



2025 - 2026

# Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las Américas

Una mirada hacia América Latina y el Caribe



Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura



BANCO DE DESARROLLO DE AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE



©Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)  
©Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)  
©Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA)

Las instituciones promueven el uso justo de este documento. Se solicita que sea citado apropiadamente cuando corresponda.

Esta publicación está disponible en formato electrónico (PDF) en las siguientes direcciones electrónicas:

<https://www.cepal.org/es/publications>

<https://www.fao.org/publications/en>

<https://scioteca.caf.com/>

<http://repositorio.iica.int/>

Coordinación editorial: **Joaquín Arias**

Editores: **Joaquín Arias (IICA), Luiz Beduschi (FAO), Monica Rodrigues (CEPAL), Adrián Rodríguez (CEPAL)**

Corrección de estilo: **Unidad de idiomas del IICA**

Diagramado y diseño de portada: **Comunicaciones Milenio S.A.**

Perspectivas de la Agricultura y del Desarrollo Rural en las Américas: una mirada hacia América Latina y el Caribe 2025-2026/ CAF; CEPAL; FAO; IICA-San José, C.R, 2026, 164 p ; 21 x 16 cm.

**ISBN:** 978-92-9273-183-0

CEPAL: LC/TS.2026/46

Disponible también en inglés.

**1.** Agricultura. **2.** Desarrollo sostenible. **3.** Sistemas Agroalimentarios. **4.** Políticas públicas **5.** Coyuntura económica **6.** Cooperación regional **7.** América Latina y el Caribe **I.** CEPAL **II.** FAO **III.** CAF **IV.** IICA **V.** Título

**AGRIS**

E50

**DEWEY**

338.1

Las ideas, las formas de expresión y los planteamientos de este documento son propios del autor (o autores), por lo que no necesariamente representan la opinión de la CEPAL, la FAO, la CAF y el IICA ni juicio alguno de su parte sobre las situaciones o condiciones planteadas. La mención de empresas o productos de fabricantes en particular, estén o no patentados, no implica que se aprueban o recomiendan de preferencia a otros de naturaleza similar que no se mencionan. La CEPAL, la FAO, la CAF y el IICA y los países que representan, no son responsables por el contenido de vínculos a sitios web externos incluidos en esta publicación.

San José, Costa Rica  
2026

2025 - 2026

# Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las Américas

Una mirada hacia América Latina y el Caribe

La agricultura puede fortalecer su contribución a los sistemas agroalimentarios mediante mejoras en la productividad, impulsadas por un financiamiento adecuado y por innovaciones políticas, institucionales, financieras y tecnológicas.



Organización de las Naciones  
Unidas para la Alimentación  
y la Agricultura



BANCO DE DESARROLLO  
DE AMÉRICA LATINA  
Y EL CARIBE



# ÍNDICE GENERAL

RECONOCIMIENTOS.....	VII
LISTA DE ACRÓNIMOS.....	VIII
I. UN LLAMADO A LA ACCIÓN.....	01
II. UN CONTEXTO DESAFIANTE.....	09
<b>2.1 Tendencias regionales y globales y desafíos emergentes.....</b>	<b>09</b>
2.1.1 Crecimiento económico desigual y crisis económica.....	09
2.1.2 Desigualdad socioeconómica persistente y vulnerabilidad estructural.....	09
<b>2.2 Sistemas agroalimentarios.....</b>	<b>11</b>
2.2.1 Cambios en la demanda mundial de alimentos: presiones demográficas, precios y transición nutricional.....	11
2.2.2 Mercados y comercio de productos agropecuarios.....	12
2.2.3 Regulaciones y estándares cambiantes.....	12
2.2.4 Concentración de mercados y productos.....	14
2.2.5 Dinámicas subregionales.....	15
2.2.6 Importancia estratégica del sector agroalimentario en América Latina y el Caribe (ALC).....	16
<b>2.3 Productividad agropecuaria.....</b>	<b>17</b>
2.3.1 Tendencias.....	17
<b>2.4 Desafíos y brechas.....</b>	<b>20</b>
2.4.1 Brechas en productividad.....	20
2.4.2 Desigualdad en el acceso a activos, bienes y servicios.....	23
2.4.3 Disponibilidad y presión sobre recursos naturales, frecuencia e intensidad de eventos climáticos extremos, contaminación y degradación ambiental.....	25
2.4.4 Baja inversión en I&D.....	26
<b>2.5 Implicancias para la acción.....</b>	<b>26</b>
III. FACTORES DETERMINANTES.....	28
<b>3.1 La productividad agropecuaria en el centro de la transformación de los sistemas agroalimentarios (SAa).....</b>	<b>28</b>
3.1.1 ¿Por qué es importante la productividad?.....	28
3.1.2 Dimensiones ampliadas de la productividad agropecuaria.....	30
<b>3.2 Factores estructurales que limitan la productividad en la región.....</b>	<b>31</b>
3.2.1 Heterogeneidad estructural.....	32
3.2.2 Brechas tecnológicas y de innovación.....	32

3.2.3 Limitada capacidad de articulación y gobernanza.....	33
3.2.4 Desigualdades territoriales y de infraestructura .....	34
3.2.5 Brechas de talento humano.....	35
3.2.6 Brechas organizativas y de acceso a mercados.....	36
3.2.7 Restricciones de financiamiento .....	37
<b>3.3 Políticas de desarrollo productivo para incrementar la productividad en el sector agropecuario.....</b>	<b>38</b>
3.3.1 Dimensiones de las políticas de desarrollo productivo .....	38
3.3.2 Capacidades institucionales para la gestión de las Políticas de Desarrollo Productivo (PDP).....	40
3.3.3 Gobernanza para el desarrollo productivo .....	42
<b>3.4 Innovaciones transformadoras: rol de la productividad en las transformaciones sistémicas de los SAa .....</b>	<b>43</b>
<b>3.5 Un nuevo impulso a la productividad agropecuaria en ALC.....</b>	<b>45</b>
<b>IV. ACCIONES ESTRATÉGICAS.....</b>	<b>49</b>
<b>4.1 Políticas habilitantes.....</b>	<b>49</b>
4.1.1 Transformar la Investigación y Desarrollo Agrícola (I&Dag) requiere inversión sostenida, capacidades científicas sólidas y redes colaborativas de innovación.....	49
4.1.2 Bienes públicos e incentivos basados en resultados .....	55
4.1.3 Gestión integrada de la sanidad agropecuaria y la bioseguridad .....	58
<b>4.2 Financiamiento para la productividad agropecuaria sostenida .....</b>	<b>61</b>
4.2.1 Del concepto al diseño de políticas de financiamiento agropecuario .....	61
4.2.2 Nivel 1. Movilizar recursos financieros para la agricultura: origen y mecanismos de fondeo.....	62
4.2.3 Nivel 2. Instituciones financieras y mecanismos operativos que canalizan los fondos.....	63
4.2.4 Nivel 3. Instrumentos financieros para la transformación productiva .....	66
4.2.5 Nivel 4. Receptores finales del crédito y servicios financieros .....	69
<b>4.3 Asistencia técnica y extensión rural .....</b>	<b>71</b>
4.3.1 Fortalecimiento integral de capacidades técnicas y organizativas de productores rurales .....	71
4.3.2 Asistencia Técnica y Extensión Rural (ATER) mediante modelos híbridos (digital + presencial).....	73
4.3.3 Articulación de servicios ATER con sistemas locales y territoriales de innovación .....	73
4.3.4 Incorporación de la mitigación y adaptación a eventos climáticos extremos en los servicios de extensión .....	76
<b>4.4 Tecnologías aplicadas a la mejora de la productividad .....</b>	<b>78</b>
4.4.1 Tipología de tecnologías agrícolas.....	78
4.4.2 Tecnologías y plataformas digitales .....	79
4.4.3 Soluciones AgTech adaptadas a contextos locales .....	82
4.4.4 Agricultura de precisión.....	84
4.4.5 Biotecnologías modernas y mejoramiento genético avanzado .....	85

4.4.6 Robótica y mecanización.....	87
4.4.7 Tecnologías de bajo costo adaptadas a pequeños agricultores.....	89
<b>4.5 Uso eficiente e inteligente de insumos y recursos .....</b>	<b>91</b>
4.5.1 Manejo integrado de plagas .....	91
4.5.2 Manejo integrado de fertilizantes y agroquímicos .....	92
4.5.3 Bioinsumos .....	93
4.5.4 Los biocombustibles líquidos como instrumento clave para la sostenibilidad y descarbonización ....	97
4.5.5 Variedades mejoradas.....	98
4.5.6 Avances hacia un riego eficiente .....	101
<b>4.6 Sistemas productivos y buenas prácticas para mejorar la productividad.....</b>	<b>102</b>
4.6.1 Manejo integrado de suelo, agua y biomasa.....	103
4.6.2 Diversificación productiva (rotación, policultivos, Sistemas Silvopastoriles (SSP)) .....	106
4.6.3 Enfoques integrados: Agricultura Climáticamente Inteligente (ACI) y Agricultura Nutricionalmente Inteligente (ANI).....	108
4.6.4 Prácticas agrícolas regenerativas para la conservación de recursos naturales y resiliencia climática .....	112
4.6.5 Conservación y uso sostenible de la biodiversidad agrícola.....	113
<b>4.7 Agregación de valor en origen .....</b>	<b>114</b>
4.7.1 Desarrollo de capacidades y condiciones favorables para la agregación de valor.....	117
4.7.2 Articulando el valor agregado en origen con mercados.....	119
<b>4.8 Comercio internacional como motor de productividad agropecuaria.....</b>	<b>123</b>
4.8.1 Cómo el comercio internacional contribuye a impulsar la productividad agropecuaria .....	124
4.8.2 Fortaleciendo el rol del comercio en el incremento de la productividad agropecuaria .....	126
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>131</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

2.1 Índice de producción agrícola, variación ( %) período en 2023 respecto del período de referencia (2014-2016) por subregión .....	20
3.1 Modelos de coordinación institucional e innovaciones para mejorar la productividad agropecuaria .....	42
3.2 Ejemplos de iniciativas de co-creación, co-gestión, co-producción y colaboración en políticas de desarrollo productivo agrícola en ALC .....	46
4.1 Indicadores de gasto en I&Dag (millones de USD, PPP constantes de 2011, y porcentaje del producto interno bruto (PIB) agrícola).....	50
4.2 Iniciativas de digitalización agropecuaria en países seleccionados de América Latina .....	80
4.3 Ejemplos de robotización agrícola en América Latina .....	89

4.4 Comparación entre el manejo convencional de nutrientes, el MIP, el MIN y el manejo integrado optimizado.....	94
4.5 Variación promedio de indicadores de productividad frente a sistemas convencionales .....	107
4.6 Aproximación de alcances conceptuales de la agregación de valor .....	115
4.7 Favorecedores del clima de negocios y de la competitividad.....	119

## ÍNDICE DE FIGURAS

2.1 América Latina: evolución de tasas de pobreza y pobreza extrema, por área geográfica .....	10
2.2 América Latina: estructura de la población total ocupada por nivel de productividad y área geográfica.....	11
2.3 Tasas de protección a la agricultura en países de altos ingresos y países en desarrollo .....	13
2.4 Cuota de mercado global en productos básicos .....	14
2.5 Exportaciones e importaciones intrarregionales por subregión y total ALC, valor en miles de millones de USD y porcentaje del total .....	16
2.6 ALC: contribución del sector agropecuario al PIB y al empleo total en 2023 .....	17
2.7 Evolución de la Productividad Total de los Factores (PTF) en ALC (1960–2022) .....	18
2.8 Trayectorias de índices de insumos y productos en ALC (2015=100).....	19
2.9 Índice de producción agrícola, variación (%) período en 2023 respecto del período de referencia (2014-2016), por país .....	20
2.10 Valor agregado por trabajador en el sector agropecuario, pesca y silvicultura (en dólares de 2015) para el año 2022, por país .....	21
2.11 Rendimientos de producción por tipo de producto agrícola, expresado como proporción sobre el promedio global.....	22
2.12 ALC (28 países): Participación de la agricultura familiar (AF) en el total de explotaciones y superficie.....	23
2.13 América Latina (países seleccionados): tasa de acceso a asistencia técnica, crédito, fertilizantes químicos y sistemas de irrigación por tipo de unidad de producción .....	24
4.1 Etapas de la senda progresiva de gestión de la bioseguridad en animales terrestres .....	60

## LISTA DE RECUADROS

2.1. La productividad laboral de la agricultura frente a otros sectores económicos.....	21
3.1. Políticas para innovaciones transformadoras en el sistema agroalimentario chileno .....	44
4.1. Del enfoque lineal al aprendizaje adaptativo .....	53
4.2. Teorías del Cambio en práctica.....	53
4.3. Principios para una I&Dag equitativa.....	54
4.4. Cuando la innovación refuerza desigualdades .....	54
4.5. Evidencia global sobre subsidios distorsionantes.....	56

4.6. Experiencias internacionales de incentivos basados en resultados .....	57
4.7. Lecciones desde América Latina y el Caribe.....	57
4.8. La influenza aviar: un ejemplo de interacción entre factores sanitarios y ambientales .....	59
4.9. El rol de CAF como catalizador del financiamiento agropecuario sostenible .....	64
4.10. Créditos verdes condicionados a resultados: evidencia y lecciones de Avanzar2030.....	65
4.11. IncluirTec de Colombia: innovación digital para la inclusión financiera rural.....	68
4.12. Fondo Hemisférico para la Resiliencia y Sostenibilidad de la Agricultura (FOHRSA).....	70
4.13. Extensión rural digital con WhatsApp en Uruguay .....	73
4.14. Sistema de alerta temprana para el tizón tardío en la papa .....	74
4.15. Experiencias de innovación territorial en América Latina.....	75
4.16. Innovación participativa para el Arroz Climáticamente Inteligente en Chile .....	77
4.17. Tecnologías digitales con alto potencial para transformar la agricultura.....	82
4.18. Fortaleciendo del ecosistema agtech regional: El caso del IICA.....	83
4.19. Desarrollos en biotecnología agrícola avanzada en países seleccionados de América Latina .....	86
4.20. Plataforma Hemisférica de Bioinsumos (PHB) .....	95
4.21. Avances nacionales en marcos normativos e iniciativas sobre bioinsumos en ALC .....	96
4.22. Ejemplos de mejoramiento convencional de variedades tradicionales en ALC .....	100
4.23. Desafíos de los recursos en ALC .....	103
4.24. Casos exitosos de gestión del agua y resiliencia agropecuaria frente al cambio climático.....	105
4.25. Casos exitosos de integración productiva y sostenibilidad agropecuaria.....	108
4.26. Casos exitosos de innovación tecnológica y manejo integrado de la producción agrícola .....	110
4.27. Casos de innovación tecnológica y prácticas de precisión para la sostenibilidad agrícola .....	111
4.28. Casos exitosos de agricultura regenerativa y restauración de ecosistemas productivos.....	113
4.29. Casos exitosos de conservación comunitaria y soberanía de semillas .....	114
4.30. Caso de estudio: El Ceibo: Central Regional Agropecuario Industrial de Cooperativas Ltda. de Bolivia.....	116
4.31. Caso de estudio: Experiencias del sector privado a través de la CNCH de Colombia, parte del Grupo Nutresa .....	120
4.32. Caso de estudio: Programa Sello de Manos Campesinas de Chile .....	122
4.33. Caso de estudio: Iniciativa Amazonía en Perú, Colombia y Brasil.....	123
4.34. Digitalización de certificados para facilitar el comercio agropecuario .....	127
4.35. Capacitaciones del IICA en materia de política comercial y acceso a los mercados .....	127
4.36. FAO e IICA promueven un curso sobre comercio internacional y agricultura .....	128
4.37. Ruedas virtuales de negocios de las cadenas agroalimentarias de ALC .....	129
4.38. Procesos de fortalecimiento de capacidades y de difusión de información .....	130

# RECONOCIMIENTOS

Este documento es fruto del esfuerzo conjunto de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), CAF-Banco de Desarrollo de América Latina y el Caribe (CAF) y el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).

La coordinación general estuvo a cargo de Joaquín Arias (IICA). La redacción fue liderada por un grupo interinstitucional compuesto por Joaquín Arias (IICA), Adrián Rodríguez (CEPAL), Luiz Beduschi (FAO) y Miguel Guzmán (CAF). Eugenia Salazar (IICA) y Karla Vega (IICA) apoyaron en la edición y consolidación de contenidos.

A continuación, un reconocimiento especial a técnicos de las cuatro instituciones que cumplieron un rol de líderes (**Ls**) o de colaboradores (**Cs**) en la elaboración de los contenidos de capítulos, secciones y subsecciones de esta publicación:

- 2 Un contexto desafiante. **Ls:** Gonzalo Aguirre (FAO), Maria Hadad(FAO); **Cs:** Mónica Rodríguez (CEPAL), Karla Vega (IICA), Joaquín Arias (IICA).
- 3 Factores determinantes de la productividad. **L:** Mónica Rodríguez (CEPAL); **Cs:** Marco Ilinas (CEPAL), Adrián Rodríguez (CEPAL), Gonzalo Aguirre (FAO), Maria Hadad(FAO), Miguel Guzmán (CAF), Juan Odriozola (CAF).
- 4 Acciones Estratégicas; **L:** Joaquín Arias (IICA); **Cs:** Adrián Rodríguez (CEPAL), Eugenia Salazar (IICA), Karla Vega (IICA), Eugenio Díaz-Bonilla (IICA), Fernando Barrera (IICA); Astrid Pulido (IICA), Fátima Almada (IICA), Daniel Rodríguez (IICA).
- 4.1 Políticas habilitantes; **Ls:** Adrián Rodríguez (CEPAL), Joaquín Arias (IICA), José Urdaz (IICA); **Cs:** Ana Marisa Cordero (IICA); Jaime Romero (IICA), Nicolás Winter (FAO), Andrés González Serrano (FAO), Damian Tago (FAO), María Paz Oyarzún (FAO).
- 4.2 Financiamiento para la productividad. **Ls:** Eugenio Díaz-Bonilla (IICA), Miguel Guzmán (CAF); **Cs:** Dairo Estrada (consultor CAF), Nelson Larrea (CAF), Juan Odriozola (CAF), Joaquín Arias (IICA), Federico Sancho (IICA).
- 4.3 Asistencia técnica y extensión; **Ls:** Fernando Barrera (IICA); **Cs:** Fátima Almada (IICA), Federico Bert (IICA), Eugenia Salazar (IICA), Octavio Sotomayor (CEPAL).
- 4.4 Tecnologías aplicadas a la mejora de la productividad; **Ls:** Adrián Rodríguez (CEPAL); **Cs:** Mario León (IICA), Eugenia Salazar (IICA), Hombrey Taylor (IICA), Federico Bert (IICA), Agustín Torroba (IICA), Carlos Ruiz (IICA), Chaney St. Martin (IICA), Francisco Mello (IICA).
- 4.5 Uso eficiente e inteligente de insumos y recursos; **L:** Adrián Rodríguez (CEPAL); **Cs:** Erick Bolaños (IICA), Julio Escobar (IICA), Pedro Rocha (IICA), Adelaida Harries (IICA), Ericka Calderón (IICA), Harold Gamboa (IICA), Eugenia Salazar (IICA).
- 4.6 Sistemas productivos y buenas prácticas; **L:** Astrid Pulido (IICA); **Cs:** Chaney St. Martin (IICA), Hombrey Taylor (IICA), María Jose Reyes (IICA), Nekelia Carai (IICA), Francisco Mello (IICA), Edwin Rojas (consultor IICA).
- 4.7 Agregación de Valor en Origen; **L:** Fátima Almada (IICA); **Cs:** Hernando Riveros, Marvin Blanco (IICA), Alvaro Ramos (IICA).
- 4.8 Comercio internacional; **Ls:** Daniel Rodríguez (IICA), Milagros Conislla (IICA); **Cs:** Ana Sofía Cruz (IICA), Camilo Navarro (FAO), Horrys Friaca (IICA), Mario León (IICA), Leslie Verteramo (Universidad de Cornell).

