elementos de este análisis son las agencias estatales, expertos, académicos, público y actores involucrados en general. De ellos debe analizarse el contexto, decisiones, marcos interpretativos y relaciones de poder; en palabras simples se debe mapear y describir el ámbito de la política. Así, un espacio de política puede ser inter o intra burocrático, según los programas dependan de varias agencias o de una sola. A la vez, puede ser simple, cuando hay una sola agencia y programa, o complejo, cuando involucra varias agencias y programas.

Hay que recordar que este enfoque tiene pretensión normativa, su propósito es la búsqueda de los instrumentos más adecuados a la realidad para la concreción de los objetivos propuestos. Para evaluar el ajuste de las políticas, se indaga en los posibles desajustes entre actores e instrumentos desde criterios específicos (Fontaine, 2019), contemplando la política como una combinación de instrumentos, cuestionando su eficiencia desde su coherencia y consistencia (Fontaine, 2015). Esta evaluación se realiza desde cada instrumento particular y desde la combinación de instrumentos como una política articulada.

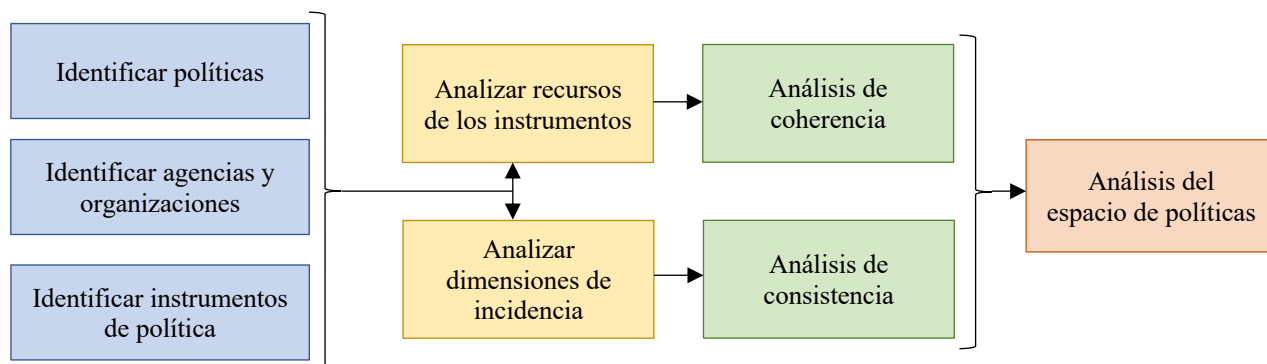
Para evaluar ajuste es necesario cuestionar a qué debe ajustarse la política, por ello hay que pensar en un contexto determinado. Lo que lleva a considerar las

políticas como cambios en el Estado que influyen en las relaciones entre el Estado y organizaciones, actores, comunidades o grupos; así como en sus relaciones recíprocas. Con el propósito de comprender cómo se ajustan los instrumentos al contexto y cómo pueden transformar las dinámicas sociales no es posible separar los mecanismos del contexto.

Los pasos necesarios para realizar el análisis incluyen un mapeo del espacio de políticas, un análisis de coherencia y uno de consistencia (Fontaine, 2015, 2019; Vargas, 2021). El mapeo del espacio de política consiste en identificar las políticas, actores y organizaciones relevantes. El análisis de coherencia revisa la alineación entre los objetivos de la política y sus instrumentos y recursos para alcanzar dichos objetivos. Luego, el análisis de consistencia se lleva a cabo a nivel de política, y evalúa el balance, o estilo de implementación, entre instrumentos de sesgo sustantivos y procedimental para alcanzar los objetivos.

Tras realizar todo este trabajo, es posible analizar el espacio de políticas. Adelantándose un poco a los resultados, debe señalarse que en esta investigación no es posible llevar el análisis de consistencia a cabalidad, por una discrepancia entre la estructura metodológica y la realidad. Porque este análisis se lleva a cabo a nivel de política completa, pero no fue posible identificar una en el país, por ello no puede analizarse su consistencia. La metodología utilizada para caracterizar y analizar el espacio de políticas públicas se resume en la figura 2.

**Figura 2.** Metodología para analizar el espacio de políticas públicas.



Fuente: Elaboración propia en base con Fontaine (2015).

### 2.2.3. Metodología de estudios de caso

La metodología de estudios de casos es una de las más populares entre las aproximaciones cualitativas (Yazan, 2015). Aunque esto no indica que solo se deba trabajar con datos y variables cualitativas; es más, autores seminales, como Yin, sugieren que el uso de datos de diferentes fuentes y naturalezas robustecen los resultados del análisis (Yazan, 2015; Yin, 2003). Pese a la difusión de los estudios de caso, este enfoque enfrenta algunas críticas con respecto a la rigurosidad de los procedimientos (Yazan, 2015; Yin, 2003) y la potencial dependencia de las conclusiones con respecto a las interpretaciones (Vargas, 2021).

Estos señalamientos dependerán en buena medida de cuál sea la aproximación específica que se utilice al plantear un diseño de investigación de estudios de caso, así como del área y fenómeno de estudio en sí. Algunos autores importantes en la metodología de estudios de caso, como Stake y Merriam, parten de bases epistemológicas distintas del positivismo (Yazan, 2015), por lo que la coherencia lógica y replicabilidad no son necesariamente su prioridad en el diseño metodológico. A grandes rasgos, se identifican dos tendencias epistemológicas centrales a los estudios de caso, el positivismo, con Yin (2003) como uno de los principales exponentes, y el constructivismo (Yazan, 2015).

La vertiente constructivista parte de que el conocimiento y la realidad sobre la que se investiga son construidos, no descubiertos (Yazan, 2015). Entonces, la realidad no es una existencia objetiva y unívoca, sino que existen múltiples interpretaciones de la realidad. Para esta aproximación el interés de la investigación está en cómo las personas experimentan el mundo y en el sentido que le dan. Así, el rol del investigador es el de un interprete y recolector de interpretaciones (Yazan, 2015), trabajando sobre elaboraciones de la realidad (Schettini y Cortazzo, 2015).

Por su parte, la línea de corte positivista presta atención a la validez, consistencia, objetividad, posibilidades de generalización y replicabilidad (Yazan, 2015; Yin, 2003). Para cumplir con estas condiciones, se plantea el estudio de casos como una estrategia de investigación, para recopilar y analizar información, transversal a todo el proceso de trabajo, bien estructurada y planificada (Yazan, 2015; Yin, 2003).

Con el diseño del proceso como el eje o conexión lógica entre las diferentes fases de la investigación, que permite enlazar la teoría con los datos (Yin, 2003); correspondiente con el nexo de codificación entre los niveles analíticos y teóricos de las categorías para lograr la generalización (Schettini y Cortazzo, 2015).

En esta investigación se adopta la línea de trabajo positivista, por ser más coherente con los objetivos propuestos. Por un lado, el tema de experiencias en digitalización de la agricultura es bastante nuevo en el país, incluso a nivel mundial, y la metodología de estudios de caso es reconocida como ventajosa en niveles de alcance exploratorio-descriptivo (Yin, 2003). Además, se pretende identificar efectos en la diferenciación social y económica, cumpliendo con un objetivo general que postula establecer, así la aproximación positivista es la más adecuada aquí, por su potencial para la generalización y su validez (Yin, 2003).

Es importante recalcar que para la aplicación de estudios de caso desde la perspectiva positivista debe contemplarse como una aproximación o estrategia metodológica (para los constructivistas los casos son más un objeto de estudio) (Yin, 2003). En este sentido, se trata de un método comprensivo, presente desde la elaboración teórica, pasando por la recolección de evidencia y hasta su análisis (Schettini y Cortazzo, 2015; Yin, 2003).

Se plantean cuatro posibles formas para los estudios de caso, siguiendo a Yin (2003), pueden ser simples o múltiples, holísticos o integrados. Los primeros dos tipos hacen referencia al diseño de la investigación, si se trabajará con uno o varios casos de estudio. La diferenciación entre holístico o integrada se refiere a las unidades de análisis que se trabajan. En caso de la unidades de análisis holísticas, el objetivo está en comprender la globalidad como un todo, en los diseños integrados el interés está en la integración de las partes en su detalle operacional.

En esta investigación se utilizará el estudio de casos múltiples, en particular debido al alcance general, ya que los casos múltiples fortalecen el análisis y permiten generalizar desde la evidencia con mayor solidez (Yin, 2003). Analizar múltiples casos permite el contraste entre ellos y con la teoría adoptada, lo que enriquece la discusión y conclusiones. Adicionalmente, pueden considerarse las divergencias o similitudes entre casos en los resultados para dar cuenta de las

variables de interés en el fenómeno de estudio (Yin, 2003). En palabras simples, se pueden comparar casos con condiciones similares, pero con resultados distintos, para intentar hallar las variables que explican la diferencia de resultados; o se puede comparar casos distintos con resultados similares, para buscar las variables que explican esos resultados<sup>1</sup>.

Como se desea conocer el impacto de los procesos de digitalización del sector agropecuario en el desarrollo sostenible e inclusivo de los territorios se elige adoptar un diseño integrado de estudio de casos. Si bien es cierto hay interés en conocer la dinámica como un todo, el diseño integrado resulta más adecuado al objetivo de conocer como impacta la digitalización en los diferentes aspectos del desarrollo sostenible e inclusión económica. Además, conocer el funcionamiento operacional de las relaciones entre partes favorece la identificación y emisión de recomendaciones de política pública; permitiendo un enlace más coherente con los objetivos específicos dos y tres.

Las unidades de análisis consideradas para estos estudios de caso serán las organizaciones o agentes que han implementado iniciativas de digitalización en actividades económicas agropecuarias. El contexto de dichas unidades de análisis será la comunidad y el territorio, considerando su grado de integración y los efectos de las relaciones entre procesos de digitalización y desarrollo sostenible e inclusivo. Comprendiendo la digitalización como expresión de los procesos de innovación que afectan las estructuras económicas y sociales, con impactos en la calidad de vida y desarrollo de los territorios. Se pretende identificar y establecer variables que hagan que esta conexión favorezca el desarrollo sostenible e inclusivo en los territorios donde se implementan soluciones digitales en actividades agropecuarias.

---

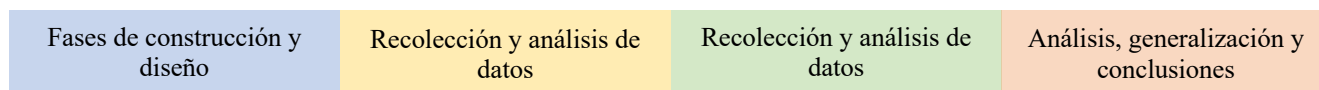
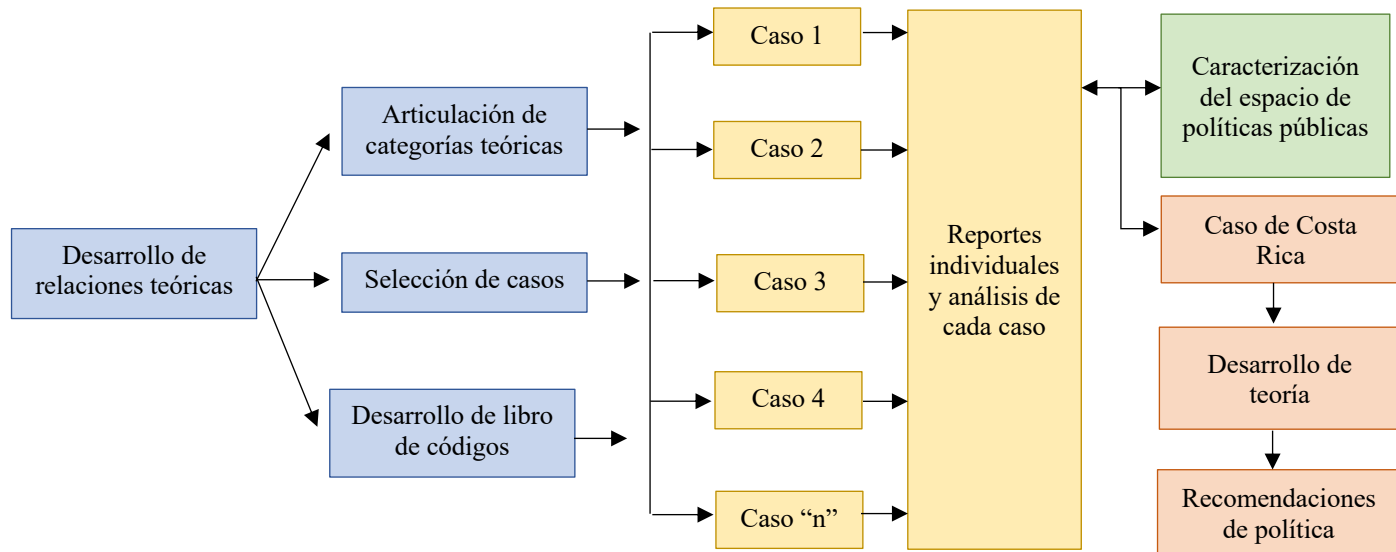
<sup>1</sup> Si bien esta investigación es cualitativa, la mejor forma de explicar estas proposiciones es mediante la forma funcional de las matemáticas. En la primera situación se tienen variables independientes similares, pero resultados en la variable dependiente distintos; en el segundo, variables independientes distintas, pero variables dependientes similares. Por ejemplo, siendo un caso simple:

$$f(x) = x_1 + x_2 + x_3 + \dots x_n$$

El objetivo del análisis sería buscar entre los casos cuáles de las  $x_n$  dan cuenta de los resultados favorables o negativos en  $f(x)$ , para llegar a un entendimiento más profundo de la relación funcional, evidentemente, en términos cualitativos, sin asignar magnitudes específicas.

Se utilizan diversas fuentes de información: entrevistas semiestructuradas, información secundaria y visitas a los territorios e iniciativas de digitalización, bajo una modalidad de observación participante. Para la selección de casos, se buscan producciones representativas en distintos territorios, pues se pretende extraer conclusiones para todo el país. Por ello, se busca indagar productos relevantes en los territorios, o algunos casos particulares en tema de implementación de tecnologías digitales en el sector agropecuario específicamente. El diseño de la metodología de estudios de caso se plantea en la figura 3, a continuación.

**Figura 3.** Diseño de los estudios de caso



Fuente: Elaboración propia, con base en Yin (2003).

Se trabajan los casos de la producción cafetalera, bananera, ganadería, caña de azúcar y palma africana; por ser las más relevantes en el sector. Ya que café, banano, caña de azúcar y palma representaron el 95,2% de la producción agrícola, según a Encuesta Nacional Agropecuaria de 2020. Por otro lado, la ganadería es la actividad agropecuaria que ocupa más fincas en el país (Hernández, 2020) y tiene

presencia en todo el territorio nacional. Además, se analiza el proyecto conjunto del Ministerio de Agricultura y Ganadería con Corea del Sur, sobre invernaderos inteligentes, pues tiene potencial para impactar diversos productos del sector.

## Capítulo III. Análisis de resultados.

### 3.1. Digitalización del sector agropecuario en Costa Rica: sistematización de experiencias

Como se mencionó antes, la aplicación de tecnologías digitales y de la información en el sector agropecuario es un tema prácticamente inexplorado en Costa Rica. Por ello, se dedica una primera fase de la investigación a sistematizar experiencias de innovaciones impulsadas desde las tecnologías digitales en el sector agropecuario de Costa Rica. Se trabajan los casos de la producción cafetalera, bananera, ganadería, caña de azúcar y palma africana; por ser las más relevantes en la economía nacional.

En este capítulo se caracterizará cada caso, entrando en detalles de la producción en el país y su importancia para los territorios rurales. Luego, se presentan directamente los casos de implementaciones de tecnologías en cada una de ellas; siempre conservando una mira hacia su contribución al desarrollo sostenible e inclusivo de los territorios. Los casos se construyen desde diversas fuentes de información, como datos previamente recopilados, información secundaria, entrevistas semiestructuradas y visitas de campo bajo la modalidad de observación participante.

#### **3.1.1. Producción cafetalera y uso de tecnologías digitales en Costa Rica**

Siguiendo el relato de Instituto de Café, la historia del café en Costa Rica inicia a finales del siglo XVIII, en el Valle Central, de hecho, el primer cafetal estuvo en un cruce de la Avenida Central, cerca de la Catedral Metropolitana. Desde sus comienzos, los gobiernos locales impulsaron la producción y en los primeros años de la vida independiente del país ya se apostaba por él para promover el desarrollo de la economía. La exportación de café inicia desde 1832, y se consolida hacia mediados del siglo XIX, siendo el único producto de exportación de Costa Rica hasta

1890. Así, por un período de la historia costarricense el café fue el eje del modelo desarrollo, al punto de que los granos aparecen en el escudo nacional.

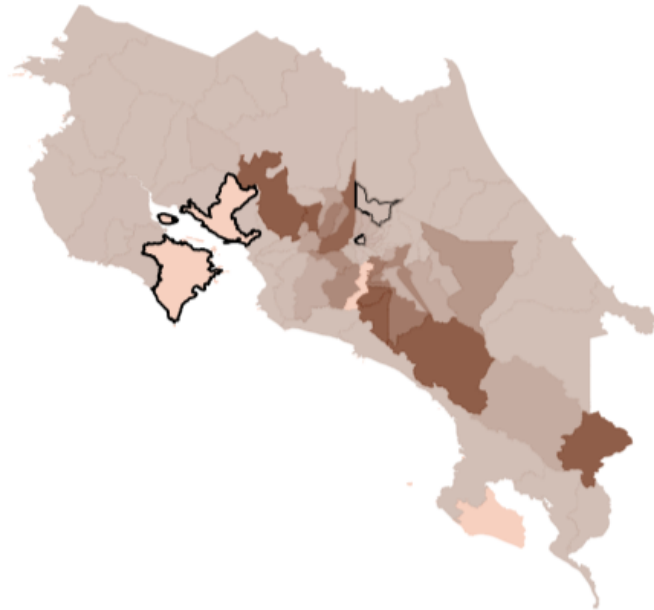
Esta importancia estratégica llevó a una experiencia sin precedentes: la fundación de un Instituto del Café (ICAFFE). El ICAFFE es una organización pública de carácter no estatal, cuya área de injerencia es la producción cafetalera en Costa Rica, siendo un modelo único en el mundo. Sus funciones incluyen el apoyo a la producción, aprobación de precios de mercado, fomento del consumo de café nacional e investigación y desarrollo.

Actualmente, el sector se ve amenazado por el cambio y variabilidad climática, que pueden disminuir la productividad de las plantas y favorecer la aparición plagas, como la roya. En respuesta a esto, el ICAFFE ha incorporado tecnologías digitales para la gestión de riesgo agroclimático. Mediante un sistema de alerta temprana para eventos hidrometeorológicos, con un margen de unos cinco días de anticipación. También, ofrece servicios de pronóstico de lluvias y condiciones meteorológicas, así como plataformas con información sobre los mercados. En conjunto, se pretende una articulación de plataformas que apoye la toma de mejores decisiones de cultivo y cosecha, en aras de mejores prácticas.

Una segunda amenaza está en el tipo de cambio, el café ha sido un producto de exportación clave para el país, pero esto mismo lo ha vuelto vulnerable a variaciones del tipo de cambio. Situación que ha causado reducciones significativas del ingreso de los productores en los últimos años (comunicación personal con Jimmy Porras, Cope Tarrazú, 12 de marzo de 2024) Si bien es cierto, el café ya no ocupa un lugar tan prominente en el producto interno bruto, sigue siendo vital para el desarrollo de las comunidades y territorios. Al 2020, el 24,3% de las fincas en el país se dedicaban al café, siendo el segundo producto agropecuario que ocupa la mayor cantidad (la ganadería vacuna está primero, con 28,5%) (Hernández, 2020). La figura 4 muestra la distribución espacial de la producción cafetalera en el país.

#### Figura 4.

Mapa de concentración de la producción cafetalera en Costa Rica.



Fuente: Elaboración propia con datos del BCCR (2021).

Fuera de las acciones de ICAFE, se indagó en cuatro organizaciones distintas: Cope Tarrazú, Cope Atenas, Cope Pila Angosta, y Cope Dota, para averiguar si se da un uso de tecnologías digitales en cualquier eslabón de la cadena productiva en el país. Se realizó una investigación sobre las innovaciones en Cope Atenas desde la información secundaria (su sitio web y resultados de una investigación anterior por Suárez, 2023); para Cope Tarrazú se realizó una indagación desde información secundaria, comunicaciones personales y una visita; en los casos de Cope Dota y Cope Pila Angosta, se realizó una búsqueda en información secundaria, visitas y se aplicó la entrevista semi-estructurada (anexo 2).

En tema de innovación, en el sector cafetalero fue posible identificar avances en las líneas de bioeconomía y de tecnologías de la información. Con un sesgo marcado hacia innovaciones impulsadas desde la bioeconomía, asociadas con la disposición de los residuos. Esto como respuesta a una problemática inherente a la producción de café, debido a que el producto principal, el grano, es una proporción muy pequeña de la biomasa total. De hecho, cerca del 80% de la producción de la

planta es residuo (pulpa y cáscara), sumado al cómo procesar las aguas residuales del proceso de lavado de los granos (comunicación personal con J. Porras, 12 de marzo de 2024).

Ante esta problemática, se ha optado por transformar estos residuos orgánicos en bio-insumos para el proceso productivo. Por ejemplo, Cope Atenas utiliza los residuos de sus procesos productivos para hacer sustratos para sus almácigos, Cope Tarrazú y Cope Dota los utilizan para producir abonos que distribuyen entre sus asociados. También, se han identificado iniciativas que utilizan una porción de estos recursos para productos alimenticios con la cáscara o pulpa, como bebidas, suplementos e incluso harina. Adicionalmente, Cope Tarrazú cuenta con iniciativas muy innovadoras en tema de biotecnología para bio-insumos y apoyo productivo.

En general, se identifican muchas iniciativas que se desarrollan en temas de bioeconomía y biotecnología, pero, al enfocarse en temas de tecnologías de la información y comunicación, si bien se encuentran usos en general, para el comercio electrónico de productos, el proyecto más avanzado en los sistemas productivos es el de Cope Dota. En la actualidad, la cooperativa está llevando a cabo su *Project One*, que desarrolla con apoyo del Centro Avanzado de Investigación Aplicada (CAIA) y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).

Se trata de una iniciativa sumamente avanzada y compleja, en la que la cooperativa considera que está el futuro del sector agrícola costarricense (entrevista con Jorge Ureña e Ileana Cordero, Cope Dota, 22 de julio de 2024). Este proyecto comenzó ante una disminución de la productividad de las plantas, relacionada con la sombra. Cope Dota cuenta con tres niveles de sombra y, debido a las regulaciones del país, los compromisos de la cooperativa con la sostenibilidad y sus sellos ecológicos, no era viable solucionarlo cortando los árboles. Esto llevó a que la cooperativa se acercara al CATIE en busca de soluciones, y tras los estudios llevados a cabo se descubrió que el problema no era la sombra, sino el suelo.

Esto dio comienzo al *Project One*, que articula soluciones de bioeconomía y tecnologías digitales, para efectuar una transformación productiva. Para este proyecto se instalaron sensores para el análisis de suelo en las fincas de asociados

que permiten tener actualizaciones casi en tiempo real de su estado. Luego, desde estos sensores, se adaptaron soluciones impulsadas por la inteligencia artificial, que, tomando la biomasa residual del proceso productivo, diseñan abonos con composición específica para cada terreno. Por último, para mejorar aún más la sostenibilidad y circularidad del proceso productivo, se implementó un filtro que captura las emisiones del tractor utilizado para los recorridos turísticos, que luego se incorporan en el proceso de elaboración de los abonos.

Según relató J. Ureña, los impactos de este proyecto han sido significativos en tema de productividad y sostenibilidad e inclusión. El proyecto inicia debido a la pérdida de productividad de las plantas, y no solo logró recuperarla, sino que la duplicó, se pasó de tener una cosecha cada dos años a una cada año. Segundo, esta iniciativa logró aumentar la circularidad y sostenibilidad del proceso productivo, ya que permitió reintegrar los residuos propios de la producción, pero, también, las emisiones indirectas, de sus actividades conexas turísticas. Por último, se solucionó el problema de la productividad sin necesidad de cortar los árboles de sombra.

Además, al instrumentarse desde el cooperativismo sus beneficios han sido socializados con los asociados de la organización. Según afirmó J. Ureña, en un inicio fue algo difícil convencer a los productores de participar en el programa, pero tras ver los resultados iniciales, la duplicación del producto y, por lo tanto, del ingreso, ahora las personas solicitan que los incluyan en el programa. Adicionalmente, se mencionó que implementan programas de Cope Dota mujeres e intentan interesar a las nuevas generaciones en la producción cafetalera, volviendo sus procesos más inclusivos.

Esto es clave, ya que se cree que muchos jóvenes no quieren dar continuidad a las producciones familiares ya que prima un ambiente donde los padres o abuelos siempre hablan de “lo mal que les va” o que “el café ya no deja”. Y esto es identificado como la principal causa del abandono de la producción por las nuevas generaciones, tanto por J. Ureña (Cope Dota) como por J. Porras (Cope Tarrazú). Las iniciativas de alta tecnología que producen cambios sustantivos, sostenibles e inclusivos se consideran esenciales para atraer a las nuevas generaciones en la

producción cafetalera. En diversos grados de complejidad, por ejemplo, el uso de redes sociales para interesar a los jóvenes en el café.

### 3.1.2. Producción bananera y uso de tecnologías digitales en Costa Rica

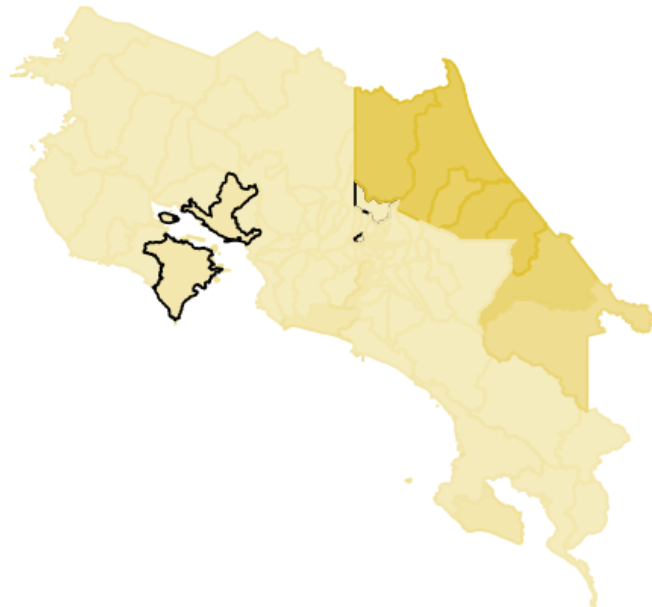
La producción bananera, al igual que la cafetalera, ha tenido un rol importante en la historia del desarrollo costarricense. Siguiendo a Sibaja (1979), la producción bananera se volvió interesante para el capitalismo de exportación a finales del siglo XIX y principios del XX, por el desarrollo de la refrigeración en el transporte marítimo. Y es precisamente en ese momento es que inicia en Costa Rica, con la *United Fruit Company*, el histórico enclave bananero y la construcción del ferrocarril al Atlántico. Hechos que han inspirado desde investigaciones académicas hasta novelas, como la conocida *Mamita yunai* de Carlos Luis Fallas.

Según datos de la Corporación Bananera Nacional (CORBANA), esta producción es axial al desarrollo de la provincia de Limón, donde se genera el 76% de la mano de obra local. Esto es importante al considerar que se trata de uno de los territorios más vulnerables del país hacia la costa Caribe (Rodríguez-Soto, 2023, 2024b). Además, el país es uno de los líderes mundiales en banano, siendo pionero en promover la sostenibilidad del cultivo y uno de los tres principales exportadores a nivel mundial, valiéndole una Indicación Geográfica. La figura 5 muestra la distribución geográfica de la producción de banano en el país.

Para sistematizar el caso del banano en Costa Rica se utilizaron dos fuentes de información: revisión de información secundaria y la aplicación de una entrevista semi-estructurada a un ingeniero con 31 años de experiencia en el campo (Marco Jara, 9 de julio de 2024). Según indica M. Jara, el sector se mantiene bastante tradicional, con algunas aplicaciones por parte de CORBANA, aunque el uso de tecnologías se concentra en servicios de apoyo, relacionados con el uso de agroquímicos.

### Figura 5.

Mapa de concentración de la producción bananera en Costa Rica.



Fuente: Elaboración propia con datos del BCCR (2021).

Desde hace años, el sector ha enfrentado problemas con respecto al uso de agroquímicos, que desatan situaciones de, al menos, dos tipos. Por un lado, la absorción de estos químicos en el banano, lo que compromete la seguridad del consumo del producto. Por otro lado, hay un problema más cercano a los territorios rurales que tiene que ver con la aplicación de los productos; pues tradicionalmente se ha realizado con avionetas, lo que genera problemas de arrastre para los ecosistemas locales, habitantes de las vecindades y empleados de las fincas. En ambos casos se trata de problemas tanto de salud pública como de sostenibilidad ambiental.

Esto ha llevado a varias acciones de mitigación y contención de externalidades. Entre ellas, se ha establecido que se dejen zonas de despeje de unos 50 metros alrededor de las fincas que utilizan aplicación con avionetas, para mitigar el efecto arrastre. Adicionalmente, se han establecido regulaciones, incluso de carácter internacional, contra el uso de algunos productos que son nocivos para el bienestar

y consumo humano. Esto último ha llevado a una línea de innovación desde la biotecnología, para el desarrollo de insumos orgánicos y biodegradables.

En tema de tecnologías digitales y de la información, se encuentran varias iniciativas de apoyo productivo y gestión de riesgo agroclimático desde CORBANA, así como avances en tema de agricultura de precisión en los servicios de apoyo asociados a la aplicación de químicos. En primer lugar, CORBANA cuenta con un Sistema de Agricultura de Precisión, que es una plataforma con información sobre las prácticas y posibilidades de la industria; en segundo término, CORBANA tiene el proyecto Banaclima, que recopila y maneja información agroclimática de los territorios con producción de banano, poniendo estos datos a disposición de los productores. Ambos esfuerzos son servicios de apoyo para la toma de decisiones de producción y un manejo más sostenible.

En cuanto a usos de tecnología en sistemas productivos, según dice M. Jara, la producción en toda la zona del Caribe costarricense es aún muy tradicional; el uso de tecnologías depende en buena medida del tamaño de las producciones y nivel educativo de las personas. Los productores más pequeños, suelen comerciar desde “el portón de sus fincas” y llevar sus cuentas y datos en libretas; mientras que la mayoría de los productores medianos y grandes cuentan con softwares para trazar sus datos productivos y de costos e insumos. Por lo general, estos softwares son diseñados específicamente para las necesidades de las diferentes producciones, y son comprados a desarrolladores externos o locales.

En cuanto a tecnologías de precisión en los sistemas productivos, se identificó que su uso se concentra en la parte de aplicación de insumos. M. Jara afirma que se utilizan avionetas, helicópteros y drones para realizar las aplicaciones, cada uno de estos con sus ventajas y desventajas relativas. A grandes rasgos, existen *trade-offs* importantes entre eficiencia de aplicación, costo y tiempo. Para ilustrarlo, según los criterios de M. Jara, una avioneta aplica en promedio 140 hectáreas por hora, a un costo de \$7 la hectárea, el helicóptero puede cubrir 90 hectáreas por hora, a un costo de \$10-\$15 por hectárea, mientras que un dron puede cubrir unas 7 hectáreas por hora, a un costo de \$30-\$35 por hectárea.

Estas diferencias se explican por la capacidad de carga de los tanques y velocidades relativas de cada uno de estos aparatos. Mientras que, la calidad de la aplicación va en dirección opuesta al costo. Siendo así, se plantea que la elección entre uno y otro debe tomarse con base en las necesidades particulares de cada finca, como su tamaño o topografía. La aplicación desde un dron es más costosa, pero queda mejor distribuida y es útil en fincas con terrenos topológicamente difíciles o cuando son fincas pequeñas y están cerca de zonas residenciales. Evidentemente, las avionetas son mejores para cubrir grandes extensiones; mientras que el helicóptero funciona en situaciones intermedias.

Pese a que los drones no parecen ser la opción más viable, al ser la más costosa, se encontró que el uso de tecnologías digitales ha impulsado una mejora importante en la sostenibilidad de las aplicaciones desde avionetas y helicópteros. Actualmente, se utilizan equipos computarizados que automatizan la aplicación de sustancias desde estos vehículos. Para ello, debe programarse las rutas, zonas de aplicación y cantidad de sustancia a liberar, así, mediante el uso de gps, una computadora controla optimiza el vertido de sustancias y limita las zonas donde cae.

Con estas aplicaciones el rol del piloto es tan solo conducir el avión o helicóptero, mientras una computadora optimiza la aplicación. Debe observarse que, en este sentido, los tres métodos de aplicación son indiferentes, ya que, a este momento todos requieren de un piloto humano. La única diferencia en términos de sostenibilidad es el combustible y potenciales problemas de arrastre; y en tema de inclusión el costo. Quizás a futuro los drones puedan mejorar sus costos y obtener ventajas adicionales si se lograra automatizar la aplicación completamente.

### 3.1.3. Ganadería vacuna y uso de tecnologías digitales

La ganadería vacuna es una actividad muy relevante para la economía nacional, ocupando el 28,5% de las fincas agropecuarias del país (Hernández, 2020), y con presencia en todo el territorio nacional. A la vez, es una producción cuestionada a nivel mundial en relación con su sostenibilidad, ya que los excrementos de las vacas

generan una parte importante de las emisiones atmosféricas. La figura 6 muestra la dispersión espacial de la producción ganadera en Costa Rica.

**Figura 6.**

Mapa de concentración de la ganadería vacuna en Costa Rica.



Fuente: Elaboración propia con datos del BCCR (2021).

Para este caso se utiliza información de fuentes secundarias y dos entrevistas semiestructuradas (una, de nuevo, con M. Jara, pues es dueño de una finca de ganado lechero y con Gabriel Orozco, socio fundador de Innobovino, 22 de agosto de 2024). Inicialmente, cabe mencionar el Sistema Nacional de Identificación Individual y Rastreabilidad del Ganado Bovino, que es coordinado por el Ministerio de Agricultura y Ganadería, que se retoma en el siguiente capítulo sobre instrumentos de política. Se trata de una directriz que insta a la instauración del uso de aretes electrónicos para trazar al ganado.

Pero, existen tecnologías similares, todavía más avanzadas, que utilizan collares impulsados por la inteligencia artificial. Estos collares permiten al ganadero estar al tanto de sus animales, según relata M. Jara es posible estar en casa, de compras o donde sea, y saber donde está cada vaca y tener conocimiento de su estado

general. Esto es esencial para monitorear la salud de los animales, pero también ofrece grandes oportunidades para incrementar la productividad. Debido a que no solo traza el estado de las vacas, sino que permiten conocer su comportamiento y que puede dar avisos, por ejemplo, cuando inseminar alguna.

Un segundo nivel de aplicaciones tecnológicas está en la etapa de ordeño. En la actualidad, las fincas lecheras cuentan con máquinas modernas que facilitan enormemente el trabajo de ordeño. Si bien los sistemas de ordeño con máquinas no son tan recientes, ahora es posible instalarles una consola y conectarlas a una computadora, lo que permite tener bases de datos sobre la producción de los animales y automatizar algunas etapas del ordeño. De hecho, estos sistemas pueden ser complementados con las tecnologías de collares, para completar la recopilación de la información y análisis.

A pesar de las ventajas que proporcionan las tecnologías, son desarrollos con una inclinación marcada hacia el incremento de la productividad. En cuanto a temas de inclusión, sí se encuentran relaciones significativas con estas tecnologías, tanto en la información secundaria como en las entrevistas, lamentablemente, no son noticias positivas. Estas tecnologías de precisión para la mejora productiva requieren inversiones económicas relevantes, cada collar ronda los 100 000 colones (cerca de \$200) y la central donde se conectan es aún más costosa. Esto es problemático, y podría ser una fuente de brechas y asimetrías entre aquellos productores que pueden costearlo y los que no, según señalaron M. Jara y G. Orozco.

Debido a esto, fue que se desarrollo la aplicación móvil de Innobovino, que se ofrece como una alternativa de menor coste, que permite un mejor control de la producción mientras que favorece su sostenibilidad (G. Orozco, 22 de agosto de 2024). Esta aplicación tiene el propósito de cumplir las mismas funciones que las tecnologías mencionadas antes, con la diferencia de que no requiere comprar hardware costoso. A grandes rasgos, los mismos manejadores del ganado y sus procesos ingresan los datos en la aplicación y esta cuenta con varias funciones analíticas que permiten la mejor toma de decisiones productivas.

Adicionalmente, esta aplicación se diseña con miras hacia la sostenibilidad, ya que sus sistemas están diseñados para llevar un control para ganadería regenerativa. Según dice G. Orozco, el problema no es que toda la ganadería sea contaminante y nociva para el medio ambiente, solamente la intensiva lo es. Al contrario, si se planifica bien, las mismas excretas de los animales, que son el mayor problema ambiental derivado de la producción, pueden mejorar la composición del suelo. Ahora bien, esto requiere un control de vegetación, árboles de sombra, datos sobre el número de animales y la carga que suponen, así como rotaciones entre apartos ganaderos. En este sentido, Innobovino es una aplicación diseñada pensando en generar información útil para llevar a cabo esta práctica.

Aunque debe advertirse que su recepción no fue tan buena como se esperaba. De hecho, G. Orozco dice que les ha sido más fácil conseguir clientes en el resto de Latinoamérica que en Costa Rica, y lo atribuye a cierta disposición paternalista en la relación entre el sector y el Estado. Aparentemente hay mucha reticencia de parte de los ganaderos, en especial los de mayor edad, dice G. Orozco que casi todos sus clientes son de generaciones jóvenes, o herederos de fincas con educación superior. Esto último es relevante, pues el propósito de esta aplicación es convertir a la ganadería en un negocio en el que se puedan llevar costos e ingresos como cualquier otro, promoviendo la sostenibilidad ambiental.