## LISTA DE ACRÓNIMOS

- ABC** Agricultura Baja en Carbono [65](#), [70](#), [85](#)
- ACI** Agricultura Climáticamente Inteligente [108](#), [109](#), [110](#), [111](#), [112](#)
- ACInt** acuerdos comerciales internacionales [76](#)
- ACP** acuerdos comerciales preferenciales [125](#)
- ACT** Acción de Cooperación Técnica [53](#)
- AD** Agricultura Digital [79](#), [85](#), [87](#)
- ADN** Ácido Desoxirribonucleico [85](#), [86](#)
- AF** agricultura familiar [23](#), [24](#), [29](#), [33](#), [82](#), [89](#), [117](#), [118](#), [119](#), [121](#), [122](#), [123](#), [130](#)
- AgFintech** Tecnología Financiera Agropecuaria, por sus siglas en inglés [06](#), [68](#), [70](#)
- AGROSAVIA** Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria [90](#), [95](#), [111](#)
- AgTechs** tecnologías agropecuarias [39](#), [82](#), [83](#), [89](#)
- AIR** agroindustria rural [116](#)
- ALADI** Asociación Latinoamericana de Integración [126](#), [130](#)
- ALC** América Latina y el Caribe [02](#), [03](#), [04](#), [05](#), [06](#), [07](#), [08](#), [09](#), [11](#), [12](#), [15](#), [16](#), [17](#), [18](#), [19](#), [20](#), [21](#), [22](#), [23](#), [25](#), [26](#), [27](#), [28](#), [29](#), [32](#), [33](#), [34](#), [35](#), [36](#), [37](#), [38](#), [44](#), [45](#), [46](#), [47](#), [48](#), [49](#), [50](#), [52](#), [55](#), [56](#), [71](#), [73](#), [75](#), [76](#), [77](#), [80](#), [85](#), [86](#), [89](#), [90](#), [91](#), [95](#), [96](#), [97](#), [98](#), [99](#), [100](#), [102](#), [103](#), [104](#), [105](#), [106](#), [108](#), [109](#), [111](#), [112](#), [113](#), [115](#), [124](#), [125](#), [126](#), [127](#), [128](#), [129](#), [130](#)
- AMTEC** Adopción Masiva de Tecnología [100](#)
- ANI** Agricultura Nutricionalmente Inteligente [108](#), [109](#), [110](#), [111](#), [112](#)
- ANPPAC** Asociación Nacional de Productores de Plantas Aromáticas, Condimentarias y Medicinales [57](#)
- AP** agricultura de precisión [80](#), [84](#), [85](#), [87](#), [88](#), [95](#),
- ARN** Ácido Ribonucleico [86](#), [98](#)
- ATER** Asistencia Técnica y Extensión Rural [71](#), [72](#), [73](#), [76](#), [77](#), [78](#), [81](#), [119](#)
- ATJ** *alcohol-to-jet* [98](#)
- AVO** agregación de valor en origen [114](#), [115](#), [117](#), [119](#), [120](#), [122](#), [123](#)
- BID** Banco Interamericano de Desarrollo [04](#), [15](#), [52](#), [54](#), [56](#), [73](#)
- BM** Banco Mundial [56](#), [57](#), [119](#)
- BNDES** Banco Nacional de Desarrollo Económico y Social [06](#), [63](#), [64](#), [65](#)
- BROU** Banco de la República Oriental del Uruguay [67](#)
- CAF** Banco de Desarrollo de América Latina y el Caribe [02](#), [07](#), [64](#)
- CAHPSA** Agencia de Sanidad Agropecuaria e Inocuidad de los Alimentos del Caribe [60](#)
- CAN** Comunidad Andina de Naciones [16](#), [60](#)
- CARICOM** Comunidad del Caribe [16](#), [130](#)
- CATIE** Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza [70](#), [81](#), [105](#)
- CBA** Control biológico aumentativo [91](#)
- CBC** Control biológico clásico [91](#)

- CDN** Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional [70](#), [106](#), [108](#)
- CEPAL** Comisión Económica para América Latina y el Caribe [02](#), [07](#), [21](#), [38](#), [47](#), [73](#), [83](#), [84](#)
- CGIAR** Consorcio de Centros Internacionales de Investigación Agrícola [53](#), [54](#), [70](#), [99](#)
- CIATEJ** Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco [87](#)
- CIMMYT** Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo [89](#)
- Cinvestav** Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional [87](#)
- CIP** Centro Internacional de la Papa [100](#)
- CIPCIZA** Comisión para la Prevención y Control de la Influenza Zoonótica en las Américas [60](#)
- CNCH** Compañía Nacional de Chocolates [120](#), [121](#)
- CNULD** Convención de Lucha contra la Desertificación [106](#)
- CONAFOR** Comisión Nacional Forestal [57](#)
- CONAMA** Consejo Nacional del Medio Ambiente [57](#)
- CONICET** Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas [86](#)
- COSAVE** Comité de Sanidad Vegetal del Cono Sur [60](#)
- CRISPR** Repeticiones Palindrómicas Cortas Agrupadas y Regularmente Interespaciadas (Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats) [85](#), [86](#), [87](#), [98](#), [101](#)
- CTi** Ciencia, Tecnología e Innovación [38](#), [39](#)
- EAT** Estimado de Apoyo Total [56](#)
- EJ** exajulios [98](#)
- EMBRAPA** Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria [49](#), [50](#), [51](#), [52](#), [52](#)
- eVet** Veterinaria Electrónica [127](#)
- FAO** Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [02](#), [03](#), [07](#), [31](#), [47](#), [49](#), [72](#), [73](#), [84](#), [114](#), [127](#), [128](#), [129](#), [130](#)
- Fedearroz** Federación Nacional de Arroceros [100](#)
- FINAGRO** Fondo de Financiamiento del Sector Agropecuario [62](#)
- FIRA** Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura [06](#), [63](#), [64](#)
- FITT** Foro de Capacitación en Comercio Internacional de Canadá [130](#)
- FoHRSA** Fondo Hemisférico para la Resiliencia y la Sostenibilidad en las Américas [70](#),
- FONTAGRO** Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria [70](#), [74](#), [95](#)
- GEI** gases de efecto invernadero [03](#), [30](#), [31](#), [94](#), [98](#), [104](#), [108](#), [111](#), [112](#)
- GeNS** Sistema Nacional Genérico [127](#)
- GFRAS** Foro Global para los Servicios de Asesoramiento Rural [74](#)
- GICSV** Grupo Interamericano de Coordinación en Sanidad Vegetal [60](#)
- GIP** Grupos de Innovación Participativa [77](#)
- GM** genéticamente modificados [85](#)
- GNSS** Sistema Global de Navegación por Satélite [88](#)
- GPA** Gasto Público Agropecuario [56](#)
- GPS** Sistema de Posicionamiento Global [79](#), [84](#), [85](#), [88](#)

- HEFA** hidrogenación de aceites vegetales [98](#)
- I+D** Investigación y Desarrollo [26](#), [27](#), [33](#), [46](#), [52](#), [55](#), [71](#), [95](#), [128](#)
- I+D+i** Investigación, desarrollo e innovación [52](#), [95](#), [128](#)
- I+DAg** Investigación y Desarrollo Agrícola [05](#), [06](#), [49](#), [50](#), [51](#), [52](#), [53](#), [54](#), [83](#), [90](#)
- IA** Inteligencia Artificial [73](#), [79](#), [80](#), [82](#), [85](#), [87](#), [89](#), [95](#), [119](#)
- ICI** Índice de Capacidad de Innovación [52](#)
- ICLS** sistemas integrados cultivo–ganadería [65](#)
- IDIAP** Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá [74](#)
- IED** inversión extranejera directa [124](#), [125](#), [126](#)
- IICA** Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura [02](#), [07](#), [70](#), [73](#), [74](#), [82](#), [83](#), [84](#), [90](#), [95](#), [114](#), [127](#), [129](#), [130](#)
- ILPF** Integración Agricultura-Ganadería-Bosque [07](#), [107](#), [108](#),
- INDAP** Instituto de Desarrollo Agropecuario [77](#), [122](#)
- INIA** Instituto Nacional de Innovación Agraria [06](#), [54](#), [55](#), [70](#), [74](#), [77](#), [81](#), [87](#), [102](#)
- INIAP** Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias [74](#), [100](#)
- INTA** Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria [52](#), [74](#), [75](#), [86](#), [89](#),
- IoT** "Internet of Things" o Internet de las cosas [79](#), [80](#), [82](#), [87](#), [102](#)
- IPPC** Convención Internacional de Protección Fitosanitaria [127](#)
- LFA** Análisis del Marco Lógico (por sus siglas en inglés, Logical Framework Analysis) [53](#)
- MERCOSUR** Mercado Común del Sur [16](#), [118](#)
- MIP** Manejo Integrado de Plagas [91](#), [92](#), [93](#), [94](#), [101](#), [110](#), [111](#)
- Mipymes** Micro, pequeña y mediana empresa [117](#)
- ML** Marco Lógico [53](#)
- MSF** Medidas Sanitarias y Fitosanitarias [13](#), [14](#), [126](#), [127](#)
- NAMA** Acciones de Mitigación Nacionalmente Apropriadas [57](#), [77](#)
- NAPPO** Organización Norteamericana de Protección a las Plantas (por sus siglas en inglés) [60](#)
- NAR** negocios alimentarios regenerativos [122](#)
- OACI** Organización de Aviación Civil Internacional [98](#)
- OCDE** Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [21](#), [30](#), [31](#), [114](#)
- OGM** organismos genéticamente modificados [86](#), [101](#)
- OIRSA** Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria [60](#)
- OMC** Organización Mundial del Comercio [127](#), [128](#)
- ONG** Organizaciones no-Gubernamentales [46](#)
- OPSAa** Observatorio de Políticas Públicas para los Sistemas Agroalimentarios [117](#), [118](#)
- ORPF** Organizaciones Regionales de Protección Fitosanitaria [60](#)
- OTC** Obstáculos Técnicos al Comercio [13](#), [14](#), [126](#), [127](#)
- PDP** Políticas de Desarrollo Productivo [38](#), [39](#), [40](#), [41](#), [42](#), [45](#), [46](#), [48](#)
- PEA** Población Económica Activa [35](#)
- PES** Payment for Ecosystem Services [57](#)

- PIB** producto interno bruto [03](#), [05](#), [17](#), [26](#), [35](#), [50](#), [109](#)
- PSA** Pago por Servicios Ambientales [57](#)
- PTF** Productividad Total de los Factores [02](#), [03](#), [17](#), [18](#), [19](#), [23](#), [26](#), [27](#), [28](#), [29](#), [30](#), [31](#), [115](#), [124](#)
- PTR** Productividad Total de los Recursos [03](#), [30](#), [31](#)
- PYME** Pequeñas y Medianas Empresas [130](#)
- RDC** riego deficitario controlado [101](#)
- RDS** riego deficitario sostenido [102](#)
- REAF-MERCOSUR** Grupo de Acceso a la Tierra de la Reunión Especializada de Agricultura Familiar [108](#)
- RELASER** Red Latinoamericana de Servicios de Extensión Rural [74](#), [75](#)
- RESUDIA** Influenza Aviar [60](#)
- RLS** riego localizado subterráneo [101](#)
- SAa** sistemas agroalimentarios [28](#), [29](#), [31](#), [34](#), [37](#), [43](#), [45](#), [47](#), [48](#), [97](#), [102](#), [103](#), [109](#)
- SADER** Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural [89](#)
- SAF** Combustibles Sostenibles de Aviación [97](#), [98](#)
- SECAC** Consejo Agropecuario Centroamericano [129](#)
- SEP** Strong Environment- Productivity growth [31](#)
- SIA** Sistema de Innovación Agrícola [75](#)
- SIAL** sistemas agroalimentarios localizados [116](#)
- IECA** Secretaría de Integración Económica Centroamericana [129](#)
- SIMS** Sistema Inteligente de Monitoreo de Riego [111](#)
- SIRSD-S** Sistema de Incentivos para la Sustentabilidad Agroambiental de los Suelos Agropecuarios [57](#)
- SISMER** Sistemas Mixtos de Extensión Rural [73](#)
- SSP** Sistemas Silvopastoriles [106](#), [107](#), [108](#)
- STDF** Fondo para la Aplicación de Normas y el Fomento del Comercio [125](#), [127](#)
- TCAC** Tasa de Crecimiento Anual Compuesto [85](#)
- TDA** Títulos de Desarrollo Agropecuario [62](#)
- TdC** Teoría de Cambio [53](#)
- TIC** Tecnologías de información y comunicación [119](#), [123](#)
- TIR** Tasa interna de retorno [06](#), [51](#), [71](#)
- UNAM** Universidad Nacional Autónoma de México [87](#)
- WEP** Weak Environment-Productivity growth [31](#)

# I. UN LLAMADO A LA ACCIÓN PARA ELEVAR LA PRODUCTIVIDAD AGROPECUARIA EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

## **José Manuel Salazar-Xirinachs**

Secretario Ejecutivo | Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)

## **Rene Orellana Halkyer**

Subdirector General y Representante Regional para América Latina y el Caribe | Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)

## **Sergio Diaz-Granados**

Presidente Ejecutivo | CAF-Banco de Desarrollo de América Latina y el Caribe (CAF)

## **Muhammad Ibrahim**

Director General | Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA)

La productividad agropecuaria ocupa en la actualidad un lugar estratégico en la agenda de desarrollo y seguridad alimentaria de la región. De ella depende nuestra capacidad no solo para producir más alimentos a menor costo y por tanto más asequibles, sino también para responder a una demanda creciente de alimentos sanos, nutritivos, seguros y producidos de manera sostenible, garantizando al mismo tiempo la seguridad alimentaria, el empleo rural, el aumento de ingresos para los productores y la resiliencia de los sistemas agroalimentarios.

Durante décadas, la región ha demostrado una extraordinaria capacidad productiva en algunas áreas, pero insuficiente en otras, lo que ha resultado en un panorama heterogéneo donde se enfrenta un triple desafío: producir más, de manera sostenible y con inclusión social. La productividad, más que una variable económica, es el vínculo que une desarrollo, sostenibilidad e inclusión. Cuando la productividad aumenta, también se incrementan los ingresos rurales, se

fortalecen los ecosistemas productivos y aumenta la resiliencia frente al estrés ambiental, pero cuando se estanca, se amplían las brechas, se deterioran los recursos naturales y se debilita la base misma del desarrollo rural.

A este contexto se suma un entorno de riesgos productivos y financieros crecientes, asociado al aumento sostenido de los costos de producción—en particular de insumos, energía y fertilizantes—, a la mayor exposición a choques ambientales y de mercado y a condiciones de acceso al crédito que siguen siendo restrictivas, especialmente para los agricultores familiares y los pequeños productores. La ausencia de instrumentos adecuados de gestión de riesgos limita la inversión, desalienta la adopción tecnológica y refuerza las trampas de baja productividad. Abordar estos riesgos no es solo una condición para estabilizar la producción, sino también un componente central de cualquier estrategia orientada a elevar la productividad de manera sostenible e inclusiva.

Productividad y sostenibilidad agropecuarias son inseparables: solo su equilibrio asegura el futuro de los sistemas agroalimentarios.

El informe *Perspectivas 2025-2026* consolida 16 años de colaboración entre la [CEPAL](#), la [FAO](#) y el [IICA](#) — en esta edición con la [CAF](#)— y brinda un mensaje claro: la productividad agropecuaria es la clave para fortalecer los sistemas agroalimentarios de la región.

Superar la inercia y el estancamiento de la productividad agropecuaria en América Latina y el Caribe ([ALC](#)) exige mejorar los modelos vigentes y construir las bases institucionales, tecnológicas y de políticas que permitan la transformación productiva del sector; es decir, avanzar hacia su mayor sofisticación, diversificación y la generación de un cambio estructural positivo. Ello implica remover las barreras que impiden reemplazar prácticas, tecnologías o instituciones obsoletas; fomentar entornos donde la innovación, la competencia y la adopción tecnológica sean posibles; fortalecer la gestión de riesgos productivos, ambientales y financieros; y, sin dejar de proteger lo que funciona, generar dinámicas de renovación productiva, nuevas inversiones, marcos normativos adaptativos y formas de gobernanza transformadora. Solo así se podrá corregir el estancamiento estructural y desplegar el potencial de innovación que la región necesita para crecer con sostenibilidad e inclusión. Debemos reconocer que **sin productividad no hay sostenibilidad y que sin sostenibilidad no habrá productividad duradera.**

Esta undécima edición del informe de *“Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las Américas 2025-2026”* refleja dieciséis años de colaboración entre la [Comisión Económica para América Latina y el Caribe \(CEPAL\)](#), la [Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura \(FAO\)](#) y el [Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura \(IICA\)](#), a la que en esta edición se incorpora la [CAF-Banco de Desarrollo de América Latina y el Caribe](#), lo que permite ampliar la mirada y la articulación regional. Su mensaje central es claro: *La agricultura puede fortalecer su contribución a los sistemas agroalimentarios mediante mejoras en la productividad, impulsadas por un financiamiento adecuado y por innovaciones políticas, institucionales, financieras y tecnológicas.*

La [PTF](#) agropecuaria de [ALC](#) creció cerca de **53 %** entre 1990 y 2010. Entre 2011 y 2020 la tendencia se revirtió: la [PTF](#) regional apenas aumentó **5 %** y el **75 %** del crecimiento del producto provino del mayor uso de insumos (L. Salazar et al., [2024](#)); véase la sección [2.3](#).

Entre 2023 y 2032, el 79 % del aumento mundial en la producción de cultivos provendrá de la productividad, y solo el 15 % de la expansión de tierras (OCDE & FAO, [2023](#)). Estos datos confirman, como tendencia global, que la verdadera frontera del crecimiento es la eficiencia, no la ampliación de la frontera agrícola.

Sin embargo, en nuestra región, los avances han sido dispares. En varias subregiones la [productividad total de los factores \(PTF\)](#) ha mejorado, impulsada por avances tecnológicos, tales como el desarrollo y la adopción de semillas mejoradas, la biotecnología, la mecanización, la agricultura de precisión, nuevos sistemas de riego o prácticas productivas más sostenibles. Estos avances han demostrado que la innovación tecnológica es un factor clave para elevar los rendimientos y la eficiencia en el uso de los recursos. No obstante, en otras áreas, particularmente en la agricultura familiar y de pequeña escala, persisten limitaciones estructurales vinculadas a la falta de adopción de tecnologías, al bajo acceso a financiamiento, a la debilidad institucional y a la degradación de los recursos naturales, entre otros.