Una de las cosas que se identificaron con esta recolección de datos es que muchos ganaderos confunden costo financiero con costo económico. Esto ha llevado a una pérdida de rentabilidad para las empresas y a cierto pesimismo entre las nuevas generaciones que crecieron escuchando lo “malo” que era el negocio. Con esta aplicación es posible recuperar la rentabilidad, al hacer notar costos económicos y de oportunidad que habían pasado desapercibidos; mientras se optimiza la práctica regenerativa. En este sentido, este tipo de iniciativas, pues G. Orozco dice que se han ido desarrollando más, sí tienen un efecto positivo en tema de sostenibilidad e inclusión.

### 3.1.4. Producción de palma africana y uso de tecnologías en Costa Rica

Siguiendo el relato de la Cámara Nacional de Productores de Palma (CANAPALMA), se dice que el cultivo de palma inicia en Costa Rica en la década de 1940, en Quepos y Parrita, que luego se expandió a lo largo de la costa del Océano Pacífico y frontera sur del país. A grandes rasgos, se concentra en la provincia de Puntarenas (87%), la figura 7 presenta la dispersión espacial del cultivo de palma en Costa Rica. Recientemente, esta producción ha mostrado un gran incremento en su valor, duplicándolo de 2019 a 2020, para volverlo a duplicar de 2020 a 2021, según datos del BCCR (2021). En cuanto a los detalles estructurales de esta producción, según CANAPALMA a 2014 había un 36,3% de grandes productores industriales, un 35,9% de productores independientes y un 27,7% de producción desde cooperativas.

Adicionalmente, este producto cuenta con otras particularidades que es necesario destacar. Primero, el principal producto de este cultivo es el aceite, lo que coloca al sector en competencia directa con todos los cultivos desde los que se pueda producir aceite vegetal, pues son sustitutos; pese a ello, el rendimiento de la palma parece ser mayor. Un segundo elemento por considerar es que la palma permite a los agricultores obtener ingresos mensuales, a diferencia de otros productos agropecuarios, lo que la puede volver más atractiva.

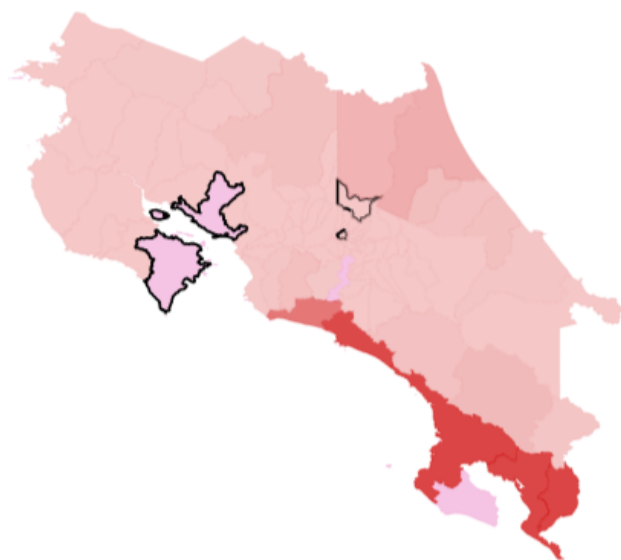
Ahora bien, en tema de uso de tecnologías digitales por parte de productores se realizó una entrevista semiestructurada a Héctor Albertazzi (26 de agosto de 2024, gerente de departamento agrícola de Coope AgroPal). En esta conversación fue posible identificar usos sustantivos de las tecnologías en la producción de palma africana en Costa Rica, en todos los niveles, desde el apoyo productivo al administrativo. Inicialmente, se plantean avances importantes en la digitalización de información documental, que facilitan tanto el análisis de datos como la administración de la producción.

En segundo lugar, se encuentra que se están utilizando imágenes aéreas, desde drones o satelitales, para mapear y controlar la producción. Este uso de las tecnologías tiene el objetivo de reducir los costes de inspección, pues no es

necesario despachar personal para valorar el estado de las plantas constantemente, solo en caso de notar algo. Además de reducir los costes, es posible mejorar el flujo de la información, ya que se pueden obtener las imágenes mucho más rápido, en comparación a una inspección tradicional.

**Figura 7.**

Mapa de concentración de la producción de palma en Costa Rica.



Fuente: Elaboración propia con datos del BCCR (2021).

Los drones, aparte de lo anterior, son utilizados para el riego y aplicación de sustancias, con énfasis en circunstancias particulares. Según se relató, los drones para la aplicación de sustancias o riego son utilizados en la finca propia de la cooperativa. Adicional a esto, se utilizan cuando hay áreas concretas, no muy grandes que sufren alguna situación negativa. Para la cooperativa los drones son un gran apoyo ante estas situaciones, ya que permiten aplicar en áreas reducidas y localizadas, antes debían esperar a que el área afectada fuera más grande para contratar una avioneta. Una última aplicación que se identificó fue en los sistemas de riego, pues al cambiar de la metodología tradicional por aspersor a riego por goteo controlado fue posible reducir la huella hídrica del producto en un 95%.

A la vez, la cooperativa implementa un foco fuerte en la creación de capacidades mediante capacitaciones y a través del método demostrativo desde su finca modelo. Esto lo hace para promover que los productores lleguen a combinaciones técnicas más eficientes, en términos de sostenibilidad, costos y productividad. Aunque se reconoce que existen ciertas dificultades para que los productores de mayor edad y trayectoria acepten cambios drásticos en sus esquemas de trabajo. De nuevo, parece que la edad y escolaridad son variables centrales para explicar la actitud de las personas hacia las tecnologías de apoyo productivo.

Un último elemento por considerar es que la palma genera ingresos mensuales a los agricultores, a diferencia de otros cultivos, dándoles una mayor estabilidad económica. Debido a ello, H. Albertazzi considera que es necesario expandir este cultivo a otros territorios costeros para fomentar su desarrollo, por ejemplo, en la vertiente caribe del país.

### 3.1.5. Producción de caña de azúcar y uso de tecnologías en Costa Rica

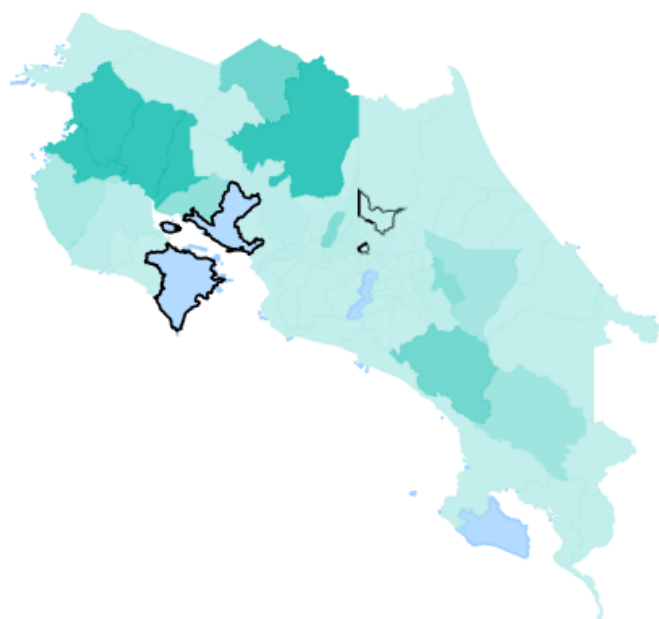
Según la información de la Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar (LAICA), la caña de azúcar se introduce al país en 1530, al comienzo de la vida colonial, inicialmente en el Valle Central. Su cultivo fue promocionado por las autoridades durante el siglo XIX, ya que se consideraba, igual que el café, un producto clave; con el que entra en competencia por las tierras desde la mitad del siglo. Originalmente, con orientación hacia el consumo nacional, para producir azúcar o bebidas alcohólicas, en tiempos más recientes con orientación a la exportación. La figura 8 muestra la distribución espacial de la producción de caña en el país.

En tema de sostenibilidad, LAICA ha lanzado un protocolo de sostenibilidad del sector azucarero que contempla un gran número de cuestiones fundamentales. Entre ellas algunas asociadas con derechos humanos, desarrollo de los territorios, impactos ambientales y cambio climático. Además, el 24 de enero de 2024, LAICA firmó un convenio con el Ministerio de Agricultura y Ganadería que busca promover la sostenibilidad del sector a través de la innovación. Este contempla innovaciones impulsadas por la bioeconomía y tecnologías de precisión, para hacer frente a los

retos del cambio y variabilidad climática, mientras se mitigan los impactos ambientales de la producción.

**Figura 8.**

Mapa de concentración de la producción de caña de azúcar en Costa Rica.



Fuente: Elaboración propia con datos del BCCR (2021).

Además de esto, LAICA cuenta con la plataforma de Cultivando Futuro, que es una plataforma virtual para el apoyo a todo el sector cañero. Esta plataforma cuenta con información y capacitaciones para que los actores del sector puedan mejorar sus prácticas con miras a la sostenibilidad; sin mencionar que se incluyen áreas como contabilidad y asistencia de otros tipos. Es importante mencionar que cuentan con una aplicación que puede ser descargada en teléfonos móviles.

Lamentablemente, para este caso no fue posible establecer ningún contacto sustantivo en la producción para recolectar evidencia y sistematizar la experiencia. Tras intentar contactar a diversas organizaciones privadas, públicas y colectivas, no se recibió respuesta, o no fue favorable. Siendo así, se señala que se tienen constancia de la aplicación de tecnologías de precisión y automatización de procesos en la producción de caña de azúcar, pero no es posible profundizar en ello

ni sistematizar la experiencia de esta producción completamente, como en los otros casos.

### 3.1.6. Agricultura de precisión en Costa Rica: Invernaderos inteligentes

Una última iniciativa por considerar es la cooperación que se desarrolla actualmente entre el Ministerio de Agricultura y Ganadería con el gobierno de Corea del Sur, para explorar el uso de invernaderos inteligentes en Costa Rica. Esta iniciativa en particular se incluye por su potencial para alterar las dinámicas y técnicas productivas en todo el sector agropecuario, más que por sus efectos en algunas producciones particulares. Para procesar este caso, se utilizó información secundaria, una entrevista semi-estructurada con Javier Madriz (INTA, 20 de junio de 2024) y una visita de campo al proyecto.

Como se mencionó, este proyecto surge de la cooperación con Corea del Sur, y consiste en la donación de dos invernaderos inteligentes de este país a Costa Rica, con el propósito de evaluar la viabilidad productiva y económica de utilizar esta tecnología en el país. Originalmente, se planeaba emplearlos en dos localidades distintas climatológicamente hablando, para verificar la utilidad los dispositivos. Esto no fue posible por algunas especificaciones de su diseño, que exigían que se construyeran en lugares con pendiente cero, así que se terminaron ubicando los dos en la estación experimental Los Diamantes, en el Caribe.

Estos invernaderos inteligentes están equipados con dispositivos para regular el clima interno, el riego, posibilidades de control remoto y recopilación información del estado y evolución de la producción. En cuanto a clima, se abarcan todos los componentes que el concepto implica, es decir, temperatura, humedad, luz, etc. Aunque se advierte que este control de clima no es del todo perfecto, para ser exactos, se programa en el invernadero el clima deseado y este hará lo posible por aproximarlos. En el caso del riego, los invernaderos cuentan con programas para riego, que pueden establecerse en base a la luz u hora. Adicionalmente, es posible operar los invernaderos y recibir información en tiempo real a través de internet, sin importar que tan lejos se esté.

Al considerar el clima de la vertiente Caribe del país, el INTA está aprovechando la prueba de los invernaderos para validar el cultivo de hortalizas como posible producto de diversificación regional. Usualmente, estas no son viables en las condiciones climatológicas de esta zona, pero estos invernaderos logran estabilizar la temperatura interna en niveles cercanos a la externa, mientras que los tradicionales suelen ser significativamente más cálidos. Esto hizo que las plantas se desarrollaran adecuadamente, al menos hasta la primera fase experimental (al momento de la visita y entrevista con J. Madriz).

Aún así, esta prueba enfrentó un contratiempo mayor, ya que se estaba empleando agua de pozo para la irrigación, y durante una crecida de temporada de lluvias esta se contaminó e infectó de una enfermedad a las plantas. Lo que vino a resaltar una particularidad del entorno nacional que no se tiene en cuenta en el diseño de los invernaderos, pues no se da en su país de origen. Según J. Madriz, hay varias cuestiones de este tipo por tomar en cuenta si se desea utilizar tecnologías de precisión como estas en Costa Rica.

Por ejemplo, estos invernaderos están diseñados para instalarse en terrenos de pendiente cero, pero Costa Rica tiene una geografía topológicamente variada, generalmente irregular. Luego, estos invernaderos no vienen equipados con las habituales trampas para insectos o barreras de entrada de los invernaderos típicos del país. Esto es natural considerando que Corea está en una zona de clima templado de cuatro estaciones, donde los insectos no son un problema tan común como en el trópico; ni trampas para desinfección o dobles puertas de entrada. En esta misma línea, los invernaderos cuentan con implementos que no son necesarios en un país tropical, como arcos para soportar el peso de la nieve.

Dadas estas consideraciones, parece que la tecnología coreana tal cual no es viable para el sector agropecuario costarricense. A pesar de esto, J. Madriz reconoce que, si bien la tecnología no es directamente extrapolable a Costa Rica, si es posible, viable e incluso deseable el diseñar adaptaciones propias para las condiciones nacionales. Debido a que logran simplificar el trabajo, reducir los costos al eliminar la necesidad de mano de obra cualificada presente siempre. También, mejoran la sostenibilidad de la producción enormemente, pues la información

exacta de las condiciones de la planta puede optimizar el uso de sustancias químicas, reduciéndolas en más del 80%.

Para avanzar en esta línea es necesario descomponer los elementos de esta tecnología, separar las aplicaciones útiles al contexto nacional, descartar las que no sean viables y añadir otras necesarias. Adicionalmente, J. Madriz dice que prácticamente todos los componentes requeridos para construir un invernadero inteligente pueden conseguirse en el país. Bajo estas condiciones, el INTA espera a que termine el período de convenio experimental con Corea, para poder realizar modificaciones a los invernaderos, e iniciar el trabajo hacia los invernaderos inteligentes de Costa Rica.

Pese al gran potencial de estas tecnologías para mejorar la sostenibilidad de la producción agropecuaria por la reducción de uso de químicos y agua al mínimo necesario, se advierte que no son tecnologías baratas. Este es, quizás, el mayor reto que enfrentan, según J. Madriz quien considera que solo serán viables para producciones orientadas hacia el mercado externo. Particularmente, porque los precios del mercado interno son muy inestables, lo que hace la inversión inviable y dificulta tener acceso al crédito para adquirir el equipo. Así, en síntesis, se considera que estas tecnologías son muy favorables a la sostenibilidad, pero potencialmente excluyentes en términos económicos.

### 3.1.7. Usos e impactos de tecnologías en el sector agropecuario de Costa Rica

Este capítulo sistematizó los usos que se dan a las tecnologías digitales en las principales producciones del sector agropecuario costarricense, valorando sus aportes para una ruta de desarrollo territorial más sostenible e inclusiva. Además de ello, se hizo una revisión general de las iniciativas, algo recientes, que exploran las posibilidades de la agricultura de precisión en Costa Rica. La tabla 1, más adelante, resume los hallazgos de este momento de la investigación.

Como puede verse, se identifican contribuciones sustantivas del uso de tecnologías en tema de sustentabilidad de los regímenes productivos. Con puntos clave en la reducción de vertidos y uso de químicos, mayor circularidad de los

procesos productivos, e integración y conocimiento sobre los ecosistemas. En tema de inclusión, los hallazgos son más ambiguos, ya que se identifican factores que pueden favorecer la inclusión y otros que podría excluir a ciertos segmentos de la población con base en sus competencias digitales o recursos económicos.

Iniciando por el caso del café, se descubre un sesgo por buena parte del sector a enfocarse en innovaciones impulsadas por la bioeconomía. Mientras que el uso de tecnologías digitales se fomenta en mayor medida desde iniciativas públicas no estatales asociadas con la gestión del riesgo agroclimático y de mercado. Hay que resaltar que el caso del café costarricense es interesante, debido a que existe un gran número de iniciativas orquestadas desde el cooperativismo. Estas estructuras de gobernanza colaborativa han sido un elemento clave en la socialización de las innovaciones en el sector; pues sin su mediación muchos pequeños y medianos productores no podrían incorporarlas, por falta de recurso económicos o competencias técnicas.

Pese al foco en bioeconomía, hay que recalcar un caso relevante para esta investigación, ya que tiene potencial para alimentar la discusión teórica y sobre el rumbo de la agricultura del país, el de Coope Dota. En este caso en particular, se logró expandir las posibilidades productivas y de las innovaciones mucho más allá al integrar soluciones digitales con bioeconomía, alcanzado un máximo aprovechamiento de su potencial. Este proyecto logró articular un foco de desarrollo sostenible y sustentable con la reducción de residuos, revalorización de estos, mejor integración con ecosistemas por precisión del conocimiento e información, incluso captar emisiones desde las actividades conexas e incorporarlas en actividades generadoras de valor. A la vez, incrementó la producción y productividad significativamente, traduciéndose en más ingresos para los productores.

Pasando al caso de la producción bananera, se encuentra que las tecnologías digitales se incorporan principalmente en servicios de apoyo productivo. De nuevo, se repite, como en el caso del café, la implementación de plataformas para gestión de riesgo agroclimático o para toma de decisiones desde entes públicos no estatales. Un segundo grupo de desarrollos se implementa en los sistemas de aplicación de sustancias agroquímicas, con la incorporación de mecanismos de

precisión automatizados para el vertido desde vehículos aéreos, atendiendo una de las preocupaciones ambientales más importantes de la industria.

Por otro lado, se descubre que existen balances negativos en tema de eficiencia y costo en el uso de drones, helicópteros o avionetas para aplicar sustancias. Lo que puede ocasionar dificultades a nivel de inclusión y sostenibilidad de las producciones en función de su tamaño, creando un riesgo de ampliación de las brechas. En general, las fincas más pequeñas no pueden usar avionetas o helicópteros, por el riesgo de arrastre o cercanía a zonas urbanas, pero los drones son más costosos, lo que obliga a muchos a sistemas de aplicación manuales, que pueden comprometer la salud de los trabajadores.

En el caso de la ganadería, se identificó el uso de diversos tipos de tecnologías de apoyo, con diferentes costos relativos. Por un lado, está el uso de collares para recopilar datos en tiempo real, que, si bien son muy útiles, se trata de aplicaciones de alto costo. Por otro lado, están las aplicaciones como Innobovino, que ofrecen un apoyo similar a la toma de decisiones productivas, pero a menor costo y sin necesidad de invertir en equipo más allá de los teléfonos móviles; es decir, son más inclusivas, en costo y requerimiento de competencias digitales. Adicionalmente, estas tecnologías permiten desarrollar la actividad ganadera de manera sostenible, al ofrecer información para gestionar una ganadería regenerativa.

Para la producción de palma africana se encuentran diversos usos de tecnologías que tienen impactos relevantes en el tema de sostenibilidad ambiental de la producción, y alineando objetivos económicos y ambientales. El uso de imágenes aéreas ha permitido reducir costos y llevar un mayor control de las plantas y sus ecosistemas. Los drones para la aplicación han casi eliminado completamente el uso de agroquímicos, ya que focalizan hasta al máximo sus aplicaciones. Por último, los sistemas de riego modernos redujeron en más de 90% la huella hídrica del producto. Por el lado de la inclusión, el modelo cooperativo es clave, ya que empresas receptoras de producto privadas tienen poco interés en fomentar mejores prácticas; mientras que las cooperativas se esfuerzan por difundirlas entre sus asociados.

**Tabla 1.**

Contribuciones de las tecnologías a la sostenibilidad e inclusión en las producciones agropecuarias costarricenses.

<i>Producciones</i>	<i>Sostenibilidad</i>	<i>Inclusión</i>	<i>Observaciones</i>
<i>Café</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Mayor circularidad.</li> <li>*Valorización de residuos.</li> <li>*Mejores relaciones con ecosistemas.</li> <li>*Conservar árboles de sombra (servicios ecosistémicos).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Incremento de productividad (más ingresos).</li> <li>*Sellos ecológicos (árboles sombra), mejor precio de venta.</li> <li>*Socialización de innovación (gobernanza).</li> <li>*Atracción de jóvenes a la producción.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*La mejora de más peso surge al combinar tecnologías digitales con aportes de bioeconomía.</li> <li>*Gobernanza colaborativa en el sector es clave para socializar innovaciones.</li> </ul>
<i>Banano</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Control de vertidos de químicos y productos.</li> <li>*Mejora en salud pública por menor uso de químicos.</li> <li>*Gestión de riesgo agroclimático.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Sistemas de contabilidad y manejo productivo informáticos.</li> <li>*Riesgo de exclusión por coste de uso de tecnologías (drones).</li> <li>*Riesgo de exclusión según nivel educativo y socioeconómico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*La producción sigue siendo tradicional, con contrastes entre productores debido al tamaño de sus fincas y niveles de escolaridad.</li> </ul>
<i>Ganadería</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Mejora de prácticas regenerativas.</li> <li>*Mayor integración de la actividad con los ecosistemas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Algunas excluyentes, otras inclusivas.</li> <li>*Incremento de ingresos por mejores prácticas.</li> <li>*Diversas actitudes ante tecnologías, según escolaridad y grupo etario.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*En este caso, el mayor obstáculo parece ser incentivar a los productores a utilizar las tecnologías existentes.</li> </ul>
<i>Palma</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Reducción de vertidos y huella hídrica.</li> <li>*Control de plagas.</li> <li>*Gestión de riesgo agroclimático.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Incremento de productividad.</li> <li>*Disminución de costes.</li> <li>*Socialización de la innovación (gobernanza).</li> <li>*Atracción de jóvenes a la producción.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Se identifica que existen tres grupos de productores, con actitudes distintas ante la innovación.</li> <li>*Producto axial a territorios del Pacífico.</li> </ul>
<i>Caña</i>			
<i>Tecnologías de precisión</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Significativa reducción de uso de químicos.</li> <li>*Mayor conocimiento de productos.</li> <li>*Mitigación de los efectos adversos del cambio climático.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Posibilidades de diversificación productiva.</li> <li>*Potencial de exclusión por tema de costos.</li> <li>*Uso sencillo, no requiere un nivel elevado de competencias digitales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Si bien la tecnología explorada no es directamente extrapolable al país, se considera viable utilizar algunos de sus elementos.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia.

Ahora, en la caña de azúcar, lo primero que salta a la vista es que se repite el uso de plataformas digitales como apoyo para la toma de decisiones gestionadas desde entes públicos no estatales, en este caso desde LAICA. Igualmente, se ofrece una versión de aplicación para teléfonos móviles, mientras que LAICA trabaja en la difusión del uso de tecnologías digitales en la producción cañera del país, según un convenio que firmó con el Ministerio de Agricultura y Ganadería.

Finalmente, el MAG con su exploración del uso de la tecnología coreana y su potencial para usarse en Costa Rica ha encontrado contribuciones relevantes a nivel de sostenibilidad del proceso productivo. En general, estas tecnologías permiten una reducción significativa de la aplicación de sustancias y uso de agua, mientras generan conocimiento preciso del cultivo. A la vez, permiten un mayor control del ambiente y sus variables, lo que da resiliencia a la producción en tiempos de cambio y variabilidad climática; habilitando la introducción de nuevos productos en los territorios.

Aun así, estas tecnologías presentan potenciales inconvenientes en tema de inclusión, debido a que no son baratas. De hecho, aunque se utilicen solo algunos de sus elementos parece que no serían viables a menos que se utilicen en producciones dirigidas a mercados externos, por la alta variabilidad de los precios internos. Por otro lado, se reconoce que el software para operar estas tecnologías no es complejo, puede manejarse desde un teléfono o computadora, y no requiere competencias digitales avanzadas.

En esta línea, el resultado o proyecto ideal para el MAG es el desarrollo de sus propias versiones de estos invernaderos, adaptadas a las condiciones particulares del caso nacional. De hecho, se considera que el uso de algunos de sus elementos, potenciado por el desarrollo de una industria nacional para producirlos, es bastante viable dadas las capacidades técnicas del país. Esto podría reducir significativamente los costos de adquirir las tecnologías, incrementando su disponibilidad. Sin embargo, no soluciona el costo identificado como el más alto a nivel operativo: la electricidad.

### 3.2. Análisis del espacio de políticas públicas para la digitalización del sector agropecuario en Costa Rica

Este capítulo se dedica al análisis del espacio de políticas públicas para la digitalización del sector agropecuario en Costa Rica. Para ello, en primer lugar, se identifican y sistematizan las políticas e instrumentos dirigidos a la digitalización del sector agropecuario. Estos son descompuestos en sus recursos y analizados según su naturaleza sustantiva o procedimental. A partir de los instrumentos se realiza un mapeo de las organizaciones involucradas en su gestión y operacionalización, con esto se identifican las organizaciones del espacio de políticas. En conjunto se logra un análisis del espacio de las políticas públicas.

Este capítulo se propone analizar el funcionamiento de las políticas y favorecer la adopción de mejores combinaciones de instrumentos para alcanzar fines. Para ello, se estudia que tan bien calzan los medios planteados con los fines propuestos en las políticas e instrumentos, desde el nivel técnico. De paso, identificando las organizaciones públicas que cuentan con instrumentos para la digitalización del sector agropecuario; y que, por lo tanto, participan en el espacio de política. En este caso, no se realiza un análisis correcto de consistencia entre dimensiones procedimental y sustantiva; ya que no hay una política para la digitalización del sector agropecuario en Costa Rica.

#### Presentación de resultados

En aras de la mejor sistematización de los resultados, la presentación de los instrumentos se organizará desde las organizaciones públicas que los gestionan. En cada subsección se enlistan los instrumentos dirigidos a la transformación digital en el sector agropecuario, como evidencia de la política pública. Dando lugar a la discusión sobre su coherencia, inmediatamente después de presentarlos, respecto a las relaciones medio-fin planteadas. La tabla 1 resume los instrumentos y agencias identificados, sus recursos y dimensiones de incidencia.

<i>Instrumento</i>	<i>Recursos</i>				<i>Dimensiones de incidencia</i>
	<b>Información</b>	<b>Autoridad</b>	<b>Tesoro</b>	<b>Organización</b>	
<a href="#">Estrategia nacional de digitalización de la agricultura</a>	Iniciativas de mapeo y registro de la producción nacional.	Trámites y registros digitales.	No se especifica, en Plan Nacional de Desarrollo de las Telecomunicaciones 2015-2021.	MICITT, MAG, MEIC, COMEX, PROCOMER, ICE, MINAE, INA, ICT y universidades públicas.	Sustantiva y procedimental
<a href="#">Plan Nacional de ciencia, tecnología e innovación (2022-2027)</a>	Análisis de necesidades sectoriales para diseño de programas de fomento de la innovación.	Mejora de marcos normativos para implementación de tecnologías digitales.	Se menciona que son limitados o inexistentes.	Promotora Costarricense de Innovación e Investigación del MICITT.	Sustantiva y procedimental
<a href="#">Red de Laboratorios de Innovación Comunitaria (LINC)</a>	Construcción conjunta de conocimientos y soluciones innovadoras en los territorios.	No se mencionan recursos de esta índole.	Cooperación internacional (I fase) e Inder (II fase).	MICITT y universidades públicas.	<i>Sustantiva</i>
<a href="#">Programas en tema de investigación e innovación del INTA</a>	Desarrollo de capacidades, servicios de extensión, investigación, mapeo de producción nacional.	Bajo el amparo de las funciones definidas para el INTA.	Recursos del INTA y cooperación internacional e inter-institucional.	INTA y MAG	<i>Sustantiva</i>
<a href="#">Plataforma PLATICAR</a>	Acceso e intercambio de conocimiento entre investigadores, extensionistas y productores.	Bajo el amparo de las funciones definidas para el INTA.	Recursos del INTA.	INTA y MAG	<i>Procedimental</i>
<a href="#">Política pública para el sector agropecuario costarricense 2023-2032</a>	Desarrollo de habilidades técnicas y blandas en funcionarios y productores.	Mejora institucional y regulatoria con tecnologías.	Recursos del MAG.	MAG	<i>Procedimental</i>
<a href="#">Programa de microcrédito</a>	Se habla de acompañamiento, pero no se especifica.	No se menciona.	Banca para el Desarrollo (SBD), Fondo de Desarrollo para la Micro, Pequeña y Median Empresa (FODEMIPYME).	MEIC y cooperativas (COOCIQUE, COOPEAMISTAD y COOPELECHEROS).	<i>Sustantiva</i>
<a href="#">Plan de Digitalización MIPYME 2019-2022</a>	Capacitaciones, más el conocimiento para crear las páginas web.	No se menciona.	Organización de los Estados Americanos (OEA), Google y Kolau	MEIC, OEA, Google y Kolau	<i>Sustantiva</i>
<a href="#">Programa de crecimiento verde</a>	Asistencia técnica y acompañamiento.	Dentro de funciones de Procomer.	Capital semilla para proyectos verdes, innovadores y con potencial exportador.	Procomer	<i>Sustantiva</i>
<a href="#">Plataforma Descubre</a>	Identificar productos con potencial exportador en sector agropecuario.	Simplificación de trámites, espacio interinstitucional.	Promoción y atracción de inversión a territorios rurales.	COMEX, MAG, PROCOMER y CNA	Sustantiva y procedimental

### 3.2.1. Ministerio de ciencia, innovación, tecnología y telecomunicaciones (MICITT)

El MICITT es el ente encargado de los temas asociados con tecnología, ciencia, innovación y telecomunicaciones en el país; por lo que los planes y estrategias nacionales relacionados con la digitalización del sector agropecuario deberían caer bajo su tutela. Actualmente, el Plan Nacional de ciencia, tecnología e innovación (2022-2027) plantea cinco ejes clave: bioeconomía, salud humana y ciencias de la vida, tecnologías digitales, inteligencia artificial y desarrollo aeroespacial.

Aunque se plantea que el país tiene excelentes capacidades para desarrollar su economía digital, se reconoce que los sectores tradicionales, remarcando el agropecuario, enfrentan dificultades particularmente importantes para innovar. Señalando la falta de recursos de tipo tesoro, como fondos no reembolsables o acceso a crédito. Además, la necesidad de recursos de autoridad y organización, pues los marcos normativos actuales no son tan flexibles para la implementación de tecnologías digitales.

Al considerar las dificultades enumeradas, el MICITT menciona el uso de instrumentos con sesgo en recursos de tipo organización e información, principalmente para solucionar las duplicidades de funciones en el sistema nacional de innovación. Esto para aumentar su capacidad rectora y coordinar mejor una innovación transformadora a nivel nacional. En especial al reconocer que el país enfrenta una severa y persistente concentración espacial de las actividades innovadoras. En cuanto a instrumentos concretos, se han propuesto tres que podrían tener impacto en la transformación digital del sector agropecuario.

En un inicio, salta a la mirada la Estrategia nacional para la digitalización del sector agrícola, presentada en un conversatorio organizado por el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), en el que participaron el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y el MICITT. Esta estaba inscrita dentro de el Plan Nacional de Desarrollo de las Telecomunicaciones 2015-2021, concretamente en el eje de transformación empresarial 4.0, que, evidentemente, va más allá del sector agropecuario. La revisión de información secundaria muestra un plan amplio, con interconexiones entre los diversos ejes.

En las propuestas que se dirigen al sector agropecuario, tres de los cuatro instrumentos son medidas catalogadas como de tipo procedimental o sustantivas de control. Lo que lleva a que las medidas que pretenden cambios sustantivos estén inscritas dentro de otros ejes, particularmente en los de desarrollo de capacidades y cultura digital y fortalecimiento de emprendimientos de base digital. Revisando el plan en detalle, se descubre que en los instrumentos priman los recursos de tipo información y organización, y que se trata de un espacio complejo e interburocrático, ya que involucra muchas organizaciones públicas.

Este plan se encontraba bien estructurado, aunque su coherencia era cuestionable, puesto que sus instrumentos apuntaban a la dimensión procedimental o sustantiva de control en su mayoría; y con recursos mayormente de tipo información u organización. Pero, tras la entrevista realizada a Orlando Vega, viceministro de ciencia y tecnología (13 de junio de 2024), se descubre que no tuvo continuidad tras el cambio de gobierno en 2022.

Un segundo instrumento, actual, es el Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (2022-2027). Este incluye una propuesta para acelerar la innovación en sectores productivos en áreas estratégicas, realizando un análisis de necesidades sectoriales sobre los temas transversales para el diseño de programas de fomento de la innovación (dimensión sustantiva). Esta acción constituye una fase de diagnóstico, y podría considerarse como instrumento de información-nodalidad, para dar pie a acciones futuras. Para esta línea de trabajo, el ente encargado es la Promotora Costarricense de Innovación e Investigación del MICITT. La cantidad de proyectos financiados relacionados sobre las necesidades identificadas es indicador de evaluación.

Tomando en cuenta lo expuesto, es posible cuestionar la coherencia de este actuar. Inicialmente, porque se plantea que los recursos de tipo de tesoro son limitados, además, que existen concentraciones espaciales históricas de innovación y limitaciones para sectores tradicionales. Entonces, usar la cantidad de proyectos financiados como indicador para analizar las necesidades sectoriales y diseñar programas de fomento de la innovación crea el riesgo de caer en una profecía auto-cumplida. Es decir, se terminaría replicando el patrón que concentra la innovación

en ciertos sectores y espacios, fallando en lograr el resultado esperado de articular los sistemas de innovación a nivel territorial. También se habla de mejoras regulatorias y de simplificación de trámites para facilitar las innovaciones (dimensión procedimental), pero sin mucha claridad sobre los recursos o responsables particulares; es decir, no se profundiza en el *cómo* se hará.

Esto hace cuestionar la coherencia del accionar, ya que los mecanismos planteados no siempre están bien calibrados con el propósito de los instrumentos, al menos en lo que se dice explícitamente. Sin mencionar que queda poco clara la dimensión de incidencia esperada, es decir, no se recae en un efecto procedimental o sustantivo concreto. A como se plantea en la información publicada por el MICITT, este instrumento se desenvuelve en un espacio intra-burocrático y simple, podría pensarse que mantiene consistencia al direccionar acciones tanto a la dimensión sustantiva como procedimental.

Pese a las observaciones críticas, algunas de las acciones propuestas por este plan son muy concretas y significativas, como la Red de Laboratorios de Innovación Comunitaria; por lo que se decide dedicarles un espacio como instrumento separado del resto del plan (según detalló O. Vega, 13 de junio de 2024). Esta acción busca facilitar el acceso de la población a espacios tecnológicos y de innovación, mientras se desarrollan sus capacidades y actitudes innovadoras. Esto se hace mediante la habilitación de espacios para la co-construcción de soluciones en todo el país. En este caso los entes responsables son la Dirección de innovación y la Dirección de apropiación del MICITT, en conjunto con las universidades públicas. Se propone evaluar el éxito en la implementación mediante la cantidad de personas atendidas en los laboratorios comunitarios.

La idea es crear laboratorios junto con universidades públicas, a lo largo del territorio nacional. Estos laboratorios serán equipados y aprobados por el MICITT, pero luego quedan en manos de sedes universitarias, que brindan el espacio y personal. A grandes rasgos, son un motor para la innovación que opera contra la demanda de soluciones, cualquier miembro de la comunidad puede aproximarse a ellos en busca de apoyo para desarrollar soluciones innovadoras a sus problemas. A este momento se ha desarrollado una primera fase con fondos internacionales,

ahora se avanza hacia una segunda fase con recursos del Instituto de Desarrollo Rural (Inder).

Dadas estas características, estos laboratorios se dirigen a la dimensión sustantiva, ya que pretende modificar las conductas y maneras de solucionar problemas y producir en los diversos territorios. En cuanto a recursos, se identifican de los cuatro tipos, información (universidades), organización y tesoro (cooperación inter-institucional), y autoridad (las competencias de los entes involucrados). Al detectar la claridad de recursos y mecanismos operativos, en conjunto con la planeación y distribución de los laboratorios, se concluye que esta iniciativa es coherente en sus objetivos y medios, aunque aún sea necesario expandirla más. Mientras que el cambio en los procedimientos desde la mediación local de las universidades favorece la concreción de sus objetivos sustantivos, dando la idea de que se trata de una medida consistente.

### *3.2.2. Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG)*

El MAG es el ente supervisor de todo lo relativo al sector agropecuario, su misión incluye velar por productores de territorios rurales, desarrollo de capacidades técnicas y empresariales para promover la competitividad, equidad y sostenibilidad de la actividad agropecuaria. Dadas estas competencias, es una de las principales organizaciones gubernamentales involucradas en la digitalización del sector agropecuario. Este ministerio tiene adscritos varios entes encargados de ejes de trabajo específicos, por ejemplo, sanidad vegetal (SFE), sanidad animal (SENASA), apoyo a la juventud y mujeres rurales (Clubes 4s).

Para el caso de interés en esta investigación, la organización encargada de atender los procesos de innovación y transferencia tecnológica en el sector agropecuario es el Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA). El INTA desarrolla varias líneas de investigación y promueve la innovación en el sector, según plantea su sitio oficial, las iniciativas se mueven, principalmente, entre procesos de digitalización y bioeconomía.

En primer lugar se analizan los programas de extensión e investigación del INTA, que son parte de sus competencias constitutivas. En aras de la brevedad, se

analizan los numerosos programas y acciones de investigación y extensión del INTA como un solo instrumento de política; pues, aunque distintos en sus aspectos técnicos, son idénticos como instrumento de política. Se cuentan cinco programas de investigación y extensión, enfocados por productos: a) granos básicos, b) hortalizas, c) raíces y tubérculos, d) frutales y e) pecuario.

En cuanto a iniciativas de promoción del uso de herramientas digitales: en el eje de hortalizas se propone el uso de sensores para optimizar sistemas de riego, en el caso de raíces y tubérculos se habla de tecnologías de la información para el uso y conservación de recursos fitogenéticos, en las actividades pecuarias se comenzará a utilizar dispositivos de identificación y rastreo bovino, en los ejes a) y d) no se encuentra información concreta. Y, en general, se proponen inventariar digitalmente la producción agropecuaria nacional, como medida sustantiva de control (entrevista a Laura Ramírez, ingeniera del INTA, 5 de abril de 2024).