Durante la última década (2011–2020), la [PTF](#) solo aumentó 5 %, equivalente a 0,9 % anual. Al mismo tiempo, cerca del 75 % del crecimiento de la producción se debió al mayor uso de insumos y apenas el 25 % por eficiencia, lo que refleja una dependencia creciente de fertilizantes y agroquímicos (Nin-Pratt & Valdés Conroy, [2020](#); L. Salazar et al., [2024](#)).

**Debemos elevar la productividad como objetivo central de la política tanto para el crecimiento económico como para una mayor movilidad y equidad social.** Claramente, las innovaciones tecnológicas, científicas e institucionales poseen un carácter de bien público y, por lo tanto, requieren inversión estatal sostenida y

políticas de acceso equitativo. Aumentar la productividad de la agricultura familiar mejora simultáneamente la seguridad alimentaria, el empleo rural y la equidad.

La relevancia de este desafío es evidente, dado que el costo de una dieta saludable en [ALC](#) es el más alto del mundo. En 2024, el costo promedio regional se estimó en USD 5,16 de Paridad del Poder Adquisitivo (PPA) por persona al día, por encima del promedio mundial (USD 4,46 PPA). Sin embargo, este promedio oculta marcadas diferencias entre subregiones: el Caribe presenta el costo más elevado (USD 5,48 PPA), seguido de América del Sur (USD 4,98 PPA) y Centroamérica (USD 4,69 PPA). Como resultado, cerca del 28 % de la población regional no puede costear una dieta saludable, proporción que asciende al 50 % en el Caribe (FAO et al., [2025](#)). Elevar la productividad agrícola, en especial en la agricultura familiar, reduce esa brecha y fortalece la seguridad alimentaria regional.

Es tiempo de avanzar hacia un nuevo enfoque de productividad más integral y multidimensional, que complemente las métricas tradicionales —como el valor agregado, el [PIB](#) agropecuario o la [PTF](#)—, con indicadores que combinen eficiencia económica con desempeño ambiental y social de los sistemas agroalimentarios. Si bien principios como producir más con menos agua o con un uso más eficiente de los recursos no son nuevos, hoy adquieren una relevancia renovada gracias a la disponibilidad de mejores datos y metodologías más robustas y a la urgencia de responder simultáneamente a desafíos de sostenibilidad, resiliencia y seguridad alimentaria. En este contexto, han surgido y debemos promover nuevas métricas como la [PTF](#) ajustada ambientalmente, la productividad resiliente o la [productividad](#)

[total de los recursos \(PTR\)](#), que incorporan un uso sostenible del agua y del suelo, contabilizan las emisiones netas de [gases de efecto invernadero \(GEI\)](#) y daños o mejoras en la biodiversidad. Aunque varios países han reducido la intensidad de las emisiones, en términos absolutos estas han seguido aumentando, por lo que es imperativo orientar la innovación hacia trayectorias productivas más sostenibles.

Para avanzar en esta dirección, resulta indispensable abordar las causas estructurales que explican el estancamiento de la productividad agropecuaria. Tal como se analiza en la sección [3.2](#), estas causas no actúan de forma aislada, sino que se refuerzan entre sí, conformando un entramado complejo de restricciones productivas, tecnológicas, institucionales y territoriales.

El informe identifica seis grandes cuellos de botella que explican las brechas de productividad en [ALC](#):

1. **Heterogeneidad estructural:** Coexisten sistemas altamente tecnificados con millones de explotaciones de baja escala; cerca de 16 millones de pequeñas fincas (más de 80 % del total) concentran una fracción relativamente pequeña de los recursos productivos y enfrentan severas limitaciones de acceso a tierra, tecnología y mercados (CEPAL, [2024c](#); Namdar-Irani et al., [2020](#)).
2. **Brechas tecnológicas:** Los sistemas de innovación se diseñaron históricamente para los sectores más tecnificados, dejando fuera a una amplia base de pequeños productores con baja capacidad de adopción tecnológica.

Hasta un tercio de la desigualdad de ingresos en [ALC](#) se asocia con brechas de productividad agropecuaria, baja diversificación y concentración de la tierra (Gáfaró et al., [2025](#)); véase la sección [2.4.2](#).

3. **Gobernanza débil:** La fragmentación institucional reduce la eficacia de las políticas y se refleja en un gasto público sesgado hacia subsidios de bajo impacto; estimaciones del [Banco Interamericano de Desarrollo \(BID\)](#) muestran que reorientar el 10 % del gasto agropecuario desde subsidios hacia bienes públicos puede aumentar en 5 % el valor agregado agrícola per cápita.
4. **Desigualdades territoriales y digitales:** Solo el 39 % de los hogares rurales tiene acceso a internet y en varios países esa cifra cae por debajo del 25 %; ello limita la digitalización y el acceso a servicios de información, crédito y capacitación (Rodrigues & Mondaini, [2024](#); Ziegler, [2021](#)).
5. **Brechas de talento humano:** El empleo agrícola representa el 14 % del total regional; la edad promedio en la agricultura familiar es de 55 años y la baja escolaridad reduce la capacidad de innovación y adopción tecnológica (CEPAL, [2024c](#)).
6. **Restricciones de financiamiento:** Solo el 15 % de los pequeños productores accede a crédito formal; en algunos países las tasas pueden superar el 30 % anual, lo que perpetúa la informalidad y la baja inversión (Banco Mundial, [2021](#); BID, [2019](#)).

capaz de alinear incentivos y capacidades para transformar la base productiva del agro en [ALC](#).

Es importante contar con un marco de referencia común que movilice la acción colectiva en la región. Esto es posible si avanzamos hacia:

- **Una innovación productiva ampliada:** Se debe generar mayor valor por unidad de recurso, en armonía con la naturaleza y con impacto social, así como integrar tecnologías digitales, biotecnología, robótica y gestión inteligente de recursos con saberes locales y gobernanza rural.
- **Mayor inclusión y equidad:** Es necesario cerrar brechas de acceso a la tierra, tecnología, crédito, infraestructura digital y servicios que afectan a la agricultura familiar, mujeres y jóvenes rurales; la innovación debe ser distribuida.
- **La sostenibilidad verdadera:** Se requiere alinear la productividad con la mitigación, adaptación, biodiversidad y dietas saludables; sin resiliencia y cuidado del capital natural, la productividad será efímera.

En consecuencia, este marco obliga a repensar y avanzar hacia una nueva generación o visión de políticas públicas que se requieren para propiciar la transformación que necesita el sector para detonar la productividad. No se trata solo de incorporar nuevas tecnologías, sino también de superar las barreras estructurales que impiden reemplazar lo obsoleto por lo nuevo, crear las condiciones habilitantes para que la innovación florezca y garantizar que su impacto llegue a todos los productores y territorios.

La transición hacia una nueva generación de políticas públicas impulsa sistemas agroalimentarios más productivos, sostenibles e inclusivos, mediante una gobernanza transformadora, cooperación en el ámbito hemisférico y mayor inversión en bienes públicos (Arias et al., [2025](#)).

Estos factores no solo explican las brechas actuales de productividad, sino que configuran una trampa estructural de baja productividad, en la que la falta de innovación, capital humano, financiamiento e infraestructura se retroalimentan. Para superarla se requieren políticas articuladas, inversión sostenida en bienes públicos y una cooperación regional más efectiva,

La nueva generación de políticas (véase Arias et al., 2024) supone transitar desde intervenciones aisladas hacia políticas de desarrollo productivo integrales, estratégicas y coordinadas, capaces de articular esfuerzos horizontales con otros verticales, sobre prioridades productivas que definan los países y sus territorios en el marco de estas políticas. Bajo esta nueva visión, estas políticas se deben entender principalmente como esfuerzos colaborativos entre los sectores público, privado, académico y de la sociedad civil para identificar y abordar los cuellos de botella que limitan la transformación del sector. De ahí que el tema de gobernanza para el desarrollo productivo —entendida como los mecanismos que permiten la articulación de múltiples actores, recursos y esfuerzos en torno a agendas estratégicas de desarrollo productivo— se convierta en elemento central.

Se entiende también que una parte importante de la acción en materia de desarrollo productivo debe ocurrir a nivel local, en los territorios y con los actores locales, por lo que el rol de los gobiernos subnacionales y la articulación de esfuerzos multinivel se vuelven fundamentales. Precisamente, una forma de organizar agendas estratégicas de desarrollo productivo para el sector es mediante iniciativas clúster y otras destinadas a la articulación productiva, las cuales combinan la priorización sectorial, la gobernanza multiactor y el enfoque territorial.

En este marco, en este informe se proponen ocho líneas de acción interdependientes que articulan políticas, financiamiento, conocimiento y mercado en torno a un objetivo común: elevar la productividad con sostenibilidad e inclusión.

### **Políticas habilitantes como base estructural de la transformación productiva (véase la sección 4.1).**

Las políticas habilitantes constituyen la plataforma institucional que permite traducir la innovación en resultados concretos. Su función es alinear la inversión sostenida en [investigación y desarrollo agropecuario \(I+Dag\)](#), fortalecer la gobernanza y promover arreglos colaborativos entre ciencia, empresa y productores. La inversión regional en [I+Dag en ALC](#) equivale al 1,06 % del PIB sectorial —por encima del promedio mundial (0,81 %), pero muy por debajo del 3,25 % de los países desarrollados—, lo que revela la brecha científica que limita la innovación (Nin-Pratt et al., 2023).

Reorientar el gasto hacia bienes públicos, incentivos basados en resultados y fortalecimiento de capacidades humanas y científicas es indispensable. Integrar la bioseguridad y la sanidad agropecuaria bajo un enfoque de *Una Salud* permitirá proteger simultáneamente la productividad, el ambiente y la salud humana. En suma, la inversión en conocimiento y gobernanza es la condición que da sentido y sostenibilidad a todas las demás acciones.

### **El financiamiento como ecosistema que moviliza todos los recursos necesarios para la innovación y la sostenibilidad (véase la sección 4.2).**

El financiamiento agropecuario debe concebirse como un ecosistema que moviliza todos los flujos de recursos —públicos, privados, multilaterales y de mercado— en favor de la transformación productiva. Fortalecer los sistemas financieros rurales es clave para ampliar la adopción tecnológica y reducir la exclusión. Las experiencias de [Fideicomisos Instituidos en Relación con la](#)

Solo el 10 % del gasto público agrícola global reorientado a innovaciones verdes podría rendir USD 2,4 billones en beneficios, reducir 40 % de emisiones y restaurar 105 millones de hectáreas (Banco Mundial, 2024); véase la [sección 4.1](#).

La I+DAg y la extensión muestran tasas internas de retorno (TIR) sustanciales en el desarrollo y la difusión de tecnologías; en el caso de ALC, la revisión de programas de extensión encuentra una TIR media de 46 % (véase la sección 4.3).

Agricultura (FIRA), en México, y del Banco Nacional de Desarrollo Económico y Social (BNDES), en Brasil, muestran el potencial de combinar líneas públicas con *blended finance*, bonos verdes y créditos ligados a resultados. Una oferta diversificada —garantías, seguros agropecuarios, plataformas digitales, *agfintech* y financiamiento por desempeño— convierte el crédito en motor de innovación y sostenibilidad. En definitiva, financiar la productividad debe significar financiar la sostenibilidad.

**La asistencia técnica y la extensión rural que fortalezcan las capacidades para la productividad (véase la sección 4.3).** La innovación ocurre en los territorios, donde ciencia y práctica se encuentran. Superar el modelo lineal de transferencia tecnológica exige sistemas nacionales de innovación y extensión que integren investigación, servicios técnicos y productores en redes de aprendizaje. Modelos como *MasAgro* (México), los grupos de aprendizaje del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) de Chile y la extensión ganadera digital en Uruguay muestran el potencial de la extensión participativa e híbrida (digital + presencial). El nuevo extensionismo debe combinar formación continua, financiamiento estable, cofinanciamiento multiactor y evaluación por resultados. Consolidar un sistema de asistencia técnica moderna y conectada es invertir en el capital humano que sostendrá la productividad futura.

**Tecnología e innovación digital que nos conduzca hacia una agricultura inteligente e inclusiva (véase la sección 4.4).** La frontera tecnológica de la agricultura combina biotecnología, digitalización, automatización y robótica,

configurando una nueva etapa de agricultura inteligente basada en datos. Sin embargo, la adopción enfrenta barreras de costo, conectividad y capacidades. Por ello, las políticas públicas deben garantizar la inclusión digital, fortalecer la infraestructura rural y apoyar ecosistemas *AgTech* locales. La agricultura de precisión, la biotecnología moderna y la robótica son motores de eficiencia, pero su potencial solo se materializa cuando los pequeños productores pueden acceder a ellas mediante formación, financiamiento y marcos regulatorios adecuados.

**Uso eficiente e inteligente de insumos y recursos naturales (véase la sección 4.5).** No hay productividad sostenible sin suelo fértil, agua disponible y biodiversidad conservada.

Aunque ALC posee cerca del 30 % del agua dulce mundial, enfrenta escasez local y degradación. El desafío es transitar hacia un uso eficiente y responsable de los recursos mediante la promoción de prácticas regenerativas, el manejo integrado de suelo-agua-biomasa y la reducción de agroquímicos. La evidencia muestra que la agricultura de conservación, la cosecha de agua, los sistemas silvopastoriles y la agricultura baja en carbono pueden incrementar los rendimientos y la resiliencia, al mismo tiempo que restauran los ecosistemas. *La productividad regenerativa no es un ideal ambiental, sino la base de la sostenibilidad futura.*

**Sistemas productivos sostenibles y diversificados (véase la sección 4.6).** Superar la dependencia de monocultivos y de la intensificación basada en insumos requiere transitar hacia sistemas diversificados y resilientes. La integración agricultura-ganadería-

bosques, los policultivos y la agroforestería aumentan la productividad total, reducen el estrés ambiental y mejoran los ingresos rurales. Modelos como el sistema silvopastoril de Colombia o la integración lavoura–pecuária–floresta (ILPF) de Brasil demuestran que la diversificación puede elevar la producción hasta en 70 % con menores costos y emisiones. Promover incentivos, asistencia técnica y mercados diferenciados para sistemas mixtos y agroecológicos permitirá escalar una productividad que se mide no solo en toneladas, sino también en resiliencia y calidad de vida.

**Comercio e integración regional como motor de la productividad y la innovación (véase la sección 4.8).**

El comercio agroalimentario sigue siendo un motor clave de transformación. Sin embargo, apenas el 15 % de las exportaciones agroalimentarias de la región se realiza dentro de [ALC](#), lo que representa una oportunidad desaprovechada. El comercio intrarregional y la convergencia regulatoria fortalecen los ecosistemas productivos, generan empleo y fomentan la adopción tecnológica. Avanzar en digitalización de trámites, armonización sanitaria y promoción comercial permitirá que más productores participen en cadenas de valor globales y regionales, lo que impulsará la innovación y la competitividad. El comercio, bien gestionado, no solo abre mercados, sino que también impulsa la productividad y la sostenibilidad.

**Agregación de valor en origen para retener y multiplicar valor en los territorios (véase la sección 4.7).**

Agregar valor en origen supone reconocer y remunerar las prácticas sostenibles, incorporar atributos ambientales y sociales y diferenciar la producción por

identidad territorial. La evidencia regional —desde el cacao orgánico de El Ceibo (Bolivia) hasta el sello *Manos Campesinas* (Chile)— muestra que las cadenas de valor inclusivas generan más ingresos, empleo y cohesión social. Promover políticas y alianzas para la agregación de valor en origen permitirá que la productividad se traduzca en desarrollo territorial, lo que fortalecerá la identidad cultural, la equidad y la sostenibilidad económica de las comunidades rurales.

En conjunto, **estas ocho líneas de acción, como parte de una nueva visión de políticas de desarrollo productivo para el sector**, delinear una hoja de ruta integral para destrabar el crecimiento de la productividad agropecuaria en [ALC](#). No se trata de intervenciones aisladas, sino de un conjunto coherente de intervenciones que articula políticas habilitantes, financiamiento, asistencia técnica, tecnología, sostenibilidad ambiental, diversificación productiva, comercio e incorporación de valor en origen. *Producir más y mejor, con inclusión y sostenibilidad, constituye el objetivo central de una nueva productividad para ALC.*

La evidencia es consistente: *sin productividad no hay sostenibilidad, y sin sostenibilidad no habrá productividad duradera*. Por ello, avanzar hacia una nueva generación de políticas públicas exige enfoques basados en evidencia y resultados, continuidad institucional y cooperación efectiva.

En este marco, la [CEPAL](#), la [FAO](#), el [IICA](#) y [CAE](#) reafirman su compromiso con los países de la región para convertir el conocimiento en acción mediante la articulación de políticas, financiamiento e innovación en los territorios.

2023-2032: el aumento de la producción mundial de cultivos se prevé que provendrá sobre todo de la productividad; el 79 % por mayores rendimientos, el 15 % por expansión de tierras y el 6 % por mayor intensidad de cultivos (OCDE y FAO, [2024a](#)); véase la sección [4.8](#).

Reducir en 50 % las distancias regulatorias en la región aumentaría en 81 % la probabilidad de acceso a mercados y en 17 % los flujos intrarregionales (Blyde, [2024](#); véase la sección [4.8.2](#)).

La agricultura puede fortalecer su contribución a los sistemas agroalimentarios mediante mejoras en la productividad, impulsadas por un financiamiento adecuado y por innovaciones políticas, institucionales, financieras y tecnológicas.

**La productividad es la base sobre la que se construye una agricultura más resiliente, más inclusiva y más sostenible.** Avanzar hacia ese objetivo no es solo deseable: es una condición necesaria para garantizar el bienestar, la seguridad alimentaria y el futuro de los sistemas agroalimentarios de [ALC](#).

Los siguientes capítulos profundizan en cómo estas líneas de acción se traducen en instrumentos de política, arreglos institucionales y mecanismos de implementación que permitan convertir la productividad en un motor efectivo para la transformación de los sistemas agroalimentarios.

## II. UN CONTEXTO DESAFIANTE PARA LA TRANSFORMACIÓN PRODUCTIVA EN ALC

La región enfrenta un contexto de bajo crecimiento económico, desigualdad rural y mayor incertidumbre climática y comercial que frena los avances logrados en la productividad; sin embargo, cuenta con importantes motores de transformación —la bioeconomía, la agricultura familiar y la innovación tecnológica— que, apoyados por financiamiento y por cambios en las políticas e instituciones, pueden impulsar una productividad más sostenible e inclusiva.

### 2.1 Tendencias regionales y globales y desafíos emergentes

#### 2.1.1 Crecimiento económico desigual y crisis económica

Pese a la recuperación postpandemia, [ALC](#) continúa enfrentando un entorno de bajo dinamismo económico. A nivel global, se proyecta un crecimiento de 3,2% en 2024 y 2025, mientras que las perspectivas regionales muestran una tendencia más lenta.

A nivel subregional, las tendencias han sido heterogéneas. En América del Sur, el crecimiento mostró una leve aceleración en el segundo semestre de 2024, alcanzando un 2,6% interanual, impulsado principalmente por el desempeño de Brasil. En tanto, varios países de la región han registrado caídas en su actividad económica, con tendencias marcadas de desaceleración. Esto se refleja en Mesoamérica, cuyo crecimiento alcanzó apenas 1% en 2024 (ECLAC, [2025](#)).