Dentro de estos proyectos de INTA vale la pena mencionar el trabajo de cooperación con Corea del Sur, con invernaderos inteligentes coreanos. Para este proyecto, Corea donó 2 invernaderos inteligentes, equipados con sistemas de riego, control de clima y múltiples sensores para las condiciones internas y externas; con posibilidad de control remoto de casi todas las instancias del proceso productivo. El objetivo de este proyecto es indagar el uso potencial de estas tecnologías en la producción nacional, con hallazgos satisfactorios de momento, pero con ciertos ajustes necesarios por las diferencias hidrometeorológicas, de biomas y geografía entre Costa Rica y Corea (entrevista con Javier Madriz, ingeniero del INTA, 20 de junio de 2024).

De momento, se trabaja en un nivel exploratorio-experimental, con resultados positivos y negativos (J. Madriz, 20 de junio de 2024). Se ha descubierto que la tecnología no es viable completamente, pero algunos de sus elementos pueden resultar ser muy beneficiosos para la producción nacional. Además, estos invernaderos tienen un gran potencial para realizar investigación agropecuaria, de hecho, al momento se realiza un proyecto de investigación sobre posibilidades de diversificación de productos en la vertiente Caribe con ellos.

Estas líneas de trabajo en investigación y extensión se muestran coherentes en sus objetivos y medios. La relación es sencilla en tema de programas de investigación y extensión en general. En el caso de los invernaderos inteligentes, la acción más claramente asociada con la digitalización del sector agropecuario, también parece serlo; esencialmente, porque se reconocen las diferencias entre las condiciones contextuales de Corea y Costa Rica, por lo que se busca desarrollar una combinación técnica adaptada a las necesidades nacionales desde la tecnología coreana. Este instrumento está en un espacio intra-burocrático, en este caso el análisis de consistencia no es procedente, por las características del instrumento.

Luego, el INTA cuenta con la Plataforma de Tecnología, Información y Comunicación Agropecuaria y Rural (PLATICAR). Esta plataforma tiene como propósito acercar la oferta y demanda de conocimiento en el ámbito nacional y local, creando un espacio de interacción para los productores, extensionistas e investigadores. Para cumplir su objetivo se utiliza la plataforma para identificar las necesidades de conocimiento y tecnología, para llevar respuestas técnicas a los productores a través de la mediación y validación. Es importante señalar que la introducción de esta plataforma se realizó junto con un programa de desarrollo de competencias digitales para su uso (L. Ramírez, 5 de abril de 2024).

La plataforma PLATICAR se muestra como un instrumento de política pública amplio y multifuncional, con cualidades de instrumento de información, organización y tesoro. A la vez, plantea impactos procedimentales y sustantivos. Por un lado, cambia las dinámicas de interacción entre productores, extensionistas e investigadores, acercando los procesos de innovación a las problemáticas y dinámicas reales mediante el uso de un entorno digital. Por otro lado, este acercamiento, con procesos de mediación y validación, pretende modificar la conducta de los productores. Esto hace que se trate de una iniciativa coherente y consistente, en términos de sus calibraciones medio-fin y sus impactos sustantivos y procedimentales; aunque no se encuentran informes o indicadores de impacto para corroborarlo.

Cabe mencionar una iniciativa bastante reciente, a partir de julio de este año se instaura en el país el Sistema Nacional de Identificación Individual y Rastreabilidad del Ganado Bovino. La implementación de este sistema hace obligatorio el uso de aretes electrónicos en el ganado, para poder identificar mejor a las vacas como medida para mitigar el contrabando y tener un mejor inventario de la producción nacional. Este sistema tiene potencial como un instrumento sustantivo de control a futuro, pero de momento se encuentra en construcción.

Finalmente, cabe mencionar las acciones propuestas por el MAG en su “Política pública para el sector agropecuario costarricense 2023-2032”. El primer eje de trabajo, relacionado con la mejora institucional, propone el uso de tecnologías para simplificar trámites y mejora regulatoria. También, se menciona el incremento de habilidades técnicas y blandas de los funcionarios y usuarios del sector agropecuario. En este caso, el instrumento cuenta con recursos de autoridad e información, y está dirigido a la dimensión procedimental. Para la coherencia entre medios y fines, debe profundizarse en las competencias digitales de los usuarios, ya que se focaliza en funcionarios, pero parece ser coherente.

Dentro de la línea de *digitalización*, se identifican esfuerzos para sistematizar mejor la información de la institución y el desarrollo de aplicaciones (L. Ramírez, 5 de abril de 2024). Aunque hay dificultades en tema de recursos internos, pues no se cuenta con suficiente personal para satisfacer las demandas de desarrollo. El MAG es una organización muy grande, con muchas organizaciones adscritas, lo que hace que sus departamentos de desarrollo no den abasto (L. Ramírez, 5 de abril de 2024). Estas acciones van dirigidas al dimensión sustantiva de control, y tienen posibles efectos procedimentales, al unificar las bases de datos.

También se clama por la figura del “agromático”, que es un especialista de término medio entre informático y agrónomo (L. Ramírez, 5 de abril de 2024). Estos profesionales tienen competencias para el desarrollo de aplicaciones especialmente diseñadas para las necesidades del sector. Pensando en las aplicaciones más allá de los sistemas de información, como un conjunto funcional para optimizar soluciones. Actualmente no hay profesionales con estas características.

El eje tres de esta política habla sobre mejoras de la productividad y sostenibilidad en el sector. En él se plantea impulsar el uso de tecnologías para optimizar el uso de recursos naturales, uso de herramientas e instrumentos (como teléfonos, drones, sistemas informáticos, etc.), formación de capacidades tecnológicas para el aprovechamiento de equipos y tecnología, fomento de uso de tecnologías frente a la digitalización e impulso al desarrollo de plataformas para la comercialización. Llama la atención que se trata de instrumentos que no plantean recursos, gestores o mecanismos de acción concretos.

### 3.2.3. Instituto Nacional de Aprendizaje (INA)

El INA nace como con el objetivo de preparar a las personas para desempeñar oficios y carreras con énfasis técnico. Para ello, brinda capacitación, certificaciones y educación con miras a la inserción de las personas en el mercado laboral, con una misión orientada por la movilidad social. Se trata de un ente que busca mejorar el ajuste entre oferta y demanda de trabajo con enseña técnica y educación continua.

Se incluye el INA en este análisis por estar dentro de las instituciones responsables del eje de digitalización del sector agropecuario en el de la estrategia nacional. Haciendo revisión de su oferta de cursos, se encuentra un solo curso, en la categoría de capacitación referente al tema, titulado “Herramientas electrónicas en la gestión agro-empresarial”. Se hace revisión de los Centros de desarrollo empresarial del INA, pero están dirigidos sectores de industria y comercio.

Analizando las acciones del INA, se pretenden impactos sustantivos, modificando las maneras en que los productores hacen negocios, para ello, posee recursos organizacionales y de información. Pero un solo se identificó un curso de 44 horas, y se cuestiona si no es necesario ampliar esta oferta de formación. En general, esta acción es coherente en objetivos y medios, pues el INA tiene la capacidad para llevar a cabo operaciones en todo el país; aunque es una acción muy limitada. Se advierte que es probable que las herramientas tecnológicas y los temas asociados se implementen transversalmente en los planes de estudio, pero no se puede corroborar.

### 3.2.4. Ministerio de economía, industria y comercio (MEIC)

Las competencias del MEIC están asociadas con la formulación de política económica, planificación nacional, promoción y desarrollo de iniciativas privadas, pequeñas y medianas empresas. El MEIC tiene un papel relevante en el sector industrial, comercio y servicios; pero al ser incluido en la estrategia nacional de digitalización del sector agropecuario se decide indagar en qué instrumentos ofrece que puedan ser de interés al caso.

Haciendo revisión de los instrumentos que tiene a disposición el MEIC, se descubre, primero, un programa de microcrédito, que se gestiona a través de cooperativas. Este no se dirige únicamente al sector agropecuario, pero tiene un énfasis fuerte la producción lechera, y, en sus opciones se hace referencia directa a la compra de tecnología y equipo. El programa consiste de préstamos, de máximo 17-18 millones de colones (aproximadamente \$35 000), con condiciones favorables, los requisitos, a grandes rasgos, son la formalidad del negocio. Adicionalmente, se menciona atención y acompañamiento personalizado.

Este instrumento cuenta con recursos de tesoro, organización e información, con impactos en dimensiones sustantiva y procedimental, al facilitar cambios técnicos y modificar procedimientos de acceso a recursos. El objetivo es facilitar el desarrollo y consolidación de iniciativas innovadoras, en este sentido es coherente. Se trata de un programa que brinda opciones de financiamiento a los pequeños y medianos emprendimientos sin tantos obstáculos. A la vez, resulta consistente, al hacer uso de convenios con cooperativas para asignar los recursos, pues estas suelen tener mejor perspectiva de las actividades, sectores, territorios y necesidades. Aun así, debe señalarse que la cantidad puede ser algo pequeña, dado el coste de algunas tecnologías.

El MEIC plantea otra línea de acción de interés, particularmente, en lo referente al uso de plataformas para comercio electrónico: el Plan de Digitalización MIPYME 2019-2022. Esta es una iniciativa conjunta de la Organización de los Estados Americanos (OEA), Google y Kolau. Se trata de un sistema de cooperación entre

Google y Kolau, que permite a cualquier empresa crear una página web de forma gratuita, rápida y sin dificultades técnicas. Además, se optimiza la aparición de la página en búsquedas de internet, mediante Google Ads, y se tiene opción de agregar compras en línea por un monto de 2200 colones al mes (cerca de \$4). Adicionalmente, se ofrecen capacitaciones voluntarias.

Este instrumento cuenta con recursos de información, tesoro y organización. De organización, ya que coordina diversas organizaciones para ofrecer nuevos caminos a las actividades económicas mediante plataformas. A la vez, implica recursos de tipo tesoro, debido a que ahorra un costo importante a los productores en la creación de sus páginas web. También ofrece recurso de tipo de información, por el conocimiento necesario para crear páginas web y por las posibilidades de capacitación. Se considera que se trata de una acción coherente a su propósito, que es llevar a las pequeñas y medianas empresas al entorno digital; esta iniciativa les permite integrarse a estas dinámicas sin mayor costo o conocimiento técnico.

### 3.2.5. Promotora de Comercio Exterior costarricense (PROCOMER)

Procomer es una organización pública y autónoma, dedicada a promover el comercio exterior costarricense. Algunas de sus acciones relevantes en esta línea son la reducción de trámites, mediante iniciativas como la ventanilla única para comercio exterior, o el desarrollo de una muy exitosa campaña de marca país (esencial Costa Rica). Adicionalmente, esta organización ha jugado un rol clave en establecer y facilitar las conexiones exportadoras para pequeñas y medianas empresas en el país; con efectos relevantes a nivel de inclusión económica. De hecho, en el marco de esta investigación se identificaron dos instrumentos en esta línea.

Primero, el conjunto de plataformas, que conforman una gran plataforma, denominada Descubre. Este es un programa de cooperación interinstitucional y público-privado, que ayuda a los productores agropecuarios a conocer y desarrollar el potencial exportador de sus productos. En total cuenta con cuatro plataformas enfocadas en prospección, desarrollo de proyectos, inversión e innovación, sumado

al acompañamiento y simplificación de trámites; contando con los cuatro tipos de recursos necesarios para que un instrumento tenga capacidad de acción pública. Sus objetivos finales son mejorar la captación de valor de la producción agropecuaria y atraer nuevas inversiones a los territorios rurales, a través de una orientación hacia mercados exteriores.

Esta combinación de plataformas es coherente con sus propósitos y presenta un equilibrio consistente entre sus acciones procedimentales y sustantivas. Esto a pesar de desenvolverse en un espacio inter-burocrático y complejo, lo que es remarcable. Además, se rescata que este tipo de iniciativas viene a solventar un problema que fue identificado como el principal obstáculo para costear tecnologías para la agricultura de precisión: la volatilidad de los precios en el mercado interno (J. Madriz, 20 de junio de 2024). De hecho, se llegó a plantear, desde el criterio experto, que el uso de tecnología avanzadas de precisión solo sería rentable en producciones con una orientación exportadora, debido al problema de los precios internos (J. Madriz, 20 de junio de 2024).

El segundo instrumento implementado desde Procomer a analizar es el Plan de crecimiento verde. Este plan tienen como objetivo fomentar producciones verdes, en las líneas de trabajo de eficiencia energética, energías renovables, reducción de emisiones, uso de agua y gestión de residuo, siempre y cuando tengan potencial exportador; pues es una iniciativa de la promotora de comercio exterior. Este instrumento se compone de dos acciones concretas: acceso a capitales semilla (recursos de tipo tesoro) y asistencia técnica (recursos de información, autoridad y organización).

Este instrumento no está focalizado exclusivamente en el sector agropecuario, pero lo abarca, y, de hecho, se contabilizan varias experiencias exitosas en él, incluso en territorios particularmente vulnerables como la costa atlántica. Este instrumento se muestra coherente, ya que tiene recursos de los cuatro tipos, y particularmente por ofrecer recursos de tipo tesoro, que han probado ser escasos. Al contemplar sus incidencias procedimentales y sustantivas, articulándose con la Plataforma Descubre, también, se muestra consistente. De igual forma, se desenvuelve en un espacio inter-burocrático y complejo.

Antes de avanzar, es muy importante señalar que Procomer es una organización pública, pero se trata de una que es autónoma y no estatal. Esto es un factor analítico interesante, debido a que ha demostrado mejores capacidades para ejecutar y articular acciones en espacios inter-burocráticos complejos; a pesar de tener objetivos bastante amplios y multisectoriales, pues la otra agencia con estas características es el Instituto del Café, que tiene un foco de trabajo mejor delimitado. Mientras que es una de las dos agencias que han contemplado recursos de los cuatro tipos en sus instrumentos, lo que puede explicar su capacidad demostrada para concertar acción pública.

### 3.2.6. Caracterización del espacio de políticas

Tras realizar un mapeo y caracterización individual de los instrumentos de política pública para la digitalización del sector agropecuario identificados, se procede a realizar un análisis del espacio de política pública en su conjunto, siguiendo las categorías y conceptos propuestos por Fontaine (2015). Lo primero que es necesario resaltar es la ausencia de una política rectora en la materia, puesto que, aunque se encontró una estrategia de digitalización para el sector agropecuario, esta no tuvo seguimiento tras el cambio de gobierno en 2022; evidenciado en el desconocimiento de la misma por parte del viceministro actual de ciencia y tecnología.

La falta de una política “madre” que coordina las acciones no impide que se desarrollen algunas iniciativas e instrumentos desde diversas agencias estatales, organizaciones públicas o alianzas público-privadas. Quizás el mayor impacto de la ausencia de una política rectora se refleja en un espacio de competencias difuso, donde las agencias estatales se auto-atribuyen que es de su competencia y que corresponde al resto. Esto se vuelve un problema en este tipo de casos, ya que se trata de una temática transversal a las competencias legales de varios ministerios.

Para ilustrarlo, en la estrategia de digitalización del sector agropecuario del gobierno anterior se estipulaba que el ente encargado de la gestión de las acciones de implementación de tecnologías de la información y comunicación en el sector

agropecuario era el MICITT. Sin embargo, tras las entrevistas realizadas a gestores de política se descubre que la este espacio de competencias no está muy claro; pues desde el MICITT se reconoce que el responsable de esta implementación es el MAG, concretamente el INTA. Inclusive se mencionan potenciales fricciones entre ministerios por transgredir este espacio de competencias.

El no definir claramente un ente coordinador y áreas de acción puede llevar a una situación problemática, donde cada agencia termine haciendo lo mínimo, pues consideran que solo eso les corresponde. Esta falta de coordinación y delimitación de competencias lleva a un segundo problema, que, de hecho, ya se puede observar en la práctica. Esto se manifiesta a través de la falta de articulación de acciones entre agencias y potencial duplicidad de las mismas.

Estas situaciones llevan a concluir que el espacio de política para la digitalización del sector agropecuario está fragmentado. Con consecuencias que se amplifican por la naturaleza inter-burocrática y compleja del espacio de política, en cuanto al número de agencias y programas involucrados. Evidencia de esta problemática es que los instrumentos aplicados desde instituciones públicas no estatales o mediante alianzas público-privadas parecen estar mejor diseñados y operar mejor; pues depende de un espacio intra-burocrático y simple.

Sin mencionar que la falta de una política rectora envía una señal incorrecta de parte del país, ya que indica indirectamente que el tema no está en agenda política, lo que puede llevar a dificultades para conseguir recursos de tipo tesoro. En efecto, esto se refleja en la mayoría de los instrumentos son propuestos dentro de otros planes políticos, como en el Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (2022-2027) o en la Política Pública para el Sector Agropecuario Costarricense 2023-2032. En estos planes, gran parte de los instrumentos dirigidos a la digitalización del sector agropecuario se redactan de manera casi indistinta de objetivos. Muchos inician con verbos como “promover”, “transformar” o “cambiar”, sin concretar en mecanismos o acciones respecto a cómo se pretende “promover”, “transformar” o “cambiar” la situación realmente.

Lo que es más, en ninguno de los instrumentos se dedica espacio para definir financiamiento o presupuesto habilitado para estos objetivos. En su mayoría, se

espera que las acciones sean implementadas por las organizaciones públicas con sus recursos ordinarios; o que busquen recursos por sus propios medios, como el caso de la red de laboratorios de innovación comunitarios, que consiguieron fondos mediante una propuesta al Inder. Esta situación es particularmente problemática al recordar la regla fiscal bajo la que opera el país, que limita el presupuesto público mientras el déficit no se reduzca bajo cierto umbral.

Esto puede explicar la preferencia por recursos de tipo información, organización y, en algunos casos, autoridad, en las implementaciones. La mayoría de las acciones van en línea con el apoyo administrativo, mientras que las acciones que pretenden una transformación productiva son menos claras en sus recursos y mecanismos concretos. Aunque estos esfuerzos no deben ser menospreciados, pues el desarrollo de sistemas de información integrados y eficientes ha sido identificada como una necesidad importante del sistema de innovación público costarricense (Barboza-Arias y Sáenz-Segura, 2019).

Finalmente, en tema de coherencia, parece que es menor en los instrumentos dirigidos a la transformación productiva, y mayor en los de agencias públicas no estatales. La ausencia de una política rectora implica que es improcedente realizar un análisis de consistencia de la implementación, con la metodología seleccionada; aunque se hizo parcialmente en cada instrumento. Llama la atención la falta de instrumentos dirigidos a la comercialización, pues son de menor costo y coherentes con las necesidades del sector.

### 3.2.7. Análisis de sostenibilidad e inclusividad de políticas e instrumentos

Retomando el objetivo al que responde este capítulo, se debe indagar si estos instrumentos de política pública favorecen la transformación sostenible e inclusiva del sector agropecuario. Debido a ello, en esta sección se recapitula sobre los instrumentos analizados hasta ahora, evaluando su contribución, o potencial de contribución, a la transformación sostenible e inclusiva del sector agropecuario en Costa Rica. Se omite la Estrategia nacional de digitalización del sector, pues no tuvo seguimiento, así que carece de sentido trabajarla.

En cuanto al primer instrumento del MICITT, sobre acelerar la innovación en sectores productivos en áreas estratégicas, el indicador de evaluación propuesto podría no ser apropiado. Si el plan mismo menciona que el sector agropecuario está rezagado y que faltan recursos de tipo tesoro para financiar la aplicación de tecnologías en él; tiene poco sentido utilizar la cantidad de iniciativas financiadas previamente para identificar áreas estratégicas. Esto podría llevar a perpetuar los patrones estructurales de baja innovación en el sector, comprometiendo la inclusión económica del proceso. Por otro lado, no se dice nada sobre la sostenibilidad.

La segunda acción planteada por MICITT es utilizar laboratorios de innovación comunitaria, como herramienta para el desarrollo de capacidades técnicas en la industria 4.0. Este instrumento es adecuado para propiciar una transformación digital inclusiva y sostenible. En especial por partir desde lo local, los laboratorios comunitarios, al estar cerca de las problemáticas pueden co-ayudar a construir soluciones específicas; mientras que facilitan el acceso de la población local a sus recursos. De paso, tienen potencial para fomentar la actitud innovadora en los territorios rurales, aspecto clave del desarrollo territorial (Berdegué, et al., 2011). Señalando que su efectividad dependerá del involucramiento de los usuarios.

Se pasa a revisar los instrumentos planteados por el MAG, el primer grupo son los programas de extensión e investigación por tipo de producto. En general, son iniciativas que permiten obtener mejor información de los procesos productivos y favorecen la toma de mejores decisiones, tanto a productores como al gobierno. Esto hace que sus impactos sean positivos al pensar en la transformación sostenible del sector. Por otro lado, sus efectos en la inclusividad quedan menos claros, es difícil determinarlos al ser iniciativas separadas, pero es preocupante la falta de recursos de tipo tesoro, cruciales para la inclusión económica.

Ahora bien, el proyecto de invernaderos inteligentes es promisorio en el uso de tecnologías digitales en la producción agrícola para promover la sostenibilidad. Estos invernaderos reducen significativamente la necesidad del uso de productos químicos; de hecho se mencionó una reducción de entre el 88%-98%, por la información precisa y en tiempo real sobre las necesidades de los cultivos (J.

Madriz, 20 de junio de 2024). Lo mismo se puede decir de la optimización del uso de agua, ya que se reduce a las necesidades reales de las plantas.

Por otro lado, los efectos en tema de inclusión son más ambiguos. Inicialmente, ofrecen oportunidades positivas, ya que al tener regulación de clima permiten introducir nuevos productos en los diversos territorios. Esto permite la diversificación productiva, experimentación que se está llevando a cabo en la vertiente atlántica del país, una de las zonas de mayor vulnerabilidad (Rodríguez-Soto, 2023, 2024b). Adicionalmente, se trata de una tecnología fácil de usar y operable con un ordenador y un teléfono móvil, en este sentido es accesible.

Por otro lado, se admite que el costo puede ser alto, tanto de inversión en capital fijo, como el costo operativo en tema de electricidad (J. Madriz, 20 de junio de 2024). El primer punto es problemático ante la carencia de opciones de financiamiento, como afirma J. Madriz, es más sencillo conseguir un préstamo para un automóvil nuevo que para un invernadero en Costa Rica (entrevista, 20 de junio de 2024). Luego, ante la variabilidad de los precios nacionales, el costo operativo se hace viable para productos de exportación (J. Madriz, 20 de junio de 2024).

En el caso del INA, su intervención es coherente pero limitada, considerando que tiene presencia en diversos territorios. La capacitación en inserción al mercado contribuye a la inclusión económica y sostenibilidad. Además, los centros de desarrollo empresarial podrían aportar con acompañamiento a proyectos de tecnologías digitales en emprendimientos agropecuarios, modificando su normativa. Para evaluar la contribución del INA es necesario conocer sus mayas curriculares y determinar que tanto se incluye el uso de tecnologías en carreras del sector.

Para los instrumentos del MEIC, se encuentra que el primero que tiene potencial impacto en la digitalización del sector agropecuario es el programa de microcréditos con énfasis en el sector lechero. Al considerar su capacidad para promover una transformación sostenible e inclusiva en el sector, se concluye que su impacto es positivo, pues elimina algunas barreras al crédito relativas a las garantías. Llama la atención que el MEIC, cuyo rol no se plantea como clave en el sector agropecuario, sea de los pocos que ofrezcan recursos económicos claros para impulsar y viabilizar implementaciones en el sector agropecuario.

En cuanto al segundo instrumento considerado, se trata de una acción general dirigida a todo el sector empresarial costarricense que facilita el proceso de creación de una página web y uso de plataformas para el comercio. Se trata de una acción que definitivamente promueve la inclusión, ya que vuelve accesible, en términos económicos y de conocimiento, la creación de páginas web a toda la población, y acerca a productores y compradores, con potencial para reducir los márgenes de intermediación.

Pasando a los instrumentos gestionados desde Procomer, se encuentra que ambos ofrecen contribuciones muy importantes a la transformación sostenible e inclusiva en el sector agropecuario. El conjunto de plataformas que componen Descubre y el Plan de crecimiento verde tienen impactos fuertes en tema de inclusión, pues ofrecen a pequeños y medianos productores ventajas que tradicionalmente han estado reservadas para los grandes. Con ellas se abren espacios a la innovación, con miras directas a la sostenibilidad por su énfasis, mientras que se habilitan opciones para que todos puedan exportar y participar en mercados internacionales. Con efectos más amplio el recordar el señalamiento de J. Madriz, sobre el problema de los precios del mercado interno para sustentar los costos operativos de las tecnologías de precisión (20 de junio de 2024).

## Capítulo IV. conclusiones y recomendaciones de política

### 4.1. La digitalización del sector agropecuario y desarrollo sostenible e inclusivo en los territorios rurales: el caso de Costa Rica

En esta investigación se analiza la experiencia de Costa Rica en el uso de tecnologías digitales en el sector agropecuario, para establecer sus contribuciones al desarrollo sostenible e inclusivo de los territorios rurales. Para ello se trabajaron dos momentos analíticos, primero, se sistematizaron experiencias de aplicación, pues el tema era inexplorado a nivel nacional; segundo, se analizaron las políticas públicas e instrumentos que apoyan la transformación digital del sector en el país.

Así, se encontró que el desarrollo de las tecnologías digitales en el sector agropecuario es asimétrico entre producciones y territorios. Debido a que fue posible encontrar algunas aplicaciones muy avanzadas, como en el café, y algunas más rezagadas, como el banano. Aun así, desde las experiencias sistematizadas, es posible identificar espacios de aplicación para las tecnologías digitales en el sector agropecuario de manera que fomenten una transformación sostenible y las condiciones bajo las cuáles esta transformación será inclusiva.

Por otro lado, se identificó que el espacio de política para la digitalización de la agricultura está fragmentado, siendo complejo e interburocrático. Esto responde a la ausencia de mandato claro, pues en las organizaciones públicas no hay claridad sobre qué ministerio es rector en la materia. Debido a que el MICITT es el encargado de fomentar la innovación y el MAG es el responsable del sector. Desde la discusión con gestores, se descubre que no hay un responsable definido, ni política explícita para la digitalización del sector. Esto lleva a instrumentos de política no articulados, aun cuando cuenten con recursos y algunos sean coherentes y consistentes, con capacidad de acción pública.

Se procede a analizar las contribuciones de estas innovaciones para la sostenibilidad por área de incidencia, luego se profundiza en las condiciones para que esta transformación sea inclusiva.

#### 4.1.1. Contribuciones de la digitalización del sector agropecuario al desarrollo rural sostenible

Se abordan los impactos de la digitalización del sector agropecuario sobre la sostenibilidad ambiental, en especial tras la revolución verde, categorizados en los siguientes grupos (categorización elaborada a partir de la lista de Chávez (2019), detallada en el marco teórico): desgaste de suelos, huella hídrica, toxicidad agroquímicos, acoplamiento a los ecosistemas y empobrecimiento de productores de escasos recursos. Los hallazgos se presentan en la tabla 3, más adelante.

##### Desgaste de suelos

En tema de desgaste de suelos, se encuentran varias áreas de impacto. Inicialmente, como evidenció el caso de Cope Dota, el uso de sensores de suelo les permitió conservar los árboles de sombra, protegiendo el suelo de la erosión y mejorando la productividad a la vez. Esto suponía un problema doble, ya que si cortaban los árboles de sombra perderían sellos ecológicos que les permiten acceder a un precio ventajoso. Además, estos árboles de sombra son espacios clave para los ecosistemas y los cafetales como ecosistemas, al conservarlos se protege la biodiversidad y se mejora la provisión de servicios ecosistémicos de estos espacios, particularmente, en tema de polinización y absorción de carbono.

El uso de sensores hizo posible que los productores identificarán mejor el problema de productividad que enfrentaban, pues pensaban que se debía a los árboles, pero resultó ser la composición del suelo. Luego, estos sensores fueron utilizados para estudiar casi en tiempo real la composición del suelo, y, combinados con inteligencia artificial, lograron elaborar abonos con mezclas específicas para cada terreno. Con este avance lograron recuperar la productividad y, todavía más, duplicar la periodicidad de las cosechas. Sin mencionar que estos abonos son elaborados desde los residuos del proceso productivo y absorción de emisiones de actividades conexas, mejorando la sostenibilidad y circularidad del proceso.

**Tabla 3.** Áreas de impacto de las tecnologías digitales en la sostenibilidad del sector agropecuario.

<i>Áreas de impacto</i>	<i>Tipo de tecnología</i>	<i>Contribución</i>	<i>Evidencia</i>
<i>Desgaste de suelos</i>	*Sensores de suelo.	*Conservar árboles de sombra.	*Caso de Cope Dota.
	*Abonos para necesidades específicas (IA).	*Gestión de riesgo agroclimático.	*Caso de Cope Tarrazú.
	*Sistemas de alerta temprana.	*Gestión de la producción.	*Caso de Cope AgroPal.
	*Imágenes aéreas.	*Registro y control.	*Plataformas de organizaciones públicas no estatales.
<i>Huella hídrica</i>	*Sistemas de riego de precisión.	*Disminución sustancial de la huella hídrica.	*Caso de Cope AgroPal.
		*Gestión de riesgo agroclimático.	*Invernaderos inteligentes de INTA.
		*Introducción de productos (diversificación).	
<i>Toxicidad de agroquímicos</i>	*Abonos para necesidades específicas (IA).	*Sustitución de agroquímicos por bio-insumos.	*Caso de Cope Dota.
	*Desarrollo de bio-insumos sustitutos.	*Reducción de agroquímicos.	*Caso de Cope Tarrazú.
	*Aplicación de precisión.	*Mejora de productividad.	*Caso de Cope Pila Angosta.
		*Mejora de salud pública.	*Caso del Banano.
		*Conservación de biodiversidad.	
<i>Acoplamiento a ecosistemas</i>	*Sensores análisis de suelo.	*Conservar árboles de sombra.	*Caso de Cope Dota.
	*Abonos para necesidades específicas (IA).	*Gestión de riesgo agroclimático.	*Caso de Cope Tarrazú.
	*Sistemas de alerta temprana.	*Disminución sustancial de la huella hídrica.	*Caso de Cope AgroPal.
	*Sistemas de riego de precisión.	*Conservación de biodiversidad.	*Plataformas de organizaciones públicas no estatales.
	*Aplicación de precisión.	*Desarrollo de prácticas regenerativas.	*Caso de Innobovino.
	*Aplicaciones para ganado.		

Fuente: Elaboración propia.

## Huella hídrica

En el caso de la huella hídrica, se descubrieron impactos sustantivos en las mejoras de los sistemas de riego, en el caso de la palma y de los invernaderos experimentales del INTA. En la palma africana, se logró reducir el consumo de agua en un 95%, al pasar de los aspersores tradicionales, a sistemas de riego por goteo de precisión. Este avance es importante considerando las características hidrometeorológicas de los territorios costeros del Pacífico costarricense, donde se concentra el cultivo de palma, que presentan veranos marcados por escasez de agua y sequías fuertes. Ello implica que se mejora la sostenibilidad ambiental, pero también la resiliencia económica de la producción en estos territorios.

Por otro lado, en los invernaderos inteligentes se está trabajando con hidroponía para el cultivo de hortalizas, en este caso se alcanzó una reducción igualmente marcada del consumo de agua. Estos invernaderos tienen sistemas de riego más complejos que en el caso de la palma, lo que les permite aumentar la precisión de las necesidades de agua de los cultivos. Adicionalmente, el uso de hidroponía les permite promover diversificación productiva en los territorios, con los efectos, de nuevo, de un incremento de la sostenibilidad y resiliencia económica.

## Toxicidad de agroquímicos en alimentos y ambiente

En todos los casos estudiados las tecnologías digitales demostraron impactos relevantes en la reducción del uso de agroquímicos en la producción, en diferentes grados. En el caso del café, se logró sustituir los insumos tradicionales por bio-insumos en la mayoría de los casos, y optimizar su uso. Para la palma africana, en realidad, las necesidades de insumos químicos son bajas, y se lograron reducir aún más gracias a las tecnologías de precisión. En las hortalizas de los invernaderos inteligentes la reducción del uso de sustancias químicas fue superior al 90%. Todo ello se considera una contribución sustancial a la sostenibilidad ambiental de estas actividades.

Quizás, el único caso que se desvía un poco de esta tendencia es el del banano, pues se trata de un cultivo que tradicionalmente ha requerido muchos agroquímicos,

en especial por el Sigatoka. Pese a ello, hay avances, la combinación de sistemas de boquillas automatizadas y coordinadas mediante gps ha logrado optimizar la aplicación desde avionetas o helicópteros. Si bien el uso de drones mejora todavía más la sostenibilidad y precisión de la aplicación, resulta no ser tan viable, pues las plantaciones de banano tienden a ser muy grandes y la relación costo-beneficio no es tan buena en estos casos.

Este mayor control de las aplicaciones de agroquímicos tiene otro efecto importante en el desarrollo sostenible de los territorios. Al lograr precisar mejor las áreas y cantidades de aplicación se logra una mejora en la salud de todas aquellas personas que consumen estos productos; pero, también, una mejora en la salud pública de las localidades donde se utilizan estas sustancias. Es decir, se identifican impactos positivos en el desarrollo sostenible de los territorios y de los consumidores en general. Mientras se reduce el impacto negativo en la biodiversidad de los ecosistemas locales.

#### Acoplamiento a ecosistemas

Esta dimensión de impacto en la sostenibilidad ambiental es transversal a todos los casos estudiados. En todas las producciones estudiadas las innovaciones técnicas impulsadas por el uso de tecnologías digitales se transliteran en innovaciones socio-ecológicas, que transforman positivamente las interacciones de la producción con el medio ambiente.

Los sistemas de precisión, como sensores, riego por goteo, o aplicación de sustancias, disminuyen el impacto ambiental de la producción. Por ejemplo, los sensores de suelo y los abonos a base de biomasa residual en el café aumentan la fertilidad y permiten conservar los árboles de sombra. A su vez, posibilitando que la biodiversidad utilice las producciones de café como corredores biológicos y favoreciendo la provisión de servicios ecosistémicos. Los sistemas de riego de precisión optimizan el uso del agua en las localidades, lo que favorece la resiliencia local y deja más agua disponible para sus funciones normales en el ciclo hidrológico y las necesidades de otras especies. La aplicación de químicos con sistemas

automatizados reduce el riesgo para la salud humana, pero también el impacto que estas sustancias tienen sobre la biodiversidad y ecosistemas locales.

Por su parte, los múltiples sistemas de alerta temprana y de gestión de riesgo agroclimático que implementan las diversas agencias públicas no estatales, para cultivos y territorios específicos, mejoran la resiliencia de la producción y el conocimiento de las regiones climáticas donde se encuentran. Esto permite una mejor planeación de la producción en cada territorio, integrando los ciclos productivos con los hidrometeorológicos.

Por último, aplicaciones como las utilizadas en el ganado vacuno, en cualquiera de sus formas, habilita mejores prácticas ecológicamente hablando. Mediante este control de la información y asistencia los productores pueden enfocar sus procesos productivos de manera que se integren con la capacidad de absorción del medio ambiente. De esta forma se controla el mayor problema para esta industria: las emisiones por las heces de las vacas. Incluso, esto permite que los desechos se acoplen mejor a los ecosistemas y cumplan una función importante como abono.

#### 4.2. Cómo lograr una transformación inclusiva para el sector agropecuario

Ahora bien, en esta investigación se estableció como las tecnologías digitales y de la información pueden contribuir con el desarrollo productivo y sostenible del sector agropecuario, en muchos casos alineando objetivos de ambos tipos. A pesar de estas ventajas ambientales y productivas, la relación con el tema de inclusión no es tan directa, por no decir que es poco clara, y depende de otros factores. Fue posible hallar, al menos, tres focos que determinan la inclusividad de la transformación digital del sector agropecuario: recursos económicos, competencias y capacidades digitales, y estructuras de gobernanza.

El primer punto se asocia con las brechas económicas prevalecientes en el sector, ya que los grandes productores tienen recursos para financiar innovaciones, o cuentan con activos que pueden utilizar como respaldo para obtener créditos; mientras que los pequeños y medianos no. Tal como dijo J. Madriz (INTA, 20 de junio de 2024), es más fácil que se otorguen créditos a quienes desea comprar un

automóvil nuevo que a alguien que quiera adquirir un invernadero inteligente. Sin mencionar, que el costo de las tecnologías de precisión muestra cierta inviabilidad al combinarse con la inestabilidad de los precios en el mercado interno.

En este sentido, una de las organizaciones públicas que presenta mayor claridad es PROCOMER, que ofrece recursos económicos y acompañamiento a las personas que deseen desarrollar productos agropecuarios con orientación hacia mercados internacionales. También en esta línea, están los programas de microcrédito ofrecidos por el MEIC enfocados en la producción lechera, aunque en este caso los fondos por proyecto son relativamente pequeños en relación con el costo de las tecnologías, como se encontró en la sistematización de experiencias.

Un segundo problema asociado a las brechas económicas, identificado por G. Orozco (22 de agosto de 2024), es que muchos productores agropecuarios no distinguen costos económicos de costos financieros. Esto lleva a la mala administración de las producciones, ya que solo se contempla el dinero desembolsado, no los costos de oportunidad, ni otros costos asociados. Con el efecto de que muchos productores, en realidad, operan en situaciones inviables económicamente, lo que hace que su producción sea un “mal negocio”. De hecho, G. Orozco encontró que su aplicación podía solucionar esto, al apoyar el manejo de la producción agropecuaria como si fuese cualquier otro negocio privado.

El siguiente foco desde el que se determinan las dinámicas de inclusión y exclusión en el uso de tecnologías en el sector agropecuario son las capacidades y competencias de los usuarios. Tanto en el caso del café, como de la palma, y en la ganadería, se identificó que las personas más propensas a incorporar tecnologías digitales en sus producciones son aquellas que cuentan con niveles de escolaridad más altos. Estos suelen ser, también, los más jóvenes, así que parece que las tecnologías sí son una forma de acercar a las nuevas generaciones al sector agropecuario. Por otro lado, el grupo etario es el principal obstáculo identificado para promover el uso de tecnologías en las producciones.