El escaso crecimiento económico se refleja también en una dinámica laboral débil. En 2024, el empleo creció 1,8% y presentó aumentos en 15 de 17 países, impulsado principalmente por los sectores de mayor productividad, como el de la industria manufacturera y el de los servicios financieros, liderado por el empleo asalariado (ECLAC, [2025](#)).

En el plano externo, la caída reciente en los precios de los productos básicos ha tenido efectos mixtos en las economías de la región, dependiendo del carácter importador o exportador de los países, siendo que los primeros han percibido efectos positivos y los segundos, negativos (ECLAC, [2025](#)).

Por otro lado, las presiones inflacionarias se han moderado respecto de su pico en 2022, gracias a las respuestas de política monetaria y a la normalización de las cadenas globales de suministro (Galindo & Izquierdo, 2024). Sin embargo, la inflación subyacente se mantiene elevada, impulsada por el aumento de los costos laborales en sectores de servicios y el efecto persistente del alza previa de los precios internacionales de los alimentos (Banco Mundial, [2025](#)).

#### 2.1.2 Desigualdad socioeconómica persistente y vulnerabilidad estructural

Pese a los avances registrados en torno a la reducción de desigualdades de ingresos, a fines de 2024 la mayoría de los países mantenía niveles de desigualdad significativamente mayores que en otras regiones del mundo (Banco Mundial, [2025](#); CEPAL, [2024c](#)).

[ALC](#) muestra un crecimiento económico rezagado, con una proyección de solo 2,4% para 2025, muy por debajo del promedio mundial de 3,2% (ECLAC, [2025](#)).

Aunque el empleo creció 1,8% en 2024, la dinámica laboral sigue débil y la inflación subyacente continúa elevada por el aumento de costos laborales y precios de alimentos (Banco Mundial, [2025](#); ECLAC, [2025](#)).

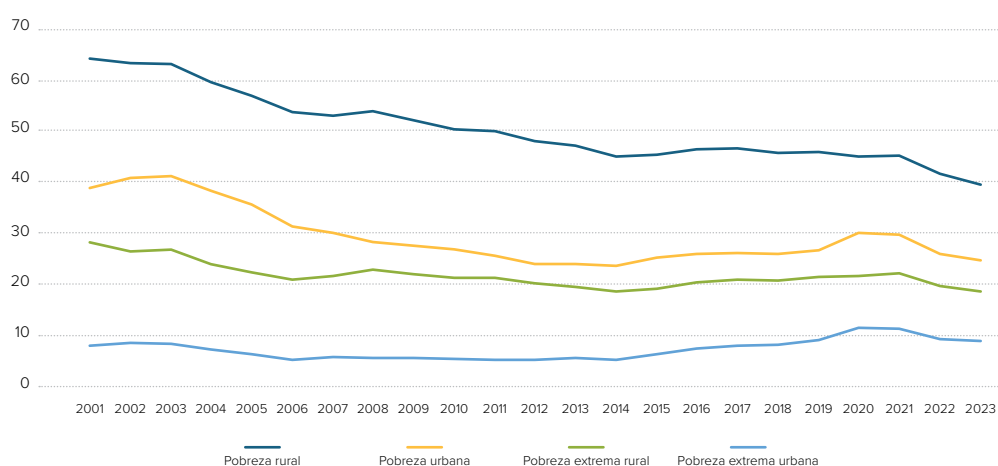
La región ha experimentado avances en la reducción de la pobreza (ver figura 2.1), aunque con marcadas diferencias geográficas, siendo la pobreza rural consistentemente superior a la urbana.

En las zonas rurales, las transformaciones estructurales de las últimas décadas permitieron lograr mejoras impulsadas

por el auge de los precios de exportación de materias primas entre 2003 y 2013 (Ocampo, 2017). Desde entonces, la reducción continuó pero de manera más lenta, mientras que en las zonas rurales el proceso se estancó, lo que resultó en una década de retrocesos en la disminución de la pobreza hacia 2023 (Beduschi et al., 2025).

Pese a ciertos avances, América Latina mantiene una desigualdad elevada y ha experimentado una década de estancamiento en la reducción de la pobreza, especialmente en áreas rurales (Beduschi et al., 2025; CEPAL, 2024c).

**Figura 2.1: América Latina: evolución de tasas de pobreza y pobreza extrema, por área geográfica**



Fuente: CEPAL (2025).

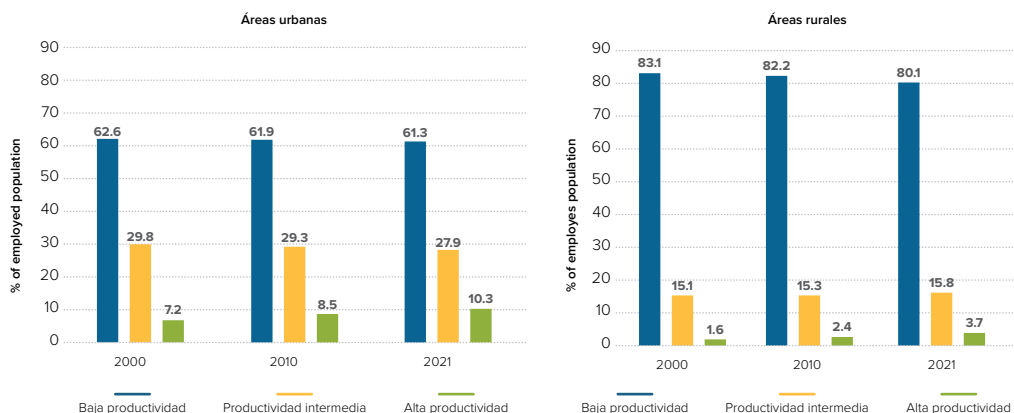
La persistente heterogeneidad productiva mantiene más del 80% del empleo rural en sectores de baja productividad, lo que limita la resiliencia y profundiza las brechas de ingresos (FAO, 2018).

Este estancamiento responde no solo a factores coyunturales, sino también a causas estructurales, como la persistencia de una fuerte heterogeneidad productiva entre sectores económicos y territorios.

En las zonas rurales, más del 80% del empleo se concentra en sectores de baja productividad, cuya participación se mantiene en niveles similares a los de hace dos décadas (ver figura 2.2).

A pesar de algunas mejoras, el empleo en sectores de alta productividad representaba apenas el 3,7% del empleo rural en 2021. Esta estructura laboral, anclada en sectores menos dinámicos, perpetúa brechas de ingresos y limita la capacidad de resiliencia de los hogares rurales frente a crisis económicas, climáticas o sanitarias (FAO, 2018).

**Figura 2.2: América Latina: estructura de la población total ocupada por nivel de productividad y área geográfica**



Fuente: CEPAL (2025).

En el ámbito rural, persisten amplias brechas de ingresos y oportunidades frente al resto de la economía, vinculadas con diferencias estructurales en productividad, acceso a activos y servicios.

Por otro lado, las proyecciones de crecimiento para los próximos años

advierten que el ritmo previsto no permitirá atender las necesidades socioeconómicas urgentes de la región. La combinación entre bajo dinamismo global e incertidumbre en las políticas nacionales plantea la necesidad de estrategias centradas en el fortalecimiento de la productividad y la reducción de las desigualdades estructurales (Ayres et al., 2025).

Los salarios agropecuarios son en promedio 40% menores que en otros sectores, lo que mantiene mayores tasas de pobreza rural y evidencia la necesidad de fortalecer la productividad y de reducir desigualdades estructurales (Ayres et al., 2025; FAO, 2018).

## 2.2 Sistemas agroalimentarios

### 2.2.1 Cambios en la demanda mundial de alimentos: presiones demográficas, precios y transición nutricional

Los sistemas agroalimentarios de [ALC](#), como a lo largo de su historia, se ven fuertemente influenciados por dinámicas globales que modifican la estructura y composición de la demanda de alimentos. La presión demográfica global, la urbanización, la evolución de los precios internacionales y la transición hacia dietas más saludables configuran un escenario con nuevos desafíos para los sistemas productivos de la región.

Simultáneamente, los procesos de urbanización han modificado profundamente la geografía del consumo. En [ALC](#), la proporción de población rural bajó de 42,7% en 1970 a 18% en 2024. Sin embargo, la población rural absoluta se ha mantenido relativamente estable en torno a los 120-122 millones de personas (Beduschi et al., 2025). Además, se estima que cerca de 209 millones de personas residen en el continuo urbano-rural, reforzando la relevancia de estos territorios para el abastecimiento alimentario y la dinamización de las economías locales (Trivelli & Berdegué, 2019; UNDESA, 2018).

La población mundial alcanzó algo más de 8000 millones en 2024, 2,5 veces la de 1960, y la demanda calórica mínima global aumentó 29% entre 2000 y 2020 (FAO, [2022b](#)).

El comercio agroalimentario mundial creció a una tasa anual promedio de 5,8% desde 1975 y su valor se cuadruplicó entre 2003 y 2023, alcanzando USD 1,9 billones (Díaz-Bonilla et al., [2025](#)).

Estas transformaciones generan nuevas demandas logísticas, tecnológicas y de infraestructura, por lo que se requiere la reorganización del sistema agroalimentario en torno a redes más integradas, resilientes y sostenibles.

Por otro lado, la región enfrenta desafíos asociados a la seguridad alimentaria y nutricional. Si bien el hambre ha mantenido una tendencia sostenida a la baja, llegando a 5,1% en 2024, debido principalmente a la baja de su prevalencia en América del Sur, en el Caribe, influenciada por Haití, se mantiene significativamente por sobre los niveles previos a la pandemia de covid-19 (FAO et al., [2025](#)). A su vez, la malnutrición por exceso de ingesta de alimentos ha aumentado de manera sostenida: en 2022, cerca de 1 de 3 adultos en [ALC](#) tenía sobrepeso, casi el doble del promedio mundial; y la prevalencia de la obesidad en menores de cinco años alcanzó el 8,6%, superando en tres puntos porcentuales el promedio global. Este fenómeno está estrechamente vinculado a las dificultades de acceso económico a dietas saludables: en 2024, el costo diario de una dieta saludable en la región fue de 5,16 USD [PPA](#) per cápita, el más alto del mundo y por encima del promedio global de 4,46 USD (FAO et al., [2025](#)).

A nivel global persiste una marcada desalineación entre los requerimientos nutricionales y la estructura actual de la producción agrícola. Se estima que el mundo produce menos de una cuarta parte de las frutas y verduras necesarias para garantizar dietas saludables (Woodhill et al., [2022](#)). En el caso de [ALC](#), la agricultura familiar desempeña un papel fundamental para cerrar esas brechas. En varios países de la región su aporte en la superficie cultivada de hortalizas, frutas, cereales, raíces y tubérculos representa más del 50%. Sin embargo, sus capacidades productivas se ven restringidas por el limitado acceso a activos, servicios y mercados (FAO & PNUD, [2025](#)), lo que restringe su potencial para

satisfacer la demanda requerida de este tipo de productos.

### 2.2.2 Mercados y comercio de productos agropecuarios

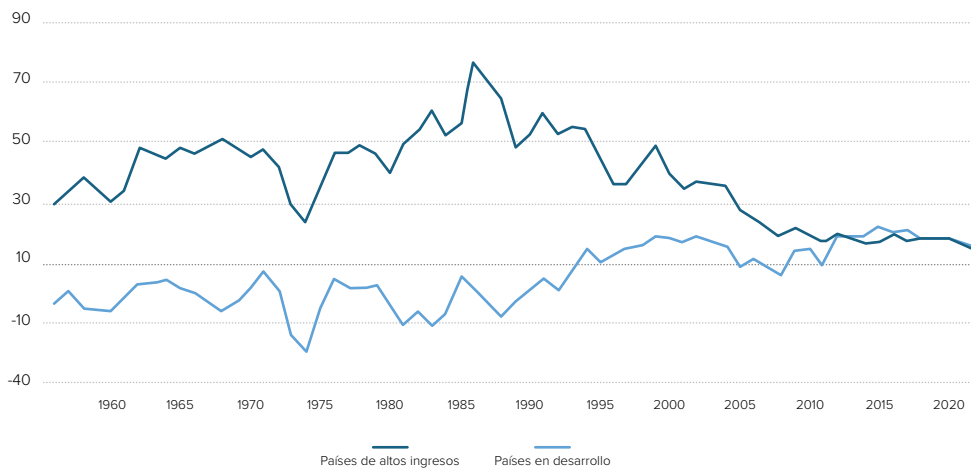
Los mercados y el comercio internacional de productos agropecuarios constituyen un pilar central de los sistemas agroalimentarios, al permitir el intercambio entre países con déficits y excedentes productivos. Su rol ha sido clave para mejorar la seguridad alimentaria y diversificar las dietas, dinamizando también las economías, especialmente en regiones con ventajas comparativas en la producción agropecuaria (FAO & OECD, [2025](#)).

Las proyecciones para el próximo decenio apuntan a una desaceleración en el crecimiento del comercio agroalimentario, explicada por el menor dinamismo demográfico y de ingresos a nivel global, así como por una progresiva saturación de la demanda en mercados de países de ingresos altos. Se espera que gran parte del crecimiento futuro provenga de países de ingreso bajo y medio, lo que impulsará la reconfiguración geográfica de los flujos comerciales (FAO & OECD, [2025](#)).

### 2.2.3 Regulaciones y estándares cambiantes

Históricamente, los países de altos ingresos y los países en desarrollo han implementado medidas de apoyo al sector agropecuario desde perspectivas marcadamente distintas. A partir de las reformas estructurales y la liberalización comercial, comenzó a corregirse esta divergencia: los países en desarrollo incrementaron gradualmente la protección de su agricultura, mientras que los países de altos ingresos la redujeron. Esto condujo a una convergencia global hacia niveles más bajos y similares de protección agrícola, tendencia que se consolidó con los acuerdos de la Ronda de Uruguay en 1994 (Díaz-Bonilla et al., [2025](#)) (ver figura [2.3](#)).

**Figura 2.3: Tasas de protección a la agricultura en países de altos ingresos y países en desarrollo**



En los años ochenta, los países de altos ingresos aplicaron tasas de apoyo superiores al 60%, mientras que muchos países en desarrollo mantuvieron tasas negativas de protección hasta los años noventa (Díaz-Bonilla et al., 2025).

Fuente: Díaz-Bonilla et al. (2025).

Sin embargo, este proceso de liberalización se ha desacelerado en los últimos años, dando paso a una nueva fase caracterizada por el resurgimiento de barreras al comercio y un aumento significativo en la incertidumbre. La pandemia de covid-19, la guerra en Ucrania y las recientes disputas comerciales han intensificado las tensiones geopolíticas y el uso de medidas proteccionistas (Díaz-Bonilla et al., 2025).

En este entorno, los países han recurrido a nuevas medidas comerciales en un intento de proteger sus mercados. Sin embargo, lejos de reducir la incertidumbre, estas han contribuido a reforzarla, al introducir restricciones que dificultan el funcionamiento del comercio agroalimentario internacional. El resultado ha sido una superposición creciente de sanciones, barreras y marcos regulatorios que representan un obstáculo para el comercio agrícola global (Glauben & Jaghdani, 2025).

En este contexto, la agricultura continúa siendo uno de los sectores más protegidos del comercio internacional. En promedio,

los aranceles máximos permitidos para productos agrícolas son hasta cuatro veces más altos que los aplicados a productos industriales en países desarrollados, y entre dos y tres veces más elevados en países en desarrollo (WTO, 2024). Las exportaciones agrícolas de países en desarrollo enfrentan, en promedio, aranceles cercanos al 20%, incluso bajo el régimen de nación más favorecida, mientras que en países desarrollados se mantienen aranceles de hasta el 100% en productos sensibles como lácteos, carnes y azúcar (UNCTAD, 2024).

Las sanciones económicas pueden tener efectos equivalentes o incluso superiores a los aranceles en la restricción del comercio agroalimentario. Además de los aranceles y las sanciones, otro conjunto de restricciones que ha cobrado creciente importancia son las barreras no arancelarias, como las Medidas Sanitarias y Fitosanitarias (MSF) y los Obstáculos Técnicos al Comercio (OTC), que han ganado una importancia creciente en el comercio agrícola. Estas medidas operan como barreras ocultas y sus efectos

Entre 2009 y 2025, los 30 países más proteccionistas aplicaron unas 70 000 medidas discriminatorias, multiplicando por más de 30 su número anual en 15 años (Glauben & Jaghdani, 2025).

Las sanciones comerciales completas reducen el comercio bilateral en torno al 67%, equivalente a un arancel del 25%, mientras que las sanciones parciales provocan una caída del 18% (Larch et al., 2024).

Las medidas no arancelarias crecieron más del 6,5% anual entre 2007 y 2019, duplicándose su cantidad y llegando a más de mil MSF y a casi dos mil OTC en 2019 (Mao et al., 2023).

restrictivos pueden ser incluso mayores que los de los aranceles, lo que afecta especialmente a los países exportadores (Mao et al., 2023).

En conjunto, estas tendencias configuran un entorno comercial crecientemente restrictivo y volátil, que plantea desafíos significativos para los sistemas agroalimentarios. Si bien el comercio internacional puede contribuir a fortalecer la resiliencia alimentaria al diversificar el abastecimiento y compensar déficits locales, también expone a los países a shocks externos y a la inestabilidad de los mercados globales. En la práctica, las restricciones comerciales tienden a ampliar las alzas y la volatilidad de los precios, lo que afecta de forma desproporcionada a los países en desarrollo que enfrentan altos niveles de inseguridad alimentaria y una elevada dependencia de las importaciones agrícolas (Díaz-Bonilla et al., 2025).

#### 2.2.4 Concentración de mercados y productos

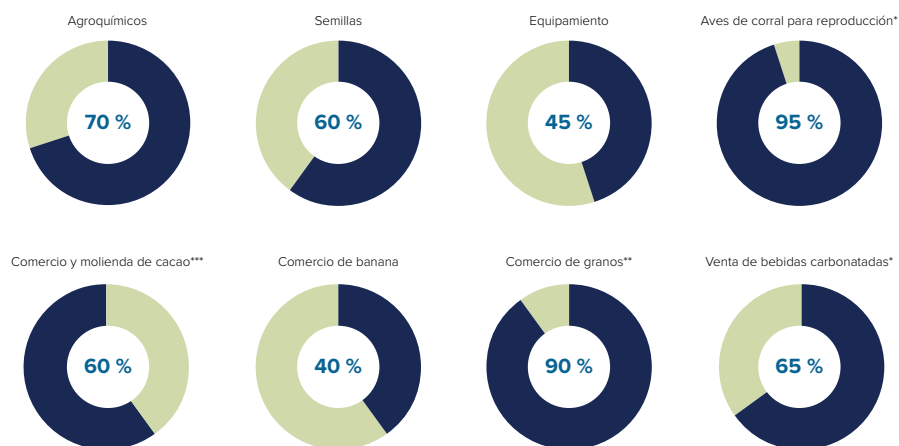
La transición progresiva desde sistemas productivos tradicionales hacia redes más

integradas y eficientes ha dado lugar a una creciente concentración de grandes empresas en eslabones estratégicos de la cadena. Las cadenas agroalimentarias modernas conectan a productores y consumidores a través de un número limitado de intermediarios que controlan funciones clave como el procesamiento, la distribución y la venta. Si bien esta transformación ha mejorado la logística y ha ampliado la disponibilidad de alimentos, también ha generado una concentración de actores que plantea desafíos estructurales para la equidad, la competencia y la resiliencia de los sistemas alimentarios (Deconinck et al., 2023).