Esto es problemático, puesto que el uso de tecnologías es determinante para los rendimientos futuros de las producciones, creando el riesgo de incrementar las brechas económicas a plazo. La forma más eficiente en la que se ha tratado esta

problemática es mediante la demostración. En los casos mencionados, por lo general, la reticencia a participar en los programas de innovación desaparece cuando se observan resultados en términos de productividad e ingreso. En este sentido, un segundo foco del problema parece estar en que los productores más tradicionales están menos dispuestos a invertir en productos intangibles, como información, aplicaciones o apoyo administrativo; ya que presentan una disposición a pagar mucho mayor por insumos tangibles.

Por último, las formas de gobernanza parecen ser determinantes en la democratización de las innovaciones agropecuarias en los territorios. Esto se encuentra estrechamente ligado a los focos anteriores. En Costa Rica, la gobernanza colaborativa se muestra como un mecanismo clave para difundir la innovación, mediante la cooperación. En estos casos, por medio de cooperativas productivas, los pequeños y medianos productores logran acceder a tecnologías avanzadas como grupo, que no estarían habilitadas para cada uno por separado.

Esto último por dos razones, primero, el costo, las tecnologías costosas no son accesibles económicamente para productores de escasos recursos. Segundo, las carencias de competencias y capacidades digitales, las cooperativas ponen a disposición de los productores a expertos y profesionales que juegan un rol clave en la mediación. Además, su disponibilidad ayuda que las innovaciones se difundan aún entre los productores más reacios a aceptarlas. En el caso de productores que trabajan con empresas privadas para el procesamiento o intermediación, estas tienen poco interés en el proceso productivo de sus proveedores, en cambio las cooperativas se esfuerzan por mejorar estos procesos también.

Esto es esencial al considerar la última dimensión de impacto planteada en la sección 8.1, sobre el empobrecimiento de productores de escasos recursos. Las asimetrías técnicas se transliteran fácilmente en asimetrías socioeconómicas, de esta forma el cooperativismo se convierte en un mecanismo de contención de brechas. Puede entenderse su papel como el de una estructura de gobernanza que incrementa la capacidad de absorción de los pequeños y medianos productores, entendida esta como la capacidad que tienen las firmas para incorporar en sus procesos productivos el conocimiento y la ciencia. Cuestión de especial importancia

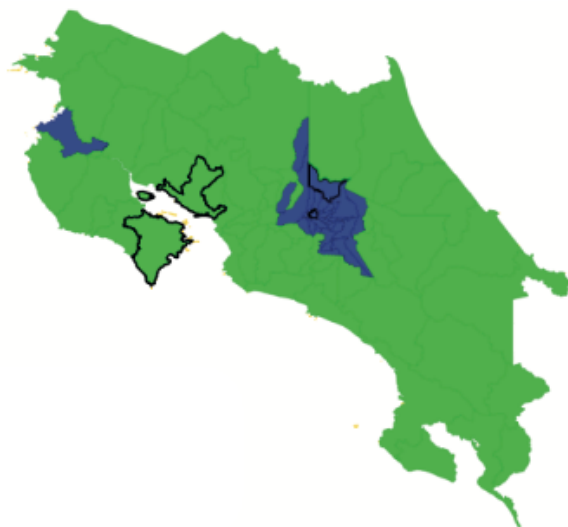
al recordar el rol central que atribuyen los teóricos del desarrollo territorial a las coaliciones locales innovadoras para el desarrollo de los territorios y localidades.

#### *4.3. Potencial de impacto en el desarrollo de los territorios rurales*

En Costa Rica, los territorios urbanos se concentran en el centro del país, en una conurbación denominada Gran Área Metropolitana (GAM), con algunas ciudades en las cabeceras de cantón y provincias de los territorios fuera del centro. Siendo así, los territorios rurales se componen del área fuera de esta conurbación y sus márgenes, con territorios puramente rurales y algunos de categoría rururbana. Para identificarlos, se trata de las zonas costeras, fronteras y colindantes al Valle Central, como puede apreciarse en el mapa de la figura 9. Pese a la gran extensión de los territorios rurales, la zona urbana aglomera cerca de la mitad de la población del país.

#### **Figura 9.**

Territorios mayormente rurales y rururbanos (verde) y territorios mayormente urbanos (azul) en Costa Rica.



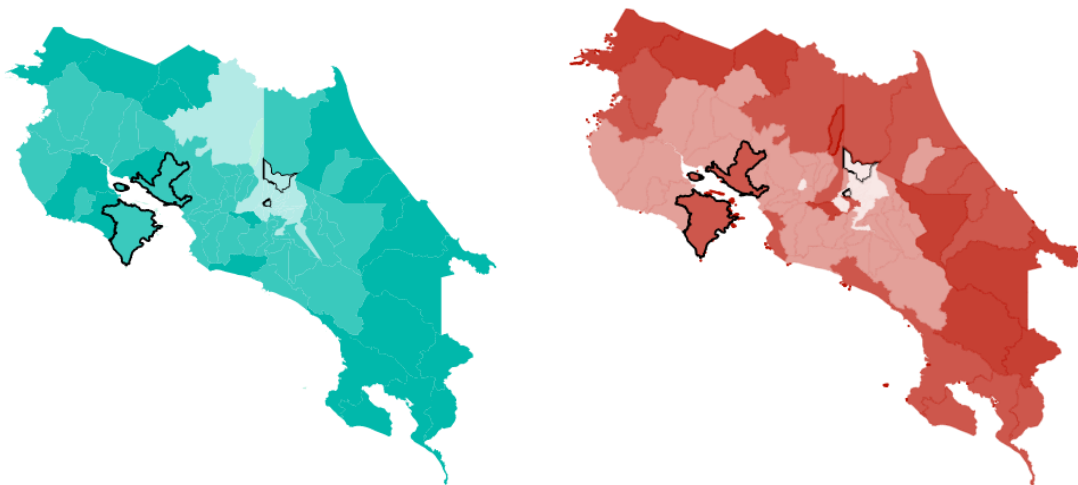
Fuente: Rodríguez-Soto (2024).

Ahora bien, el país presenta asimetrías socioeconómicas territoriales históricas, ya que las zonas urbanas presentan mejores resultados en indicadores de

desarrollo y pobreza sistemáticamente. La figura 10 muestra mapas de calor (más oscuro se interpreta como peores condiciones) con los patrones espaciales del desarrollo y pobreza en el país, desde un estudio de clusters con 32 variables relevantes (Rodríguez-Soto, 2024). Como puede apreciarse, los territorios de denominación urbana presentan condiciones mejores en ambas categorías; con la costa pacífica en un nivel intermedio y el Atlántico y fronteras en peores condiciones. De estos mapas es importante observar la coincidencia espacial con las actividades productivas analizadas en los mapas de la sistematización de casos.

**Figura 10.**

Patrones espaciales del desarrollo (verde) y pobreza (rojo) en Costa Rica.



Fuente: Rodríguez-Soto (2024).

Tal como advirtió la literatura, muchas de las actividades agropecuarias analizadas coinciden espacialmente con territorios rurales con condiciones desfavorables en temas de desarrollo y pobreza. En este sentido, hay que considerar el aporte potencial de las tecnologías analizadas en la producción y su difusión entre los productores para convertirse en motores del desarrollo para estos territorios. Se procede a trabajar cada una de las dimensiones de impacto identificadas del uso de tecnologías en el sector agropecuario.

De momento, se ha descubierto que el uso de tecnologías puede mejorar las condiciones de ingreso en los territorios rurales. Esto desde iniciativas que mejoran

la productividad, y, por lo tanto, el producto e ingreso, u otras que reducen significativamente los costos. También, debe considerarse aquellas iniciativas de apoyo en la gestión de las producciones, que permiten llegar a puntos de equilibrio operativo. De esta manera pueden ser administradas como un negocio privado ordinario, sin obviar costes de oportunidad.

Esto es especialmente relevante al pensar en la orientación y viabilidad de estas tecnologías para el desarrollo de producciones orientadas hacia el mercado externo. Tradicionalmente, el mercado interno costarricense muestra precios inestables, y francamente, no tan buenos. Iniciativas, como las de PROCOMER, abren camino para que los productores pequeños y medianos puedan integrarse en las cadenas globales de valor, sin necesidad de vender sus productos a intermediarios a precios bajos. Esto implica incrementos en la eficiencia productiva y la resiliencia económica de los territorios rurales.

Un segundo foco de impacto estratégico a nivel territorial está en los cambios de las relaciones socio-ecológicas y las oportunidades para llevar un mejor registro de ellas. Como se mencionó, los territorios rurales son de importancia estratégica en la provisión de servicios ecosistémicos. El uso de tecnologías permite mejorar el acoplamiento de las producciones agropecuarias a los ecosistemas locales, mejorando la provisión de sus servicios en todos los niveles (corredores biológicos, biodiversidad, absorción de carbono, huella hídrica, desgaste de suelos).

A la vez, estas tecnologías habilitan un mejor registro y control de la transformación de estas relaciones socio-ecológicas y sus efectos. Esto podría convertirse en un instrumento para evaluar de manera más precisa las contribuciones de estos territorios y producciones en tema ambiental. Lo que tiene potencial para transformar las relaciones entre los territorios urbanos y rurales. Sin mencionar que, siendo adecuadamente valorados, estos servicios podría ser un motor para la economía y desarrollo rural, en particular al recordar la larga tradición del país en tema de responsabilidad ambiental.

De esta forma, la articulación de actividades y tecnologías en innovaciones agropecuarias puede marcar una ruta hacia la definición de ruralidad como una estrategia al desarrollo. La principal razón para este argumento es que permite

integrar y mejorar los resultados de actividades turísticas, agropecuarias y servicios ecosistémicos al mismo tiempo.

#### 4.4. Recomendaciones de política pública y económica

Lo primero que salta a la vista del análisis del espacio de políticas públicas es la ausencia de una política explícita para la digitalización del sector agropecuario. Esencialmente, se plantea un eje de trabajo inscrito en el Plan Nacional de Desarrollo de las Telecomunicaciones 2015-2021, pero este no incluye muchas acciones sustantivas claras; además, no se le dio seguimiento tras el cambio de gobierno de 2022. Esta carencia muestra cierta disonancia al compararse con el segundo foco de innovación principal para el sector agropecuario y desarrollo rural: la bioeconomía.

En esta segunda área el país sí cuenta con varias estrategias y planes estructurados desde diversas agencias públicas, estatales y no estatales, incluso desde alianzas público-privadas. El mayor contraste aparece cuando se regresa sobre los descubrimientos de esta investigación, que evidencian que el mayor potencial de estas fuentes de innovaciones surge al combinarlas y articularlas. Cosa que tampoco es sorprendente, ya que históricamente las nuevas tecnologías suelen emplearse como sustitutas directas de las anteriores, hasta que se descubren las nuevas combinaciones técnicas que habilitan; pasando así a ser innovaciones radicales realmente.

Esto hace un primer llamado a la necesidad de una política explícita para las innovaciones impulsadas por el uso de tecnologías digitales y de la información en el sector agropecuario. Es necesario crear planes estructurados que articulen estos avances con los que se dan en otras áreas, como la bioeconomía, y que resalten sus implicaciones con el resto de territorios. En este sentido, se retoma la mención del marco teórico, sobre la necesidad de articular territorialmente las iniciativas sectoriales. Esto es necesario para poder plantear la ruralidad como una alternativa al desarrollo, combatiendo el estereotipo de la ruralidad como noción de periferia; y

también, para reducir el sesgo de tomar políticas de desarrollo rural por políticas de desarrollo agrario.

El segundo llamado sobre la necesidad de una política explícita surge desde las posibilidades de articulación de las agencias estatales. Como se mencionó, en la actualidad no hay un mandato claro en el proceso de digitalización del sector, esto hace que las capacidades de agencia de las organizaciones estatales se crucen e incluso se estorben sus labores mutuamente. La mayor fricción surge de las relaciones entre el MICITT y el MAG, pues sus competencias tienen la digitalización del sector agropecuario como punto medio.

Esto por sí solo genera problemas para generar políticas sustantivas o tomar decisiones relevantes en la materia, ya que la claridad del mandato es difusa; provocando que cada ministerio actúe con precaución para no invadir el espacio de política del otro. El principal efecto secundario de todo esto es el identificado en el análisis de políticas públicas llevado a cabo, existen muchas acciones independientes, aisladas y sin articulación. Lo que se traduce en serias limitaciones del Estado en su capacidad de acción pública en un espacio de política interburocrático y complejo por la naturaleza de la temática. De hecho, una situación que refleja esto con más claridad que nada, es que PROCOMER, un ente que no está tan involucrado por mandato en el sector, sea de los que lleve las políticas articuladas más claras en recursos y capacidad de acción pública.

Otro problema que es necesario atender es la necesidad de recursos de tipo tesoro, en todas sus formas. Muchos de los instrumentos de política que se identificaron no establecen un financiamiento específico, así que se asume que deben ser atendidos con el presupuesto ordinario de las organizaciones públicas. El mayor problema que surge en el contexto actual del país, es que mientras el nivel de deuda se mantenga alto la regla fiscal limita el presupuesto de estas organizaciones para llevar a cabo sus tareas.

En la misma línea, de los recursos de tipo tesoro, se regresa sobre el problema que enfrentan algunos productores para acceder a fondos. Parece necesario que el Estado habilite mecanismos de financiamiento o de fondos no reembolsables, acompañados de promoción del uso de tecnologías en el sector. Aquí la extensión

desde las organizaciones públicas juega un rol clave, pues, como se mencionó, hay cierta reticencia de los productores más tradicionales a invertir tiempo, dinero o esfuerzo en cuestiones no tangibles. Para solucionar esto, el método demostrativo parece ser el más efectivo, según las experiencias sistematizadas; en conjunto con el involucramiento de los segmentos más jóvenes o de mayor escolaridad de la población.

Finalmente, aún sobre este mismo tema, se advierte que existen varias organizaciones públicas con recursos de tipo tesoro a los que las personas pueden acceder, aunque no estén focalizados a la digitalización concretamente. Entre ellas se puede contar el Sistema de Banca para el Desarrollo o el Inder. Para que estos mecanismos cuenten con mayor capacidad de acción pública es necesario simplificar los trámites o brindar acompañamiento en ellos, como hace PROCOMER. También, dar a conocer estos recursos, debido a que en la sistematización de experiencias fue factor común que los productores desconocieran de las iniciativas del gobierno para apoyar la transformación productiva.

## Referencias

- Adner, R. (2006). Match your innovation strategy to your innovation ecosystem. *Harvard Business Review*, 84(4), 98. [https://www.researchgate.net/publication/7201007\\_Match\\_Your\\_Innovation\\_Strategy\\_To\\_Your\\_Innovation\\_Ecosystem](https://www.researchgate.net/publication/7201007_Match_Your_Innovation_Strategy_To_Your_Innovation_Ecosystem)
- Area, M. (2014). La alfabetización digital y la formación de la ciudadanía del siglo XXI. *Revista Integra Educativa*, 7(3), 21-33. [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S1997-40432014000300002&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S1997-40432014000300002&script=sci_arttext)
- Aroncena, J. (2013). El desarrollo local, una aproximación conceptual. *Revista de Extensión Universitaria+ E*, (3), 6-13. <https://www.redalyc.org/pdf/5641/564172832002.pdf>
- Barboza-Arias, L. M., y Saénz-Segura, F. (2019). Transición hacia un nuevo sistema de innovación agropecuaria en Costa Rica: evolución y retos. Goulet, F. et al.
- Barboza Arias, L., Rodríguez Miranda, A., & Sáenz Segura, F. (2020). Las políticas de desarrollo rural en Costa Rica: Avances y desafíos desde las perspectivas del territorio. *Revista Rupturas*, 10(2), 1-20. [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2215-24662020000200001](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2215-24662020000200001)
- Barboza-Arias, L. M. (2021). Bioeconomía en Costa Rica: cambio sociotécnico y perspectivas para el desarrollo territorial rural. *Revista estudios de políticas públicas*, 7(1), 1-15. <https://revistaestudiospoliticaspUBLICAS.uchile.cl/index.php/REPP/article/view/61622/67412>
- Bejaković, P., & Mrnjavac, Ž. (2020). The importance of digital literacy on the labour market. *Employee Relations: The International Journal*, 42(4), 921-932. <https://doi.org/10.1108/ER-07-2019-0274>
- Berdegú, J. A., Ospina, P., Favareto, A., Aguirre, F., Chiriboga, M., Escobal, J., ... & Trivelli, C. (2011). Determinantes de las dinámicas de desarrollo territorial rural en América Latina. Santiago de Chile: Rimisp. [https://www.rimisp.org/wp-content/files\\_mf/files\\_mf/1366288690N101\\_DeterminantesdelasDTR\\_BerdequeOspinaFavaretoAguirreChiribogaetal2011.pdf](https://www.rimisp.org/wp-content/files_mf/files_mf/1366288690N101_DeterminantesdelasDTR_BerdequeOspinaFavaretoAguirreChiribogaetal2011.pdf)
- Borko, H. (2016). INCLUSIVE CAPITALISM: ECONOMIC DEVELOPMENT OR STAGNATION? A REGIONAL PERSPECTIVE. *Bridges/Tiltai*, 74(2). <https://core.ac.uk/download/pdf/233179679.pdf>

- Buendía-Martínez, I., & Côté, A. (2014). Desarrollo territorial rural y cooperativas: un análisis desde las políticas públicas. Cuadernos de desarrollo rural, 11(74), 35-54. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0122-14502014000200003&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0122-14502014000200003&script=sci_arttext)
- Carayannis, E., & David F. J. Campbell. (2009). "Mode 3" and "Quadruple helix": toward a 21st century fractal innovation ecosystem. International Journal of Technology Management 46(3/4): 201–234. <https://doi.org/10.1504/IJTM.2009.023374>
- Carayannis, E., & David F.J. Campbell. (2010). Triple Helix, Quadruple Helix and Quintuple Helix and how do knowledge, innovation, and environment relate to each other? International Journal of Social Ecology and Sustainable Development 1: 41–69. <https://www.igi-global.com/article/triple-helixquadruple-helix-quintuple/41959>
- Chávez L. (2019). Desarrollo sustentable: concepto, interpretaciones y su evaluación en el ámbito rural. Estudios rurales en México, 113. <https://www.torrossa.com/en/resources/an/5466800#page=113>
- Common, M., & Stagl, S. (2009). Ecological economics: an introduction. Cambridge University Press. <https://www.cambridge.org/core/books/ecological-economics/6E3AE4FF220B28AC8CEF4AE57A663018>
- Constanza, R. (1998). The value of ecosystem services. Ecological Economics, 25, 1-2.
- De Haan, A. (2000). Social exclusion: Enriching the understanding of deprivation. Studies in social and political thought, 2(2), 22-40. [https://www.researchgate.net/profile/Arjan-Haan/publication/237389092\\_Social\\_Exclusion\\_Enriching\\_the\\_Understanding\\_of\\_Deprivation/links/54ec5e0e0cf27bfd76f9e59/Social-Exclusion-Enriching-the-Understanding-of-Deprivation.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Arjan-Haan/publication/237389092_Social_Exclusion_Enriching_the_Understanding_of_Deprivation/links/54ec5e0e0cf27bfd76f9e59/Social-Exclusion-Enriching-the-Understanding-of-Deprivation.pdf)
- Desai, M. (2000). Poverty and governance. New York, USA: UNDP Bureau for Policy Development.
- Destinobles, A. (2007). Introducción a los modelos de crecimiento económico exógeno y endógeno. Málaga, España: Universidad de Málaga. Disponible en: [www.eumed.net/libros/2007a/243](http://www.eumed.net/libros/2007a/243)
- Di Filippo, A. (1998). La visión centro-periferia hoy. Revista de la CEPAL. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/de7b4161-fbc1-4799-80f3-80d231925127/content>