Aunque persisten limitaciones en cuanto a la disponibilidad, cobertura y comparabilidad de los datos, la evidencia existente muestra un patrón sistemático de concentración a lo largo de prácticamente todas las etapas de las cadenas agroalimentarias. Esto implica que un número reducido de actores puede ejercer una influencia significativa sobre las decisiones de producción, comercialización y regulación (Clapp et al., 2025) (ver figura 2.4).

En el comercio global de granos, cinco empresas controlan el 90% del mercado, mientras que en el sector de las semillas comerciales cuatro firmas concentran el 60% y otras cuatro el 70% del mercado de agroquímicos (Clapp et al., 2025).

**Figura 2.4: Cuota de mercado global (en porcentajes) de las principales firmas según producto**



Fuente: Adaptado de Clapp et al. (2025). Traducido por el autor.

Nota: Índice de concentración de las 4 firmas principales: \* Principales 2 firmas, \*\* Principales 5 firmas, \*\*\* Principales 6 firmas.

La diversidad de productos agroalimentarios en los mercados también es limitada. Aunque históricamente se estima que se han utilizado hasta 80 000 especies vegetales con fines alimentarios, medicinales e industriales, en la actualidad alrededor de 30 se cultivan de forma generalizada para la alimentación (Singh et al., [2022](#)).

Esta concentración también se manifiesta en los mercados regionales. En [ALC](#), la mayoría de los países basan su participación comercial en un número reducido de productos agrícolas y de compradores.

La región enfrenta, por tanto, un doble desafío: una canasta exportadora limitada en productos y una alta concentración geográfica de destinos (FAO et al., [2020](#)).

La concentración de mercados y productos plantea riesgos significativos para el funcionamiento equilibrado de los sistemas agroalimentarios. En contextos dominados por pocos actores, se reduce la competencia efectiva, se limitan las opciones para productores y consumidores y aumenta la vulnerabilidad frente a choques de precios, oferta o demanda. Además, el poder de mercado acumulado puede traducirse en una influencia desproporcionada sobre normas, precios y decisiones de política, con posibles implicancias para la equidad, la innovación y la participación efectiva de distintos actores en la gobernanza del sistema alimentario (Clapp et al., [2025](#)).

### 2.2.5 Dinámicas subregionales

[ALC](#) es la principal región exportadora neta de alimentos del mundo, hecho determinado principalmente por países como Brasil y Argentina (FAO, [2022c](#)). Sin embargo, el panorama a nivel de subregiones y países presenta fuertes asimetrías. América del Sur y Mesoamérica se configuran como exportadores netos, que presentaron entre 2017 y 2021 superávits comerciales de USD 161 464 y 14 004 millones en promedio, período en que el Caribe promedió un déficit de USD 5375 millones (FAO & IFPRI, [2023](#)).

Pese a ser una de las regiones con mayor superávit alimentario del mundo, el comercio intrarregional en [ALC](#) sigue siendo limitado. En 2021, solo el 14,8% de las exportaciones agroalimentarias tuvo como destino otro país de la región (FAO & BID, [2024](#)). Nuevamente se observan marcadas diferencias subregionales: el 22% de las compras de América del Sur proviene de otros países de la región, mientras que el 15% de sus ventas se realiza a nivel regional. Esto se explica en parte debido a la relevancia de mercados como China, la Unión Europea y otros países de Asia y Medio Oriente para exportadores como Brasil y Argentina.

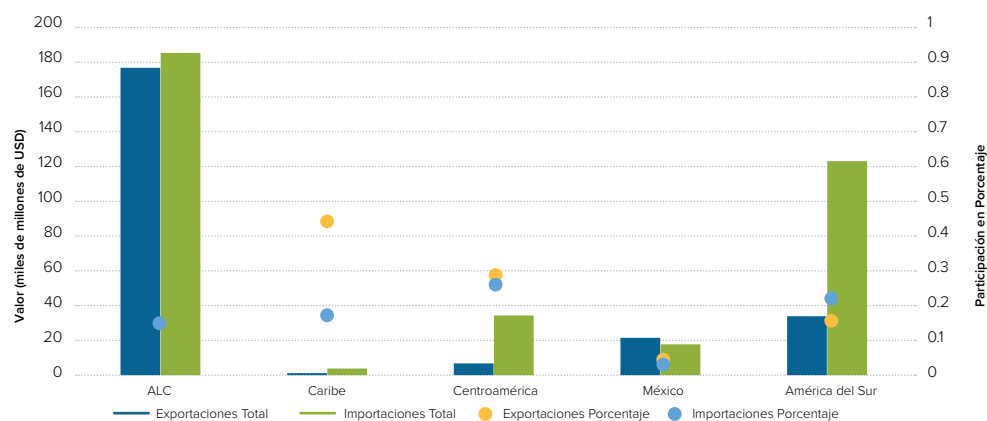
En Centroamérica, el 25% de las compras se realiza dentro de la región, mientras el 29% de las exportaciones se destina a otros países de [ALC](#). En el caso del Caribe, la diferencia en la participación intrarregional es significativamente mayor en el caso de las exportaciones, donde representa el 44% del total, mientras que en las importaciones este porcentaje apenas alcanza el 17% (ver figura [2.5](#)).

Cuatro cultivos básicos —trigo, maíz, arroz y soya— representan aproximadamente dos tercios de las calorías consumidas a nivel mundial, y al menos el 72% de su producción se concentra en solo cinco países (Caparas et al., [2021](#); Kim et al., [2019](#)).

Dos tercios de los países latinoamericanos obtienen más del 50% de sus ingresos agrícolas de solo tres productos, y casi todos —salvo Argentina— concentran al menos la mitad de sus exportaciones en tres mercados principales.

Venezuela es el único importador neto de alimentos de América del Sur, mientras que Belice presenta la única balanza comercial equilibrada en el Caribe.

**Figura 2.5: Exportaciones e importaciones intrarregionales por subregión y total ALC, valor en miles de millones de USD y porcentaje del total**



Fuente: Elaborado con datos de FAO y BID (2024)

En América del Sur y Centroamérica, los cereales son el principal rubro de importación, seguidos por productos procesados y carnes y pescados; en el Caribe, los productos procesados ocupan el primer lugar, seguidos por cereales y carnes y pescados (FAO & IFPRI, 2023).

Se proyecta que para 2033 la producción agropecuaria y pesquera de ALC aumente cerca de 15%, impulsada principalmente por el crecimiento de los cultivos (OECD & FAO, 2024b).

Más aun, se ha observado que la mayor parte del comercio intrarregional tiene lugar al interior de cada una de las subregiones, apoyado en las principales alianzas internacionales de integración tales como la [Comunidad Andina de Naciones \(CAN\)](#), el [Mercado Común del Sur \(MERCOSUR\)](#), la [Comunidad del Caribe \(CARICOM\)](#), que si bien han sido efectivas en la promoción del comercio en las subregiones, no han logrado potenciar el comercio entre ellas (FAO, 2020b).

En términos de productos, a nivel regional el crecimiento de las exportaciones agroalimentarias ha estado liderado por cereales (23% del total), carnes y pescados (19%) y frutas y hortalizas (16%), con distintos niveles de participación en las subregiones. Mientras que América del Sur se especializa en cereales y carnes, Mesoamérica hace lo propio en frutas y hortalizas, y el Caribe en alimentos procesados, lo que refleja patrones productivos y ventajas comparativas diferenciadas. En términos de importaciones, se observa un patrón similar, donde productos básicos como el maíz, el trigo, la soja y la harina de soja son responsables del 47% de las importaciones.

## 2.2.6 Importancia estratégica del sector agroalimentario en ALC

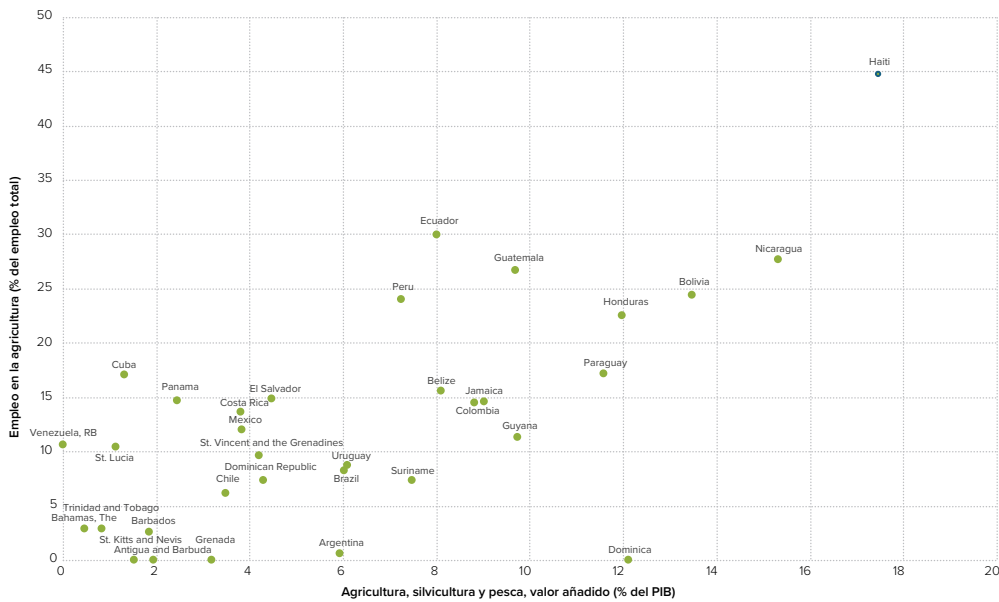
Durante las últimas décadas, las economías de ALC han experimentado drásticas transformaciones en términos de sus estructuras. Entre la década de los años setenta y la actualidad, la participación regional del sector agropecuario en la región ha disminuido a la mitad, mientras que el sector de servicios ha mantenido una constante tendencia al alza.

Sin embargo, durante los últimos cuatro años el aporte de la agricultura al producto interno bruto ha experimentado un leve aumento de cara a las diversas disrupciones asociadas a la pandemia de COVID-19 y el conflicto en Ucrania, lo que es reflejo de la resiliencia del sector y el alza de precios asociada a esos fenómenos coyunturales.

A su vez, las exportaciones agropecuarias representan una parte importante del total de exportaciones para muchos países de la región, sobre todo de América del Sur y Centroamérica, contribuyendo con el 37,6% y el 30% del total respectivo en 2021<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Cálculo de los autores con base en World Trade Organization stats.

**Figura 2.6: ALC: contribución del sector agropecuario al PIB y al empleo total en 2023**



Fuente: Banco Mundial (2025)

En varios países del Caribe y Centroamérica el agro aún representa más del 10% del PIB y del empleo total, debido a su papel estructural en las economías rurales.

Paralelamente, la composición del empleo ha cambiado en los países durante las últimas tres décadas, con una importante reducción de la participación del sector agropecuario asociada al crecimiento del sector de servicios y los cambios en la

distribución de la población urbana y rural. Sin embargo, continúa cumpliendo un rol fundamental en los sectores rurales, donde el sector agropecuario genera más de la mitad del empleo<sup>2</sup> (véase figura 2.6).

## 2.3 Productividad agropecuaria

### 2.3.1 Tendencias

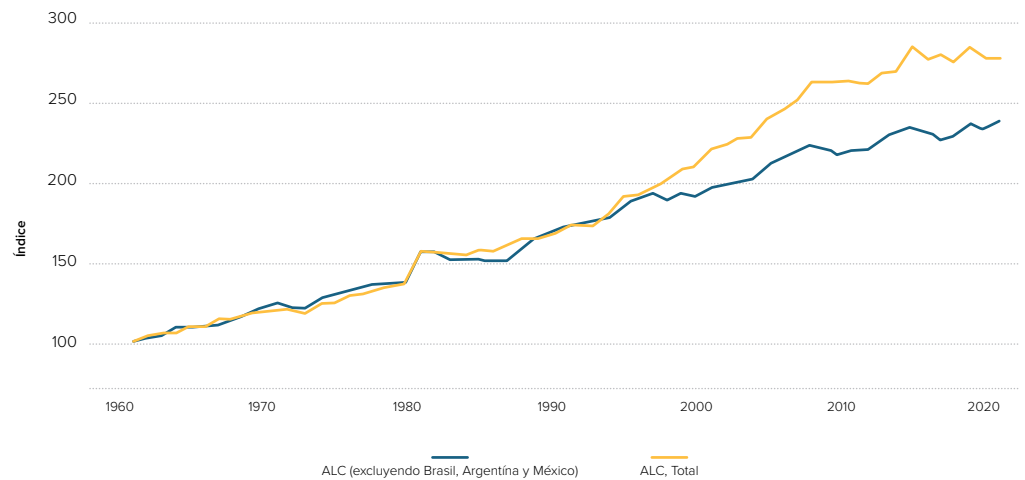
Si bien en las últimas décadas la región ha mostrado importantes avances en la PTE, el ritmo de crecimiento se ha desacelerado

de forma significativa durante los años más recientes. Esto plantea desafíos relevantes para responder a los requerimientos de sostenibilidad del sistema agroalimentario regional.

<sup>2</sup>Con base en CEPALSTAT.

Además de la desaceleración en productividad, se ha ampliado la brecha entre las economías más grandes y el resto de la región: tres países explican gran parte del avance en productividad.

**Figura 2.7: Evolución de la PTF en ALC (1960–2022)**



Fuente: L. Salazar et al. (2024)

Entre 1961 y 2021, la región experimentó un crecimiento acumulado importante de la PTF y mantuvo una trayectoria consistente de alza en la productividad manifestada en las tasas de crecimiento anuales. Sin embargo, a lo largo del tiempo ese crecimiento ha mostrado diferentes dinámicas, con períodos marcadamente diferenciados tanto en sus resultados como en los factores determinantes de estos.

También debe notarse que la aceleración observada entre 1990 y 2010, cuando la PTF de toda la región creció cerca de 53%, estuvo impulsada por unos pocos países. Por ejemplo, si se excluyen Argentina, Brasil y México, dicha aceleración del crecimiento deja de observarse en el promedio regional (véase la figura 2.7) y el aumento acumulado en esos años se reduce a 26% (L. Salazar et al., 2024).

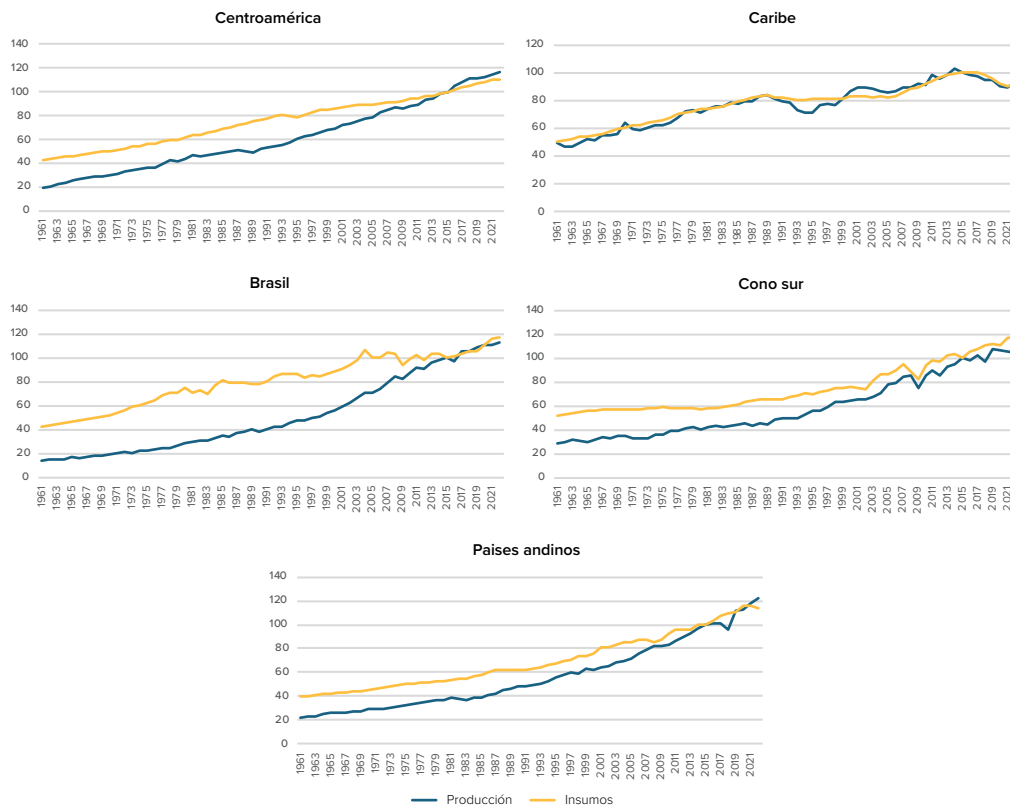
Históricamente, el crecimiento de la producción agrícola estuvo impulsado por el aumento del uso de insumos, tales

como tierra, trabajo, capital y materiales (Nin-Pratt et al., 2023; OECD & FAO, 2024b; L. Salazar et al., 2024). Entre 1990 y 2000 esta tendencia comenzó a cambiar, con aumentos asociados en mayor medida a mejoras en la eficiencia productiva, durante el período del “commodity boom”, a través de un progreso acelerado en la adopción de tecnologías, mejoramiento de prácticas, políticas sectoriales y una mayor apertura comercial (Lachaud et al., 2015; Nin-Pratt et al., 2015; L. Salazar et al., 2024).

Sin embargo, el escenario comenzó a revertirse en la década pasada, con la desaceleración de la PTF y el aumento en el uso de insumos, que dio cuenta del 75% del incremento de la producción. Esta situación se ha manifestado de manera consistente en todas las subregiones (Ver figura 2.8). Durante la década comprendida entre 2011 y 2020, la PTF regional experimentó un alza moderada de solo 5%, lo que evidencia un estancamiento generalizado (Nin-Pratt & Valdés Conroy, 2020; L. Salazar et al., 2024).

Se proyecta que para 2033 la producción agropecuaria y pesquera de ALC aumente cerca de 15%, impulsada principalmente por el crecimiento de los cultivos (OECD & FAO, 2024b).

**Figura 2.8: Trayectorias de índices de insumos y productos en ALC (2015=100)**



Fuente: USDA (2025)

Lo anterior se puede ver en el crecimiento de los índices de insumos y de producción, presentado en la figura 2.8.

Brasil, los países andinos y Centroamérica experimentaron aumentos significativos en el volumen de producción agrícola, con especial dinamismo a partir de la década de 1990. En estas subregiones, el crecimiento fue acelerado y constante, lo que coincide con las mejoras observadas en la PTF. En cambio, el Caribe mostró una trayectoria mucho más moderada, con avances lentos y episodios de estancamiento o incluso retroceso, especialmente en las últimas dos décadas.

El crecimiento de los insumos agrícolas (tierra, trabajo, capital y materiales), aunque tuvo lugar en todas las subregiones, no siempre acompañó el ritmo de aumento del output. En Brasil y los países andinos, los insumos aumentaron de manera sostenida, aunque a un ritmo más moderado que la producción, lo que se refleja en el fuerte crecimiento de la PTF en estas subregiones. En Centroamérica también hubo aumentos en el uso de insumos, pero con una mayor eficiencia en la conversión de estos en producción. Por el contrario, en el Caribe el crecimiento de los insumos fue más parejo al de la producción, lo que se traduce en una PTF relativamente estancada.

La producción sigue creciendo, pero con menor eficiencia: el aporte de los insumos volvió a dominar, evidenciando la pérdida de dinamismo de la productividad.

Entre 1961 y 2022, la producción agrícola en ALC creció de forma sostenida, aunque con diferencias marcadas entre subregiones.

El crecimiento agropecuario regional supera el promedio mundial, pero con brechas crecientes: los avances de Sudamérica y Centroamérica contrastan con el estancamiento del Caribe.

## 2.4 Desafíos y brechas

### 2.4.1 Brechas en productividad

El índice de producción agropecuaria del mundo creció 14,1% en 2023 en relación con el promedio del período 2014-2016. Como se vio en los gráficos anteriores, [ALC](#) muestra un comportamiento mixto:

mientras Sudamérica y Centroamérica crecieron por encima del promedio mundial, con variaciones de 15,7% y 17,3%, respectivamente, en el Caribe el crecimiento fue más limitado, promediando 4,4%, con varios países que incluso presentaron retrocesos (ver cuadro [2.1](#)).

**Cuadro 2.1: Índice de producción agrícola, variación (%) período en 2023 respecto del período de referencia (2014-2016) por subregión**

Subregión	Variación (%) 2016–2023
Sudamérica	+15,66 %
Centroamérica	+17,29 %
Caribe	+4,35 %
Promedio mundial	+14,07 %

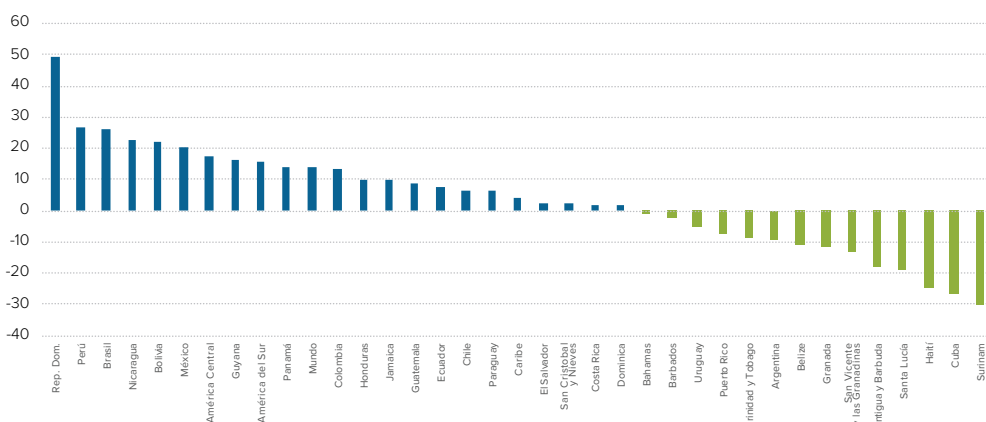
Fuente: FAOSTAT, consultado en julio de 2025.

A nivel nacional, algunos países registraron aumentos notables en su volumen de producción agropecuaria. República Dominicana, Perú, Brasil, Nicaragua, Bolivia y México experimentaron variaciones superiores al 20% en este período.

En contraste, algunos países sufrieron contracciones en el volumen de producción con respecto al promedio del período base. Estas caídas se produjeron principalmente en el Caribe, destacando países como Surinam, Cuba, Haití, Santa Lucía y Antigua y Barbuda, y otros países de la subregión experimentaron caídas leves o estancamientos (ver figura [2.9](#)).

**Figura 2.9: Índice de producción agrícola, variación (%) período en 2023 respecto del período de referencia (2014-2016), por país**

Se presentan contrastes marcados en el crecimiento de la producción agropecuaria: crecimiento en Sudamérica y Centroamérica, retrocesos en el Caribe.



Fuente: FAOSTAT (2025)

Por otro lado, la región ha mostrado una mejora progresiva en la productividad laboral agropecuaria, que se ha más que duplicado entre 1991 y 2023 (pasando de 3483,4 dólares constantes de 2015 a 7361,0).

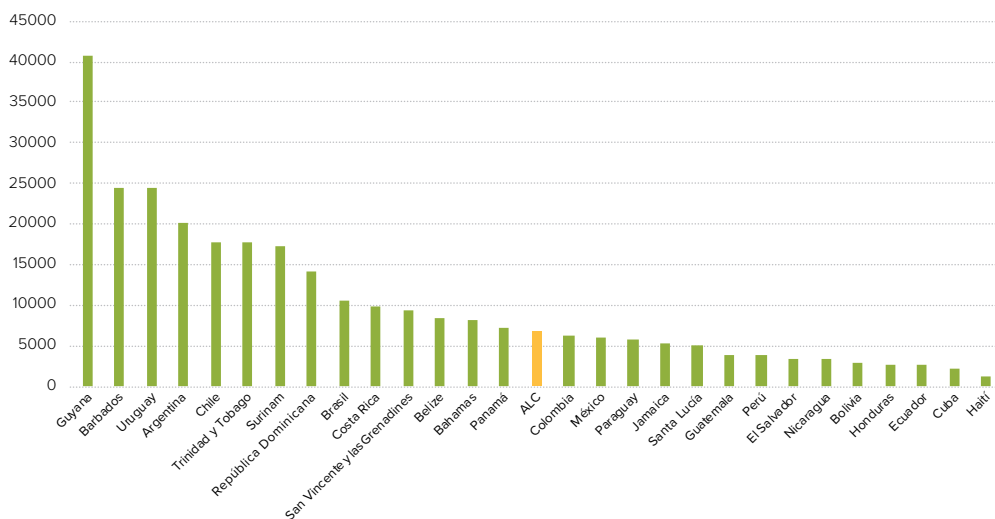
Si bien ha experimentado un crecimiento sostenido, otras regiones como Asia del Este y Pacífico, y Europa y Asia Central han tenido aumentos superiores en este indicador<sup>3</sup>.

Los países del Cono Sur, como Argentina, Uruguay y Chile, exhiben los niveles más

altos de productividad laboral agrícola en la región, asociados a una mayor mecanización, escala productiva y acceso a tecnologías. Esos países también responden por el mayor crecimiento de la productividad laboral agrícola frente a otros sectores en la región (ver recuadro 2.1). En cambio, la mayoría de los países de Centroamérica y el Caribe presenta niveles inferiores al promedio regional, producto de una alta prevalencia de la agricultura de subsistencia y de una menor tecnificación (ver figura 2.10).

Entre las regiones en desarrollo, solo Europa y Asia Central superan a [ALC](#) en el crecimiento de la producción.

**Figura 2.10: Valor agregado por trabajador en el sector agropecuario, pesca y silvicultura (en dólares de 2015) para el año 2022, por país**



Fuente: Banco Mundial (2025)

**Recuadro 2.1. La productividad laboral de la agricultura frente a otros sectores económicos**

La agricultura en [ALC](#) se caracteriza por ser uno de los sectores de menor productividad, lo que contrasta marcadamente con actividades como la minería, los servicios básicos y los servicios empresariales. [CEPAL](#) ha calculado la productividad por hora trabajada en la agricultura y encontró que esta es menos de la mitad del promedio regional de todas las actividades económicas.

A pesar de su baja productividad relativa, el sector agrícola ha mostrado una evolución positiva en términos de eficiencia. Entre 1991 y 2023, la productividad laboral en la

Las brechas de productividad laboral reflejan desigualdades en mecanización, acceso a tecnología y escala productiva entre subregiones.

Los sectores de baja productividad —agricultura, comercio, construcción y servicios sociales— concentran cerca del 70% del empleo, mientras que los sectores más productivos emplean una proporción mucho menor de la fuerza laboral, lo que evidencia una marcada heterogeneidad estructural.

<sup>3</sup>Cuentas nacionales del [BM](#) y la [OCDE](#), e ILOSTAT (2025), procesados por Our World in Data.

**Recuadro 2.1 (Continuación)**

agricultura más que se duplicó, lo que ha contribuido a reducir la brecha entre sectores. Esta tendencia contrasta con la de sectores tradicionalmente más productivos, como la minería y los servicios empresariales, cuya productividad ha disminuido durante el mismo período. En este sentido, la agricultura ha sido uno de los pocos sectores que ha logrado avanzar hacia una mayor eficiencia, aunque aún se mantiene muy por debajo de los niveles observados, por ejemplo, en la Unión Europea.

Este avance ha sido posible, en parte, gracias a la mecanización del agro, que ha permitido reducir la necesidad de trabajo humano para mantener o aumentar la producción. No obstante, la simple emigración de trabajadores hacia otros sectores no garantiza mejoras en la productividad agrícola, si no se acompaña de una inversión suficiente en capital físico y tecnológico. En comparación con la Unión Europea, donde la agricultura se beneficia de altos niveles de inversión y acceso a tecnología avanzada, ALC enfrenta el desafío de cerrar esta brecha mediante políticas que fomenten la modernización del sector y la adopción de prácticas más eficientes.

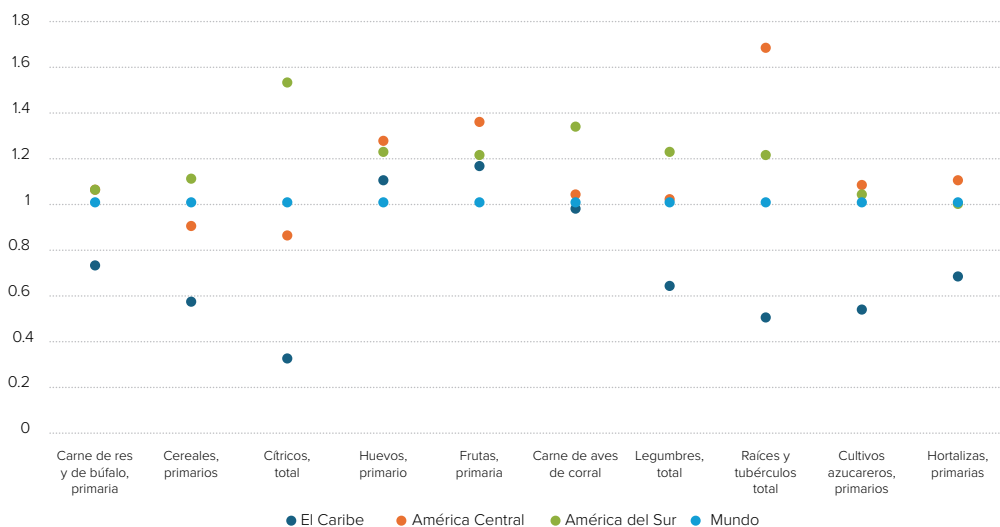
Fuente: Elaboración propia con base en CEPAL (2025).

Finalmente, el análisis comparativo de los rendimientos agropecuarios en ALC también revela una marcada heterogeneidad entre subregiones y productos. Sudamérica supera el promedio mundial en varios cultivos estratégicos: frutas cítricas (+53%), carne de ave (+33%), legumbres (+22%) y cereales (+10%). Centroamérica también destaca por sus altos rendimientos en

raíces y tubérculos (+68%), frutas (+35%) y huevos (+27%). Por el contrario, el Caribe enfrenta profundas brechas de productividad, con rendimientos muy por debajo del promedio global en cereales (-43%), frutas cítricas (-68%), raíces (-50%) y cultivos azucareros (-46%), lo que refleja limitaciones estructurales, tecnológicas y de acceso a servicios productivos (ver figura 2.11).

**Figura 2.11: Rendimientos de producción por tipo de producto agrícola, expresado como proporción sobre el promedio global**

Sudamérica y Centroamérica superan el promedio mundial en varios cultivos, mientras el Caribe enfrenta rendimientos productivos muy bajos.



Fuente: FAOSTAT (2025)

### 2.4.2 Desigualdad en el acceso a activos, bienes y servicios

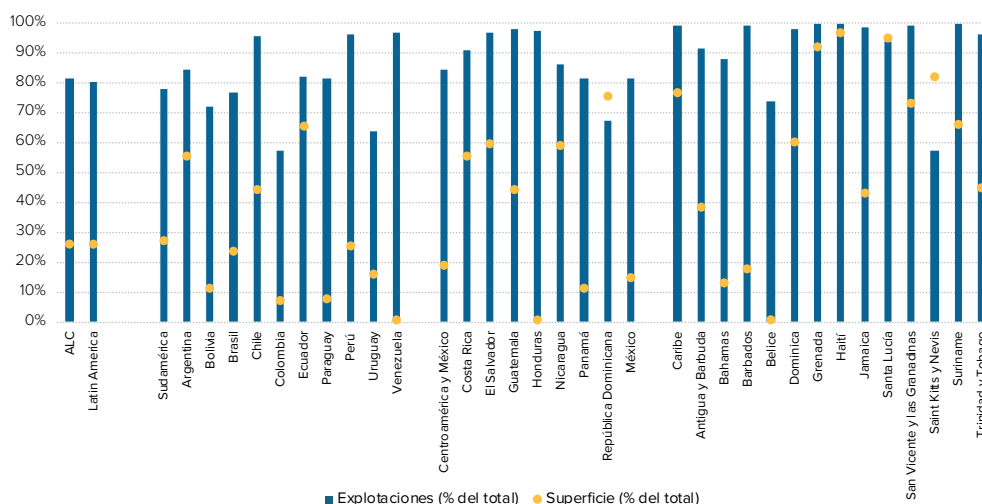
La estructura agraria de la región se caracteriza por una alta heterogeneidad y un marcado nivel de desigualdad en el acceso a la tierra (Bauluz et al., 2020; FAO & PNUD, 2025; Namdar-Irani et al., 2020). La mayoría de las explotaciones agropecuarias son de pequeña escala: la superficie de más

del 60% es de cinco hectáreas o menos, mientras que la de apenas el 4,5% supera las 100 hectáreas, concentrando cerca del 80% de la superficie cultivada.

A su vez, en varios países el número total de explotaciones ha crecido, al tiempo que el tamaño medio ha disminuido, lo que refleja procesos de fragmentación (Namdar-Irani et al., 2020) (ver figura 2.12).

En Sudamérica, el 1% de las explotaciones controla más del 60% de la superficie agrícola, mientras que en el Caribe predominan fincas de menos de dos hectáreas (FAO & PNUD, 2025).

**Figura 2.12: ALC (28 países): Participación de la AF en el total de explotaciones y superficie cultivada**



Fuente: FAO y PNUD (2025)

La agricultura familiar, que representa más del 80% de las explotaciones de la región, solo accede al 25% de la tierra agropecuaria (FAO & PNUD, 2025).

Este patrón dual —concentración en pocas manos y fragmentación entre muchas pequeñas explotaciones— genera barreras estructurales para el desarrollo productivo.

Empíricamente, se ha demostrado una relación inversa entre el tamaño de las explotaciones y la productividad de la tierra, lo que muestra la relevancia de la pequeña agricultura en la producción agropecuaria. Sin embargo, evidencia reciente en Brasil muestra una relación más compleja: si bien se mantienen rendimientos por hectárea más altos en predios pequeños, esto no siempre se traduce en mayor PTF (Helfand &

Taylor, 2021). Un área crítica en este sentido es el acceso a servicios productivos.

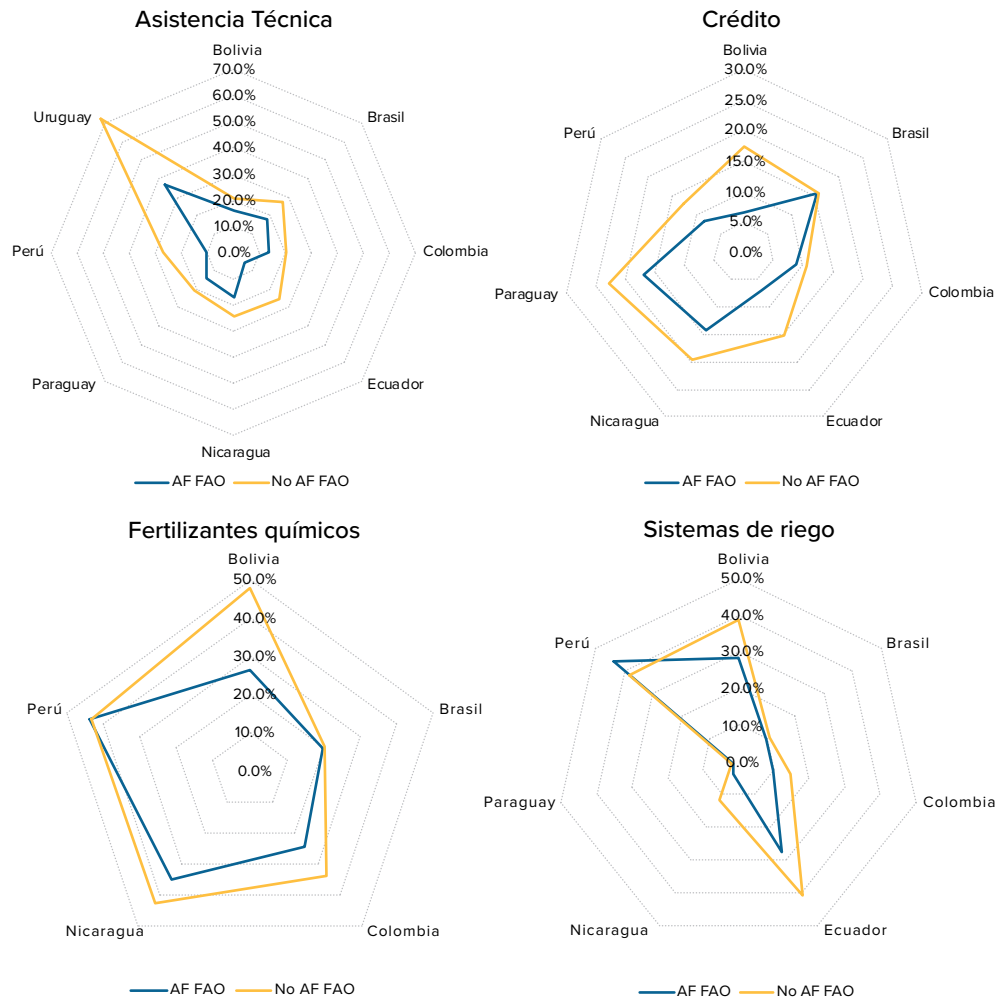
A partir de los años 2000, se han conformado esquemas mixtos en los que la limitada provisión pública convive con mecanismos de tercerización de servicios estatales, iniciativas de los organismos no gubernamentales y un creciente protagonismo del sector privado. Este último ofrece insumos, tecnología y asistencia técnica, principalmente a grandes agroexportadores y segmentos tecnificados de la agricultura familiar (Aguirre, 2012; Berdegú, 2002; FAO & BID, 2016).

Desde la década de 1980, muchos países de la región desmantelaron o privatizaron sus sistemas públicos de asistencia técnica y extensión rural.

Por su parte, los pequeños productores enfrentan importantes déficits en el acceso a servicios rurales esenciales como asistencia técnica, crédito, fertilizantes e

infraestructura de riego, lo que refuerza las brechas de productividad existentes (ver figura 2.13).

**Figura 2.13: América Latina (países seleccionados): tasa de acceso a asistencia técnica, crédito, fertilizantes químicos y sistemas de irrigación por tipo de unidad de producción**



El acceso a crédito, asistencia técnica y riego sigue siendo limitado para la mayoría de los pequeños productores.