- Dourojeanni, A. (1999). La Dinámica del Desarrollo Sustentable y Sostenible. CEPAL. Disponible en: <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/19862?sho-&locale-attribute=en>
- Dussel, E. (2009). Ética de la liberación en la edad de la globalización y la exclusión. Madrid, España: Editorial Trotta, S.A.
- Etzkowitz, H. & Leydesdorff, L. (1995). The Triple Helix—University-Industry-Government Relations: A Laboratory for Knowledge-Based Economic Development. EASST Review 14: 14–19. [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=2480085](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2480085)
- French, C. (2022). Rural Innovation Redefined. In Building Rural Community Resilience Through Innovation and Entrepreneurship(pp. 1-16). Routledge. <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.4324/9781003178552-1/rural-innovation-redefined-charlie-french>
- Fontaine, G. (2015). El análisis de políticas públicas: Conceptos, teorías y métodos. Barcelona: Anthropos Editorial: FLACSO Ecuador.
- Fontaine, G. (2019). Una aproximación realista al diseño de políticas públicas. Cuadernos del CENDES, 36(102), 117-148. [http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev\\_cc/article/view/20046](http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_cc/article/view/20046)
- Fujimoto, Y., & Uddin, J. (2021). Inclusive leadership for reduced inequality: economic–social–economic cycle of inclusion. Journal of business ethics, 1-20. <https://doi.org/10.1007/s10551-021-04920-2>
- Gómez, J. (2003). Economía Ambiental Una Retrospectiva Teórica. Revistas Universidad Externado de Colombia. <https://revistas.uexternado.edu.co/index.php/contad/article/view/1308>
- Goulet, F., Schmitt, C. J., Sabourin, E., Le Coq, J. F., & Sotomayor, O. (2019). Sistemas y políticas de innovación para el sector agropecuario: elementos de introducción. <https://hal.science/hal-02846571/>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). Metodología de la investigación.
- Hernández, M. (2020). Modelo general de un nuevo pago de servicios ecosistémicos para Costa Rica. Capital Natural BIOFIN-Costa Rica. [https://biofin.cr/wp-content/uploads/2021/11/undp\\_cr\\_PAGO\\_SERVICIOS\\_ECOSITEMICOS\\_21-1.pdf](https://biofin.cr/wp-content/uploads/2021/11/undp_cr_PAGO_SERVICIOS_ECOSITEMICOS_21-1.pdf)
- Hick, R. (2012). The capability approach: insights for a new poverty focus. Journal of social policy, 41(2), 291-308. <https://doi.org/10.1017/S0047279411000845>

- Holt, R. (2021). Sustainable development. In Rochon L. y Rossi S. eds. An Introduction to Macroeconomics: A Heterodox Approach to Economic Analysis. Cheltenham, United Kingdom: Edward Elgar Publishing.
- Jiménez, G. (2011). Sustainable upgrading of smallholders in global agri-food chains. [Tesis doctoral, Universidad de Tübingen]
- Jong, M. (2021). Inclusive capitalism: The emergence of a new purpose paradigm in economics and business administration and its implications for public policy. *Global Public Policy and Governance*, 1(2), 159-174. <https://doi.org/10.1007/s43508-021-00020-z>
- Keynes, J. (2017). *Teoría General de la Ocupación, el Interés y el Dinero*. México: Fondo de cultura económica.
- Klerkx, L., Jakku, E., & Labarthe, P. (2019). A review of social science on digital agriculture, smart farming and agriculture 4.0: New contributions and a future research agenda. *NJAS-Wageningen journal of life sciences*, 90, 100315. <https://doi.org/10.1016/j.njas.2019.100315>
- Kuzmich, N. P. (2021, March). The impact of digitalization of agriculture on sustainable development of rural territories. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 677, No. 2, p. 022019). IOP Publishing. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/677/2/022019/meta>
- Kuznets, S. (1979). *Investigación cuantitativa del crecimiento económico*. Barcelona, España: Editorial Ariel.
- Lagarde, C. (2014). Economic inclusion and financial integrity. In *Economic Inclusion and Financial Integrity*. International Monetary Fund. <https://www.elibrary.imf.org/display/book/9781513513751/ch01.xml>
- Lenoir, R. (1974), *Les exclus: un français sur dix*, Paris, Seuil.
- Lundvall, B.A. (1992). *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. Pinter Publishers, London. <https://library.oapen.org/bitstream/handle/20.500.12657/31613/626406.pdf?sequence=1#page=102>
- Mankiw, G. (2008). *Macroeconomía*. Sexta Edición.. Madrid, España: Antoni Bosh.
- Mascareño, A., & Carvajal, F. (2015). The different faces of inclusion and exclusion. *Revista CEPAL* (pp. 127-141). <https://repositorio.cepal.org/entities/publication/078945e2-1183-4fe0-8d4b-5ad064ec583c>

- Martínez-Alier, J. (1995). Curso de economía ecológica. México: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. <https://www.sidalc.net/search/Record/cat-unco-ar-61030/Description>
- Orozco, J. (2017). Políticas para promover innovación: reflexiones para países en desarrollo. Mimeo-CINPE-UNA.
- Piketty, T. (2014). El capital en el siglo XXI. México: Fondo de Cultura Economía, S. A.
- Roberts, E., Anderson, B. A., Skerratt, S., & Farrington, J. (2017). A review of the rural-digital policy agenda from a community resilience perspective. *Journal of Rural Studies*, 54, 372-385. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2016.03.001>
- Rodríguez-Soto, J. A. (2022a). Medidas económicas del bienestar. *Revista De Política Económica Y Desarrollo Sostenible*, 7(2), 1-8. <https://doi.org/10.15359/peds.7-2.2>
- Rodríguez-Soto, J. A. (2022b). Factores conductuales de los discursos políticos de la desigualdad. En Tova, G. (Ed.), *Investigación Latinoamericana en Ciencias Sociales y Humanidades*. (pp. 85-97). [http://cicacis.com/gallery/ILCSH.pdf?fbclid=IwAR2dv2usEjUCdne2E2VKOCQSfg\\_WFyMaEPHJw606feP7P\\_Rp9EeZMkmHUoc](http://cicacis.com/gallery/ILCSH.pdf?fbclid=IwAR2dv2usEjUCdne2E2VKOCQSfg_WFyMaEPHJw606feP7P_Rp9EeZMkmHUoc)
- Rodríguez-Soto, J. A. (2023). Análisis de la estructura y evolución de la pobreza en Costa Rica. *Revista De Ciencias Económicas*, 41(1). <https://doi.org/10.15517/rce.v41i2.51010>
- Rodríguez Soto, J. A. (2024a). Principales enfoques del desarrollo: sus concepciones de pobreza y mediciones. <https://repositorio.una.ac.cr/bitstream/handle/11056/28555/Cuaderno%20006-2023%20Jorge%20Rodr%C3%ADguez.pdf?sequence=5&isAllowed=y>
- Rodríguez Soto, J. A. (2024b). Análisis de los patrones espaciales del desarrollo y pobreza en Costa Rica: Un estudio de clústeres estadísticos. (2024). *Revista De Política Económica Y Desarrollo Sostenible*, 9(2), 1-22. <https://doi.org/10.15359/a9bcad72>
- Rolandi, S., Brunori, G., Bacco, M., & Scotti, I. (2021). The digitalization of agriculture and rural areas: Towards a taxonomy of the impacts. *Sustainability*, 13(9), 5172. <https://doi.org/10.3390/su13095172>
- Roll, E. (1978). Historia de las doctrinas económicas. México: Fondo de Cultura Económica.

- Schejtman, A., & Berdegué, J. (2004). Desarrollo territorial rural. Debates y temas rurales, 1, 7-46.
- Schettini, P., & Cortazzo, I. (2015). Análisis de datos cualitativos en la investigación social. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata (EDULP).
- Schildt, C., & Rubin, V. (2015). Leveraging anchor institutions for economic inclusion. Oakland: PolicyLink.  
[https://nationalequityatlas.org/sites/default/files/pl\\_brief\\_anchor\\_012315\\_a.pdf](https://nationalequityatlas.org/sites/default/files/pl_brief_anchor_012315_a.pdf)
- Schumpeter, J. (1944). Teoría del desenvolvimiento económico. México: Fondo de Cultura Económica.
- Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria. (2022). Desempeño del Sector Agropecuario. 2022. [http://www.sepsa.go.cr/docs/2023-005-Desempenno\\_SectorAgro\\_2022.pdf](http://www.sepsa.go.cr/docs/2023-005-Desempenno_SectorAgro_2022.pdf)
- Segura, O. Y Chaves, J. (2012). Una economía solidaria para Costa Rica. San José, Costa Rica: Uruk editores, S. A.
- Sen, A. (1999). Development as freedom. New York, USA: Alfred A. Knopf, INC.
- Sen, A. (2000). Social exclusion: Concept, application, and scrutiny. Asian Development Bank.  
<https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=b45a19ca-dd11628fbac9caa13600de8b14ee805f>
- Sen, A. (2019). La idea de la justicia. Penguin Random House, Grupo Editorial, S.A.U.
- Setterfield, M. (2021). Economic growth and development. In Rochon L. y Rossi S. eds. An Introduction to Macroeconomics: A Heterodox Approach to Economic Analysis. Cheltenham, United Kingdom: Edward Elgar Publishing.
- Steffen, W. (2021). The Earth system, the great acceleration and the Anthropocene. In Sustainability and the new economics: Synthesising ecological economics and modern monetary theory (pp. 15-32). Cham: Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-78795-0\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-030-78795-0_2)
- Sibaja Barrantes, E. (1979). Características generales del enclave bananero en Costa Rica. 1880-1933. <https://repositorio.una.ac.cr/handle/11056/22896>
- Suárez, K. (2023). Bioeconomía como paradigma para la generación de políticas de desarrollo sostenible en la cadena del café de Costa Rica: el caso de Cooperativa Agropecuaria Industrial de Servicios Múltiples de Atenas

- (COOPEATENAS). [Tesis de maestría]. Universidad Nacional de Costa Rica. <https://repositorio.una.ac.cr/handle/11056/24765>
- Townsend, P. (1962). The meaning of poverty. *The British Journal of Sociology*, 13(3), 210-227. <https://doi.org/10.2307/587266>
- Ulezko, A., Reimer, V., & Ulezko, O. (2019, May). Theoretical and methodological aspects of digitalization in agriculture. In IOP conference series: earth and environmental science (Vol. 274, No. 1, p. 012062). IOP Publishing. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/274/1/012062/meta>
- Valencia-Perafán, M., Le Coq, J. F., Favareto, A., Samper, M., Sáenz-Segura, F., & Sabourin, E. (2020). Políticas públicas para el desarrollo territorial rural en América Latina: balance y perspectivas. *Eutopía. Revista de Desarrollo Económico Territorial*, (17). <https://doi.org/10.17141/eutopia.17.2020.4388>
- Vargas, J. (2022). ANÁLISIS DE LA GESTIÓN DEL SISTEMA PÚBLICO NACIONAL DE INNOVACIÓN Y SUS EFECTOS SOBRE TRES STARTUPS DE LA REGIÓN CHOROTEGA. [Tesis de maestría]. Universidad Nacional de Costa Rica. <https://repositorio.una.ac.cr/handle/11056/23640>
- Vorobeva, E. S., Goncharova, N. Z., Kovaleva, A. E., & Vorobev, O. V. (2021, March). Digitalization of agriculture in Russia: a regional aspect. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 723, No. 3, p. 032082). IOP Publishing. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/723/3/032082/meta>
- Yazan, B. (2015). Three approaches to case study methods in education: Yin, Merriam, and Stake. *The qualitative report*, 20(2), 134-152. <https://biblioteca.unisced.edu.mz/bitstream/123456789/3279/1/Three%20Approaches%20to%20Case%20Study%20Methods%20in%20Education%20Yin%20Merriam.pdf>
- Yin, R. K. (2003). *Case study research: Design and methods* (Vol. 5). sage.

## Anexos

### Anexo 1: Guía de entrevista para gestores de programas e instrumentos

A continuación, se presenta el cuestionario:

(Presentación, introducción y pedir permiso para grabar la sesión)

#### *Bloque 1: Transformación digital del sector agropecuario*

- i. ¿Qué entiende usted por digitalización de la agricultura?
- ii. ¿Considera que la transformación digital está teniendo efectos e impactos en el sector agropecuario costarricense?
- iii. ¿De qué tipo? ¿Sobre quienes?
- iv. ¿Cree que los efectos de esta transformación pueden extenderse a otras actividades económicas o territorios?

#### *Bloque 2: Políticas e instrumentos*

- i. ¿Su organización implementa acciones respecto a la digitalización del sector agropecuario? ¿Cuáles?
- ii. ¿Las considera satisfactorias? ¿Qué fortalezas y debilidades identifica?
- iii. ¿La implementación de estas acciones depende de relaciones con otras instituciones? ¿Cuáles?
- iv. ¿Cuentan con recursos y capacidad de acción?

#### *Bloque 3: Observaciones, criterios y sugerencias*

- i. ¿Modificaría los instrumentos actuales? ¿Cómo?
- ii. ¿Cree necesario implementar otros instrumentos para favorecer la transformación digital en el sector? ¿De qué tipo?
- iii. ¿Considera que hay obstáculos? ¿Cómo se podrían solucionar?

## Anexo 2: Guía de entrevista para usuarios de tecnologías

A continuación, se presenta el cuestionario:

(Presentación, introducción y pedir permiso para grabar la sesión)

### *Bloque 1: Transformación digital del sector agropecuario*

- v. ¿Qué entiende usted por digitalización de la agricultura? De ejemplos
- vi. ¿Considera que la transformación digital está teniendo efectos e impactos en el sector agropecuario costarricense?
- vii. ¿De qué tipo? ¿Sobre quienes?
- viii. ¿Cree que esta transformación tiene en efectos en otras actividades o en el territorio?

### *Bloque 2: Transformación digital sostenible e inclusiva*

(hacer una pequeña introducción al tipo de tecnologías de interés)

- i. ¿Utiliza algún tipo de tecnologías digitales o de información en su trabajo o producción? (Sí: ¿Cuáles? ¿Cómo? ¿Por qué? [conversación no estructurada sobre su experiencia] / No: ¿Por qué?).
- ii. ¿Qué le impulsó a utilizar estas tecnologías? (Sí en i) (Costos, eficiencia productiva, impacto en ambiente y calidad de vida).
- iii. ¿Cree que la juventud rural podría verse beneficiada por estas tecnologías, o ha sido la juventud rural la que ha impulsado la adopción de estas tecnologías?
- iv. ¿De ejemplos de cómo estas tecnologías han cambiado las formas de trabajo y vida? (Si respondió afirmativamente en ii).

- v. ¿Fue difícil incluir estas tecnologías en sus actividades? (Sí: ¿Qué obstáculos enfrentó? / No: ¿Algo le favoreció?) [Si respondió afirmativamente en i].
- vi. ¿Estas experiencias han sido útiles en otros contextos? (Sí en i) / ¿Consideraría útil acercarse a estas tecnologías? ¿Por qué? (No en i).
- vii. Para casos de servicios: ¿Qué potencial ve en el desarrollo de esas tecnologías? ¿Qué potencial tienen en el desarrollo de otras actividades?

*Bloque 3: Políticas e instrumentos*

- i. ¿Conoce alguna política, proyecto o programa que impulse la digitalización de la agricultura?
- ii. ¿Algún ente público ha participado o promovido el uso de estas tecnologías? (Sí: ¿Qué organización? ¿Cuál fue su experiencia con el sector público?).
- iii. ¿Cómo podría promoverse el uso de tecnologías en el sector?
- iv. ¿Cuáles tecnologías cree que son más inclusivas? ¿Por qué?
- v. ¿Cómo cree que podrían incrementarse la inclusividad de estas tecnologías?

### Anexo 3: Declaración de propósitos y uso de información

Saludos,

Espero que se encuentre bien, en este documento le envío la declaración de propósitos tras el uso de la información, algunos detalles de la investigación y el acuerdo de confidencialidad firmado.

**Nombre de la investigación:** Digitalización en el sector agropecuario y desarrollo sostenible e inclusivo: Experiencias en Costa Rica

**Institución:** Centro Internacional de Política Económica para el Desarrollo Sostenible , Universidad Nacional de Costa Rica.

**Investigador responsable:** Jorge A. Rodríguez Soto.

**Teléfonos:** (+506)8883-1760/ (+506) 8710-2506

**E-mail:** jorgeandresrodriguezsoto@gmail.com

**Líder del proyecto:** PhD. Fernando Sáenz Segura **Contacto:** fernando.saenz.segura@una.ac.cr

**1. Propósito de la investigación:** Esta investigación se enmarca dentro de un proyecto internacional, coordinado por la Red de Políticas Públicas y Desarrollo Rural en América Latina y el Caribe (Red PP-AL); donde se pretende analizar el estado de situación de las políticas públicas en materia de digitalización del sector agropecuario en cada país.

En el caso de Costa Rica, se realizará un estudio de las políticas e instrumentos vigentes para caracterizar y analizar el espacio de políticas públicas. En su mayoría mediante la revisión documental, buscando validación, profundidad y recomendaciones mediante el diálogo con gestores de los programas identificados.

**2. Condiciones de la participación:** Si acepta participar se realizará una entrevista semi-estructurada, en la que se tratará el tema de digitalización del sector agropecuario, y aspectos sobre el programa o instrumentos que están a su cargo. Además, se le solicita autorización para grabar la sesión, bajo el compromiso de que el único propósito de esta grabación será la sistematización de información para el análisis y divulgación científica. Una vez procesada la información, las grabaciones se borrarán.

**5. Beneficios de la participación:** Se espera que el intercambio y discusión sean de provecho a nivel reflexivo, además, se espera que el producto final de esta

investigación y análisis pueda constituir un insumo útil en su quehacer como gestor de programas e instrumentos de política pública.

**6. Participación voluntaria:** La participación es voluntaria, y la dinámica de la consulta es abierta, con base en el dialogo e intercambio de saberes, experiencias y sentires. El entrevistado tiene puede interrumpir la entrevista si lo desea, reprogramar en caso de ser necesario, o decidir darla por finalizada.

**7. Confidencialidad de la información:** La información que se brinde en la entrevista es completamente confidencial, dicha información será utilizada solamente con fines académicos.

De antemano agradezco su valioso apoyo y disposición.

Atentamente;



Jorge A. Rodríguez Soto

Cédula:1-1626-0188

E-mail: [jorgeandresrodriguezso@gmail.com](mailto:jorgeandresrodriguezso@gmail.com) / [jorge.rodriguez.soto@est.una.ac.cr](mailto:jorge.rodriguez.soto@est.una.ac.cr)

Teléfonos: 8883-1760 / 8710-2506