Fuente: Estimaciones de FAO RLC con base en censos agropecuarios.

Estas realidades tienen también efectos más amplios sobre la equidad y la sostenibilidad en cada país. Se estima que las dinámicas del sector agropecuario pueden explicar hasta un tercio de la desigualdad de ingresos en varios países de la región (Gáfaró et al., [2025](#)), por causa de la baja productividad per cápita de los productores con escaso acceso a la tierra, del uso intensivo de mano de obra no calificada y de la limitada diversificación de ingresos en pequeñas explotaciones. Además, la concentración de la tierra se ha visto asociada con desigualdades en el acceso a servicios ecosistémicos y con procesos acelerados de degradación ambiental (Laterra et al., [2019](#)). Altos niveles iniciales de desigualdad también pueden erosionar el capital humano, social y económico en territorios dependientes de los recursos naturales, lo que favorece dinámicas de exclusión y transformación territorial que perpetúan la vulnerabilidad rural.

#### 2.4.3 Disponibilidad y presión sobre recursos naturales, frecuencia e intensidad de eventos climáticos extremos, contaminación y degradación ambiental

[ALC](#) enfrenta un conjunto de desafíos interdependientes y complejos en la búsqueda de un desarrollo agropecuario sostenible. Por un lado, la región cuenta con una importante dotación de tierra y agua dulce por habitante, lo que le otorga una ventaja estratégica como proveedor mundial de alimentos.

Pero la sostenibilidad de los sistemas agropecuarios en [ALC](#) se ve amenazada por procesos crecientes de degradación de los recursos naturales y por los efectos del estrés ambiental. La expansión de la frontera agrícola, la intensificación productiva basada en insumos químicos, la deforestación y la contaminación del agua han generado una presión significativa sobre

ecosistemas clave. Al mismo tiempo, la región se enfrenta a un aumento sostenido en la frecuencia e intensidad de fenómenos climáticos extremos, que afectan tanto la productividad agrícola como los medios de vida rurales.

Entre 2003 y 2022, la proporción de países de la región expuestos simultáneamente a tres o más tipos de fenómenos extremos aumentó del 11% al 44% (FAO et al., [2025](#)), mientras que la intensidad de dichos eventos subió del 9% en 2000–2004 al 57% en 2015–2020 (FAO et al., [2021](#)). Más aun, el nivel del mar en la región ha experimentado incrementos pronunciados en el Atlántico Sur y el Norte Subtropical, superando la media global.

En el último trimestre de 2021 se reportaron impactos negativos en las cosechas y alteraciones en los calendarios de siembra en países como Chile, Brasil, Uruguay y Paraguay, debido a precipitaciones inferiores al promedio. Estos fenómenos no son aislados: en toda América Central y del Sur se espera un incremento de los riesgos hídricos y alimentarios por la mayor frecuencia de sequías extremas y por los daños ocasionados por inundaciones, deslizamientos de tierra, aumento del nivel del mar y erosión costera (WMO, [2021](#)).

A su vez, la variabilidad climática ya está impactando negativamente la productividad agrícola. Estudios recientes estiman que las variaciones climáticas han reducido la producción en 20 de 28 países analizados de la región, con efectos especialmente severos en el Caribe y Centroamérica (Lachaud et al., [2015](#)). Proyecciones hasta 2040 indican posibles pérdidas de productividad de hasta el 10,7% a nivel regional en escenarios de altas emisiones (Lachaud et al., [2017](#)), exacerbadas por la dependencia de sistemas de producción en seco y por la baja resiliencia de muchas zonas rurales. Esta situación se agrava por la presión sobre los recursos hídricos: a

Los shocks y desastres tienen importantes impactos en el sector agrícola, que absorbe el 23% de las pérdidas económicas asociadas y hasta el 65% de las pérdidas por sequías (FAO, [2023b](#)).

La sequía de 2021 redujo la producción agrícola en varios países. Por ejemplo, la estimación de producción de soya de Paraguay bajó de 10 a 8 millones de toneladas, lo que refleja el aumento de los riesgos climáticos en la región (WMO, [2021](#)).

ALC permanece lejos del nivel observado en países desarrollados, que en promedio alcanzó 3,25% (Fuglie et al., 2020).

pesar de su abundancia relativa, aumentan los problemas asociados a la escasez local, a la degradación de la calidad del agua y a la competencia por su uso.

#### 2.4.4 Baja inversión en I+D

Una referencia comúnmente utilizada sugiere que los países destinen al menos el 1% del PIB agropecuario en inversión pública dirigida a la investigación y desarrollo agropecuario. En 2011, ALC alcanzó este promedio con un valor del 1,06%, superando el promedio mundial de 0,81%. Sin embargo, este valor está fuertemente impulsado por Brasil, cuyo gasto público en I+D agropecuario fue de 1,65% del PIB sectorial ese año (Fuglie et al., 2020).

su participación en actividades de investigación. En estos países se observa un crecimiento sostenido de inversiones en mejoramiento genético, biotecnología, sistemas de producción de precisión y logística postcosecha. En contraste, países pequeños o de menor desarrollo relativo continúan dependiendo en gran medida de la investigación pública nacional o de la transferencia de tecnología generada en el exterior (Nin-Pratt et al., 2023).

La inversión en I+D tiene un impacto significativo sobre la productividad agropecuaria, aunque sus resultados varían según el tamaño y grado de consolidación de los sistemas nacionales de investigación. En los sistemas más pequeños, el impacto de la inversión pública en I+D es reducido, explicando en promedio solo el 0,1% del crecimiento anual de la PTF y con la inversión privada cumpliendo un papel aún más limitado. En cambio, en países con sistemas de I+D medianos o grandes, el efecto fue más significativo: la I+D pública contribuyó con un crecimiento anual de la PTF del 0,5%, y la inversión privada en promedio 0,23% adicionales (Nin-Pratt et al., 2023).

Si bien algunos países han registrado aumentos recientes en el gasto público en I+D agropecuaria, una parte importante de este crecimiento se sostiene en financiamiento externo, proveniente de donantes y bancos de desarrollo, lo que plantea desafíos para la sostenibilidad de largo plazo de estos esfuerzos. A pesar de la evidencia sobre los altos retornos de la inversión en I+D agropecuaria, la región aún destina recursos insuficientes a esta área estratégica (Nin-Pratt et al., 2023).

Entre 2000 y 2020, la PTF en la región creció a un promedio anual de 1,8%, lo que representa una proporción significativa del crecimiento total (Nin-Pratt et al., 2023).

Datos más recientes y desagregados evidencian una marcada heterogeneidad entre países. Un análisis de diez economías de la región muestra que solo Panamá (1,12%) y Costa Rica (0,87%) se acercaron o superaron el umbral del 1%, mientras que cinco de los países analizados invirtieron menos de 0,25% de su PIB agropecuario en I+D. Además, desde 2007, la mayoría presenta una tendencia de estancamiento o retroceso en sus niveles de inversión (Nin-Pratt et al., 2023).

En relación con el sector privado, las tendencias observadas en las últimas décadas apuntan a un crecimiento progresivo del gasto, especialmente en economías más grandes. En países como Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, México y Uruguay, las cadenas de valor más sofisticadas y mercados tecnológicos más complejos han incentivado al sector privado a ampliar

Entre 2011 y 2020, la PTF regional creció apenas 5%, y la mayor parte del aumento de la producción se explicó por un mayor uso de insumos, no por mejoras en eficiencia.

## 2.5 Implicancias para la acción

Los elementos analizados en este capítulo reflejan que ALC atraviesa una etapa de bajo dinamismo económico y

enfrenta persistentes brechas sociales y productivas, especialmente en las zonas rurales. La última década ha estado

marcada por el estancamiento en la reducción de la pobreza rural y, en general, por una caída en el empleo de calidad y una persistente desigualdad en la distribución de activos productivos, como el acceso a la tierra.

Paralelamente, el sistema agroalimentario opera en un entorno comercial crecientemente incierto, marcado por el resurgir de medidas proteccionistas y altos niveles de aranceles agropecuarios en comparación con otros sectores de la economía. Este contexto limita la competitividad del sector agroalimentario y aumenta la volatilidad de los mercados.

En materia productiva, las señales también resultan preocupantes.

Las brechas entre subregiones persisten: mientras Sudamérica y Mesoamérica muestran algunos avances, aunque desiguales, el Caribe continúa rezagado en varios cultivos estratégicos. A ello se suma una inversión insuficiente en [I+D](#), con niveles de gasto público bajos y desiguales entre países. Además, los sistemas agroalimentarios enfrentan una exposición creciente a eventos climáticos extremos, lo que acentúa los desafíos para sostener una producción resiliente y sostenible.

Elevar la productividad agropecuaria es clave para impulsar el desarrollo inclusivo y sostenible en [ALC](#). En un

contexto de restricciones fiscales y persistentes desigualdades estructurales, una agricultura más productiva, basada en innovación, buenas prácticas y uso eficiente de los recursos, puede aumentar los ingresos rurales, mejorar la disponibilidad de alimentos nutritivos y liberar tierra y agua para la restauración ecológica. Las experiencias de países que consolidaron sistemas de investigación, extensión y adopción tecnológica demuestran que es posible sostener mejoras en la [PTF](#); sin embargo, el progreso regional sigue siendo desigual.

Los desafíos actuales, desde la concentración comercial y la presión sobre los recursos naturales hasta los impactos climáticos y la volatilidad internacional, requieren una respuesta coordinada. Fortalecer la integración intrarregional, hoy limitada al 15% del comercio agroalimentario, permitiría aprovechar economías de escala, dinamizar cadenas de valor y aumentar la resiliencia colectiva.

Avanzar hacia una productividad sostenible implica articular políticas económicas, sociales y ambientales bajo una visión compartida. Convertir la productividad en un verdadero pilar de desarrollo demanda voluntad política, inversión sostenida y cooperación regional activa para construir sistemas agroalimentarios más eficientes, sostenibles, resilientes e inclusivos.

### III. FACTORES DETERMINANTES Y ENFOQUES PARA FOMENTAR EL INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD AGROPECUARIA

La productividad agropecuaria debe entenderse como parte de una transformación sistémica más amplia de los [SAa](#). Concebirla como un bien público, permite reorientar las políticas agrícolas hacia objetivos más amplios de inclusión social, sostenibilidad y resiliencia. Alcanzar este propósito requiere superar brechas estructurales, fortalecer capacidades institucionales, promover políticas de desarrollo productivo y fomentar innovaciones orientadas a trayectorias más sostenibles.

El crecimiento global de la productividad agrícola se ha desacelerado a solo 0,7 % anual desde 2013, muy por debajo del 2% necesario para satisfacer la demanda alimentaria al 2050 (Agnew & Nakelse, [2024](#)).

En [ALC](#), la [PTF](#) agropecuaria creció en los períodos 1960–1980 y 1990–2010, pero volvió a caer entre 2010 y 2021, alcanzando niveles similares a los de la “década perdida”.

La productividad agropecuaria debe ser concebida como parte de una transformación estructural más amplia de los [SAa](#), en la que convergen objetivos de sostenibilidad ambiental, inclusión social y resiliencia territorial.

#### 3.1 La productividad agropecuaria en el centro de la transformación de los [SAa](#)

##### 3.1.1 ¿Por qué es importante la productividad?

La productividad es un pilar fundamental para fomentar a largo plazo la competitividad del sector agropecuario, ya que refleja la capacidad de una finca o sistema productivo para generar más producción con los recursos disponibles.

El *Global Agricultural Productivity Report* (Agnew & Nakelse, [2024](#)) destaca la necesidad urgente de acelerar el crecimiento de la productividad agrícola para satisfacer la demanda mundial de alimentos para 2050. Según ese informe, la tasa de crecimiento promedio anual global de la [PTF](#) del sector se redujo a solo 0,7% desde 2013, siendo que la tasa de crecimiento objetivo de la [PTF](#)<sup>4</sup> para lograr una producción agrícola sostenible es de 2% anual a nivel global.

Como se ha observado en el capítulo 2 y según diversos estudios (Fuglie et al., [2022](#); Lema, [2015](#); Ludeña, [2011](#); L. Salazar et al., [2024](#)), en [ALC](#) el crecimiento de la [PTF](#) en el sector agropecuario ha mostrado altibajos: aumentó de manera significativa

entre 1961 y 1980 y entre 1991 y 2010; se redujo durante la década de 1980, conocida como la “década perdida”; y más recientemente, entre 2010 y 2021, volvió a retroceder, incluso a niveles más bajos que los observados durante la década de 1980.

Esta ralentización plantea preocupaciones sobre la capacidad del sector para satisfacer la creciente demanda alimentaria sin ejercer mayor presión sobre los recursos naturales. El uso eficiente de los factores de producción agrícola —tierra, agua, trabajo, capital y otros insumos— es un indicador clave de sostenibilidad, al permitir mantener o incrementar los niveles de producción sin agotar los recursos naturales ni comprometer el equilibrio ambiental (Parikoglou et al., [2024](#)).

También se ha visto en el capítulo 2 que el reducido crecimiento de la productividad ha estado acompañado de una mayor dependencia en el uso de insumos, sobre todo de fertilizantes y agroquímicos, en la última década (L. Salazar et al., [2024](#)). Mientras que el aumento en el uso de

<sup>4</sup> La [PTF](#) en agricultura se refiere a la proporción del producto total que no puede atribuirse directamente a la cantidad de insumos utilizados (como tierra, trabajo, capital u otros). En cambio, refleja cuán eficiente e intensamente se emplean esos insumos en el proceso productivo.

insumos permite impulsar la producción agrícola, una dependencia excesiva genera presiones sobre los ecosistemas, deforestación y conflictos por el uso del suelo, lo que puede afectar la salud del suelo y acelerar la pérdida de biodiversidad, lo que merma aún más el crecimiento de la productividad agrícola en el largo plazo (ver Sección 4.5).

Abordar las causas de la caída de la PTE y la mayor dependencia de insumos en la producción agropecuaria de ALC es esencial para alcanzar la necesaria transformación de los SAa frente al triple desafío de alimentar a una población mundial en crecimiento, proporcionar ingresos a los actores del sistema alimentario y garantizar la sostenibilidad ambiental (Henderson & Lankoski, 2023).

El aumento de la productividad es un elemento fundamental para mejorar la situación de la seguridad alimentaria en ALC, la cual, según lo visto en el capítulo 2, tiene el costo más alto de una dieta saludable a nivel global. Como resultado, aproximadamente el 28% de la población de la región no puede costear una dieta saludable, cifra que asciende al 50% en el Caribe (FAO, FIDA, OMS et al., 2024).

Incrementar la productividad de la AF puede mejorar la cantidad y calidad de los alimentos disponibles, incrementar los ingresos y reducir la pobreza rural, lo que garantiza a su vez un acceso más equitativo a alimentos nutritivos. Más aún, el crecimiento sostenido de la productividad impulsaría el dinamismo económico en las zonas rurales, al generar empleo, atraer inversiones y fomentar el desarrollo de cadenas de valor agroindustriales.

Los beneficios del crecimiento sostenible de la productividad agropecuaria trascienden el ámbito privado y sectorial y generan impactos positivos para toda la sociedad (Agnew & Hendery, 2023).

Las ganancias en términos de seguridad alimentaria, dinamismo económico, mitigación de los efectos del estrés ambiental y conservación de los recursos naturales no se limitan a los productores agropecuarios o a los actores directamente involucrados en los SAa, sino que alcanzan a consumidores, comunidades y futuras generaciones.

Las innovaciones tecnológicas, el conocimiento agropecuario y los avances en materia de gobernanza tienen características de bien público y su difusión beneficia a múltiples actores. En ese sentido, la generación y transferencia de tecnología agropecuaria no debería depender exclusivamente del mercado, sino debería ser impulsada mediante políticas públicas que garanticen su acceso equitativo, especialmente para los agricultores familiares. Una mayor productividad agropecuaria que alcance a todos los tipos de productores fortalece la estabilidad de los sistemas alimentarios frente a crisis como sequías, pandemias o conflictos (Sotomayor et al., 2023). Esta capacidad de respuesta beneficia a toda la población, al asegurar el abastecimiento de alimentos y evitar interrupciones económicas.

Considerar la productividad agropecuaria como un bien público permite reorientar las políticas agrícolas hacia objetivos más amplios de equidad, sostenibilidad y resiliencia. Esta perspectiva refuerza la necesidad de una transformación productiva para detonar aumentos sostenidos de productividad, la cual se ve limitada por múltiples fallas de mercado, como la subinversión en innovación o la falta de coordinación entre actores, y fallas de gobierno, como la fragmentación institucional o la falta de continuidad de las políticas. En este contexto, las políticas de desarrollo productivo se justifican no solo como mecanismos para corregir esas fallas, sino también como instrumentos

La productividad agropecuaria, entendida como un bien público, requiere políticas que promuevan la innovación y el acceso equitativo para fortalecer la resiliencia y sostenibilidad del sistema alimentario.

para articular esfuerzos público-privados que orienten inversiones, capacidades y conocimiento hacia una transformación estructural del sector.

### 3.1.2 Dimensiones ampliadas de la productividad agropecuaria

La productividad agropecuaria ha sido tradicionalmente entendida como la capacidad de generar más productos con menos insumos y se ha utilizado la [PTF](#) como un indicador clave, midiendo la eficiencia con la que se combinan los diferentes insumos (tierra, trabajo, capital, etc.) para generar producción. Esta visión clásica, centrada en la eficiencia técnica y económica, ha sido útil para medir el rendimiento de los sistemas productivos, pero no considera de manera adecuada los servicios ambientales utilizados o afectados por la agricultura. Por ejemplo, un aumento en la producción agrícola puede estar acompañado de la degradación del suelo o la pérdida de biodiversidad, lo que compromete la sostenibilidad y la productividad en el largo plazo. No considerar estos trade-offs puede llevar a una sobreestimación del crecimiento productivo (Bureau & Antón, [2022](#); Fuglie et al., [2016](#)).

Ante estas limitaciones, ha emergido una línea de investigación que propone avanzar hacia una [PTF](#) ambientalmente ajustada, que considere tanto los insumos ambientales como los subproductos ambientales negativos. Esto implica considerar como outputs o insumos no deseables variables como las emisiones de [GEI](#) o los balances de nitrógeno, y utilizar precios-sombra<sup>5</sup>, costos de oportunidad social o elasticidades para valorarlos adecuadamente. Esta ampliación metodológica posibilita

evaluar si el crecimiento productivo se logra a costa del capital natural o si, por el contrario, contribuye a su preservación (Henderson & Lankoski, [2023](#)). A continuación, se presentan algunos avances metodológicos y empíricos de una visión más amplia de la productividad agrícola.

Gollop y Swinand ([1998](#)) fueron pioneros en la aplicación del concepto de productividad sostenible a la agricultura estadounidense, incorporando emisiones contaminantes como subproductos no deseados en el cálculo de la productividad sectorial. Los autores utilizaron precios-sombra para valorar estos impactos ambientales y compararon los resultados con los índices tradicionales de [PTF](#). Las principales conclusiones del estudio muestran que la inclusión de servicios ambientales redujo significativamente las estimaciones de productividad, revelando costos ocultos del crecimiento de la producción agrícola.

Hoang ([2015](#)) estimó la [PTF](#) ajustada ambientalmente para países de la [OCDE](#), incorporando emisiones de gases de efecto invernadero como insumos no deseados. Se usaron precios-sombra para valorar las emisiones y el resultado fue que, una vez más, la [PTF](#) ajustada fue sistemáticamente menor que la [PTF](#) tradicional, lo que sugiere que parte del crecimiento agrícola se logró a expensas del medio ambiente.

Fuglie et al. ([2016](#)) proponen avanzar hacia una métrica más integral – la [Productividad Total de los Recursos \(PTR\)](#) – que incorpora tanto los insumos y productos económicos como los servicios ecosistémicos (por ejemplo, calidad del suelo y biodiversidad) y externalidades como las emisiones de [GEI](#) y la contaminación del agua. Se

<sup>5</sup> Los precios sombra son valores económicos asignados a bienes o servicios sin un precio de mercado claro, como el agua, el carbono o la biodiversidad. Se utilizan para reflejar su verdadero valor social en la toma de decisiones. Su cálculo puede realizarse mediante el costo evitado (cuánto costaría reemplazar el servicio), el costo de oportunidad (valor del mejor uso alternativo del recurso), el ingreso perdido o ganado (impacto económico directo de su uso o conservación) o la valoración contingente (cuánto estaría dispuesta a pagar la sociedad por ese recurso). Estos métodos permiten evaluar con mayor precisión los beneficios y costos reales de proyectos o políticas públicas.

La [PTF](#) ambientalmente ajustada incorpora los impactos ecológicos del proceso productivo, lo que permite evaluar si el crecimiento agrícola se logra de forma sostenible.

La productividad agrícola debe redefinirse como un concepto multidimensional, en el que la eficiencia técnica y económica vaya acompañada de una mejora en el desempeño ambiental.

han logrado avances importantes para el cálculo de la [PTR](#) en instituciones como la [OCDE](#) y la [FAO](#), que han desarrollado bases de datos preliminares, y el Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica de las Naciones Unidas, que propone integrar cuentas ambientales y económicas. Pese a esos avances, persisten desafíos metodológicos y de disponibilidad de datos, especialmente en países en desarrollo.

En la misma línea, dos estudios recientes de la [OCDE](#) (Bureau & Antón, [2022](#); Henderson & Lankoski, [2023](#)) buscan desarrollar enfoques integrados que permitan redefinir la productividad agrícola como un concepto multidimensional, en el que la eficiencia técnica y económica debe ir acompañada de una mejora en el desempeño ambiental. El informe de 2022 se acerca a Fuglie et al. ([2016](#)) al identificar los principales desafíos metodológicos para medir la productividad sostenible: la complejidad operativa y la necesidad de armonización de datos entre países y de valoración de insumos y productos no transables. Los autores también destacan el papel del capital natural y los bienes públicos como componentes esenciales de la productividad agrícola, así como la necesidad de reflejar sus costos y beneficios en los indicadores de desempeño sectorial.

Por otro lado, el estudio de 2023 aporta datos empíricos a través del cálculo de indicadores de productividad más integrales que la [PTF](#): el [Weak Environment-Productivity Growth \(WEP\)](#) y el [Strong Environment-Productivity Growth \(SEP\)](#), que combinan el crecimiento

de la [PTF](#) con indicadores ambientales como las emisiones de [GEI](#) y los balances de nitrógeno. Sus hallazgos muestran que, si bien la mayoría de los países de la [OCDE](#) han logrado reducir la intensidad de emisiones por unidad de producción agrícola, las emisiones absolutas han aumentado en cerca de la mitad de los casos. Además, en cerca de un tercio de estos países, los excedentes de nitrógeno también se incrementaron. Aunque es cierto que estos impactos habrían sido aún mayores sin las mejoras en productividad, los datos sugieren que todavía hay un amplio margen para orientar la innovación hacia trayectorias más sostenibles.

La visión ampliada de la productividad agrícola que proponen los estudios analizados en esta sección resulta fundamental para el diseño de políticas públicas orientadas a una intensificación verdaderamente sostenible y resiliente de los [SAa](#). Las métricas tradicionales, centradas exclusivamente en insumos y productos transables, no capturan adecuadamente estas dimensiones críticas, ni permiten anticipar umbrales de degradación ambiental que podrían comprometer la viabilidad futura de la producción agroalimentaria. En este contexto, el desarrollo de indicadores más integrales y dinámicos se vuelve una prioridad estratégica. Las tecnologías emergentes como la teledetección, los sensores remotos y los modelos biofísicos y ecológicos ofrecen un enorme potencial para monitorear en tiempo real el estado de los recursos naturales utilizados por la agricultura (ver sección [4.4](#)).

[La Productividad Total de los Recursos \(PTR\) amplía la Productividad Total de los Factores \(PTF\) al incorporar servicios ecosistémicos y costos ambientales en la medición del desempeño agropecuario.](#)

[Indicadores como el WEP y el SEP muestran que, aunque la mayoría de los países de la OCDE redujo la intensidad de emisiones agrícolas, en casi la mitad aumentaron las emisiones totales y en un tercio se incrementaron los excedentes de nitrógeno, lo que evidencia un margen para una productividad más sostenible.](#)

### 3.2 Factores estructurales que limitan la productividad en la región

El capítulo [2](#) destacó que la región presenta una fuerte heterogeneidad estructural, tanto en términos productivos como institucionales. Esta se refleja en la

coexistencia de sectores y territorios con niveles muy dispares de productividad, capacidades tecnológicas, acceso a recursos y calidad institucional. En el

caso de la agricultura, estas diferencias condicionan fuertemente su desempeño y su potencial de transformación. Otros factores, como la calidad de la ciencia, tecnología e innovación, el desarrollo de talento humano, la infraestructura, la gobernanza y la articulación territorial configuran un entorno complejo en que el aumento de la productividad puede verse limitado por múltiples cuellos de botella y brechas estructurales. Esta sección analiza algunos de esos factores.

### 3.2.1 Heterogeneidad estructural

En la literatura estructuralista latinoamericana, la heterogeneidad estructural se refiere a la coexistencia persistente de sectores económicos con niveles muy dispares de productividad, lo que constituye una de las principales barreras al desarrollo (Mancini & Lavarello, 2013). Dicha disparidad genera una estructura productiva fragmentada, en la que gran parte de la fuerza laboral se concentra en sectores de baja productividad, lo que arrastra hacia abajo la productividad nacional y limita el crecimiento económico sostenido. Esta segmentación productiva se traduce en desigualdades profundas en términos productivos (p. ej., acceso a recursos y mercados, tecnología, financiamiento, etc.) y sociales (niveles de ingresos, formalidad y movilidad, derechos laborales, etc.).

En [ALC](#) esta condición se manifiesta sobre todo en el sector agropecuario. La estructura agraria en la región es muy heterogénea y la distribución de la tierra es desigual. Por un lado, existen unidades productivas de gran escala, con tecnología de última generación y con buen acceso a los mercados internacionales. En el otro extremo se encuentran alrededor de 16 millones de pequeñas explotaciones, la mayoría de ellas con bajo uso de tecnología y con problemas de acceso a tierra, agua

y otros insumos productivos, parte de las cuales producen para la subsistencia (CEPAL, 2024c; Namdar-Irani et al., 2020). La escala de producción es determinante para seleccionar rubros, tecnologías y modelos productivos, los cuales a su vez determinan los niveles de rentabilidad de las explotaciones agrícolas y su capacidad de inversión. Además, la concentración de la tierra y del capital limita el acceso a los activos productivos y servicios financieros y restringe la capacidad de inversión y la adopción de prácticas sostenibles.

Las brechas significativas en el acceso a tierra, financiamiento, tecnología y asistencia técnica, entre otros aspectos, mantienen a la mayor parte de la fuerza laboral atrapada en una dinámica de baja productividad y excluida de los mercados más dinámicos, donde se requieren estándares de calidad, volumen y regularidad. Esta trampa solo puede superarse con políticas de desarrollo productivo diferenciadas (ver secciones [3.4](#) y [4.1](#)), que reconozcan las particularidades de los distintos tipos de productores y promuevan su inclusión mediante inversiones en infraestructura, innovación adaptada, talento humano, fortalecimiento organizativo y acceso a mercados, entre otros.

### 3.2.2 Brechas tecnológicas y de innovación

Las desigualdades estructurales que afectan al sector agropecuario en [ALC](#) impactan negativamente la productividad, al generar y perpetuar brechas tecnológicas y de innovación. Estas brechas no solo reflejan disparidades en el acceso a recursos, servicios e infraestructura, sino que también responden a la orientación histórica de los sistemas de innovación —que han privilegiado a los sectores más tecnificados— y a la debilidad de las políticas públicas para generar condiciones habilitantes inclusivas. La limitada adopción de tecnologías avanzadas y la baja inversión

La coexistencia de sectores con productividades muy dispares frena el desarrollo y amplía las desigualdades rurales.

Las brechas en acceso a tierra, financiamiento y tecnología mantienen a millones de productores atrapados en una trampa de baja productividad.

en investigación y desarrollo restringen el potencial de modernización y sofisticación productiva en el sector agropecuario.

En el ámbito tecnológico, la coexistencia de grandes explotaciones agropecuarias altamente tecnificadas con millones de pequeñas unidades de producción de baja escala representa un desafío estructural para la innovación y la difusión de nuevas tecnologías. La innovación tecnológica tiende a concentrarse geográficamente y en sectores con mayor capacidad de absorción, lo que, en ausencia de políticas adecuadas, puede reforzar las desigualdades existentes. Audretsch y Feldman (1996) argumentan que los beneficios indirectos de la inversión en **I+D** tienden a concentrarse en regiones donde ya existe una base tecnológica sólida, lo que deja fuera a los territorios rurales más rezagados. En este contexto, los pequeños productores no solo tienen menos acceso a tecnologías, sino que también están menos expuestos a redes de conocimiento, servicios de extensión y oportunidades de aprendizaje colectivo, lo que limita su capacidad para innovar.

Las limitaciones de las políticas e instituciones agropecuarias también tienden a reproducir las brechas tecnológicas sectoriales. Según Berdegué (2014), los sistemas de innovación agrícola en **ALC** han sido históricamente diseñados para responder a las necesidades de los sectores más dinámicos y tecnificados del agro, dejando de lado a la **AE** y a los pequeños productores. Esta orientación ha generado un sesgo estructural en las políticas públicas, los servicios de extensión, la investigación y el financiamiento, que tienden a favorecer a los grandes productores con mayor capacidad de absorción tecnológica (ver también 4.1.1). Como resultado, los pequeños agricultores enfrentan un entorno institucional que no solo es poco receptivo a sus necesidades, sino que además

reproduce las desigualdades existentes, al excluirlos de los procesos de innovación y de los beneficios que estos generan.

### 3.2.3 Limitada capacidad de articulación y gobernanza

La falta de coordinación entre actores públicos, privados y sociales, así como entre los distintos niveles de gobierno, limita significativamente la efectividad de las políticas y dificulta la generación de las sinergias necesarias para la transformación productiva y el aumento de la productividad. Estas deficiencias se manifiestan en todos los niveles, debido a lo cual se perpetúa la aplicación de enfoques tradicionales y fragmentados y se debilita la capacidad institucional para diseñar, coordinar e implementar políticas integrales y transformadoras.

Las políticas agrícolas en la región han estado históricamente subordinadas a estrategias de desarrollo centradas en la industrialización, lo que relegó el sector agropecuario a un rol secundario (Arias et al., 2025). Aunque esta visión ha evolucionado (ver sección 3.3), aún persisten estructuras institucionales ancladas en modelos productivistas sectoriales, con escasa articulación intersectorial y limitada capacidad para abordar los desafíos actuales de sostenibilidad, inclusión y transformación tecnológica. Esta fragmentación institucional ha llevado a políticas públicas cuya aplicación ha sido de baja continuidad y escaso impacto estructural.

Además, a menudo la institucionalidad pública agropecuaria —en particular, los ministerios de agricultura— carece de capacidades analíticas, de planificación estratégica y de coordinación intersectorial necesarias para ejercer un liderazgo efectivo en la gobernanza del sector, la cual, entendida como la capacidad de articular y coordinar a múltiples actores

Los sistemas de innovación agrícola han sido históricamente diseñados para responder a las necesidades de los sectores más tecnificados, excluyendo a los pequeños productores.

La débil gobernanza y la falta de articulación entre actores limitan la capacidad del sector para impulsar una productividad sostenible e inclusiva.

Solo el 29% de los países encuestados en el Momento de Balance del UNFSS+2 contaban con un plan de inversión para implementar sus hojas de ruta alimentarias, y apenas el 33% había estimado su costo (ONU, [2023](#)).

En [ALC](#), reasignar 10% del gasto agrícola hacia bienes públicos podría aumentar 5% el valor agregado per cápita, pero la inversión sigue concentrada en subsidios (Allcott et al., [2006](#); Anríquez et al., [2016](#)).

y niveles de gobierno en torno a objetivos comunes, es fundamental para impulsar la transformación productiva. Las limitaciones institucionales dificultan la construcción de marcos de gobernanza sólidos, lo que a su vez impide que las políticas públicas respondan de manera eficaz a los desafíos actuales de transformación tecnológica, inclusión social y sostenibilidad de los [SAa](#).

En el caso de los sistemas de innovación agrícola (ver [4.1.3](#) para otro ejemplo en bioseguridad o [4.3](#) en extensión rural), por ejemplo, la falta de mecanismos efectivos de articulación entre actores públicos, privados y comunitarios limita la posibilidad de generar soluciones tecnológicas adaptadas a los contextos locales (Berdegué, [2014](#)). En muchos casos, las instituciones de investigación y extensión operan de forma fragmentada, sin una visión sistémica ni una estrategia de inclusión. Esto se traduce en una baja capacidad para generar conocimiento útil para los pequeños productores, así como en una débil apropiación de las innovaciones por parte de estos actores y una baja participación de estos en el proceso de innovación. En consecuencia, la falta de institucionalidad inclusiva no solo restringe el acceso a tecnologías, sino que también impide que los pequeños productores participen activamente en la construcción de soluciones.

Otro aspecto crítico es la baja inversión en bienes públicos agrícolas, como investigación, extensión, infraestructura y sistemas de información. Esta situación contrasta con la evidencia empírica que demuestra que el gasto público en bienes privados — como subsidios a insumos, apoyos a precios, o pagos directos — tienen efectos neutros o incluso negativos sobre el desempeño del sector agropecuario, mientras que el gasto en bienes públicos muestra impactos positivos significativos en el valor agregado agrícola per cápita. Estudios como los de Allcott et al. ([2006](#))

y Anríquez et al. ([2016](#)) revelan que una reasignación del 10% del presupuesto agropecuario desde bienes privados hacia bienes públicos puede aumentar el valor agregado agrícola per cápita en un 5%, mientras que lograr ese mismo efecto mediante un aumento del gasto total requeriría incrementos superiores al 25%. A pesar de esa evidencia, la estructura del gasto agrícola en [ALC](#) sigue desbalanceada, lo que refleja una inercia institucional que dificulta la modernización del sector y restringe el necesario aumento de la productividad (el tema se aborda más ampliamente en [4.1.2](#)).

Mejorar la capacidad de articulación y la gobernanza de los sistemas alimentarios es una condición necesaria para aumentar la productividad agropecuaria. Para ello se requiere una transformación profunda del sector, con políticas sistémicas, basadas en evidencia, orientadas al largo plazo y articuladas con una institucionalidad pública fortalecida, capaz de coordinar múltiples actores y sectores en torno a una visión compartida de desarrollo sostenible e inclusivo (Arias et al., [2024](#)).

#### 3.2.4 Desigualdades territoriales y de infraestructura

La productividad agropecuaria está fuertemente condicionada por las desigualdades territoriales. Existen grandes diferencias entre regiones con infraestructura, servicios y niveles de conectividad (vial y digital, por ejemplo) adecuados y otras que permanecen aisladas y marginadas. Estas desigualdades territoriales se manifiestan en múltiples dimensiones; por ejemplo, en el acceso a internet, condición necesaria para la incorporación de tecnologías digitales al sector agropecuario.

Según Rodrigues y Mondaini ([2024](#)), mientras el 77% de los hogares de la región

tiene acceso a internet, solo el 39% de los hogares rurales cuenta con ese servicio, y en países como Bolivia, El Salvador, Paraguay y Perú, dicha cifra cae por debajo del 25%. Tal disparidad se amplía cuando se considera el nivel de ingresos: en Paraguay, por ejemplo, la diferencia en el acceso a internet entre los hogares del quintil más rico y el más pobre alcanza los 71 puntos porcentuales. El alto costo del servicio explica, en parte, esas brechas: en promedio, el acceso a internet en [ALC](#) representa entre el 12% y el 14% del ingreso del quintil más pobre, muy por encima del umbral de asequibilidad del 2% recomendado internacionalmente (Rodríguez & Mondaini, [2024](#); Ziegler, [2021](#)). Además, el tipo de conexión disponible en zonas rurales suele ser móvil, lo que limita su uso para tareas productivas intensivas en datos.

Estas brechas no solo reflejan diferencias en infraestructura, sino también en condiciones habilitantes como el acceso a energía eléctrica y la alfabetización digital. En Guatemala, aunque el 88% de los hogares tiene acceso a electricidad, esta cifra desciende al 75,7% entre los hogares agrícolas, y en regiones como Alta Verapaz apenas alcanza el 33,6%.

Las disparidades territoriales en alfabetización digital y, en general, en el nivel educativo, constituyen otra barrera crítica. En México, por ejemplo, el 60,7% de quienes no usan internet lo atribuyen al desconocimiento de su uso (Cruz & Aedo, [2021](#)). Esta falta de habilidades digitales es más pronunciada en zonas rurales, entre personas mayores y en contextos de menor nivel educativo. En conjunto, estas brechas limitan severamente la capacidad de una gran parte de los productores agropecuarios para adoptar tecnologías más avanzadas, lo que no solo compromete su productividad y competitividad, sino que también profundiza las desigualdades existentes en los sistemas alimentarios de la región.

### 3.2.5 Brechas de talento humano

Las brechas de talento humano son uno de los principales desafíos estructurales para el desarrollo productivo en [ALC](#). Estas brechas se manifiestan en la falta de competencias técnicas y profesionales adecuadas, la escasez de habilidades específicas demandadas por el sector productivo, la obsolescencia de conocimientos y la desarticulación entre la oferta educativa y las necesidades reales del mercado laboral.

Las brechas de talento humano no solo afectan la productividad, sino que también profundizan las desigualdades territoriales y sectoriales, ya que las oportunidades de formación y capacitación suelen concentrarse en ciertos territorios y sectores más dinámicos (CEPAL, [2025](#)). En el sector agropecuario, estas brechas se agravan por la alta informalidad laboral, la baja calidad del empleo y la concentración de la fuerza laboral en pequeñas explotaciones, muchas veces con acceso limitado a formación y capacitación continua.

En [ALC](#), el peso de la agricultura en el mercado laboral (14%) es casi tres veces su peso en el [PIB](#) e, incluso, en algunos países, el sector es fuente de casi 3 de cada 10 empleos. Se estima que la [Población Económica Activa \(PEA\)](#) en las zonas rurales de [ALC](#) alcanza a cerca de 50 millones de personas, la mayor parte de ellas (53%) dedicadas a la agricultura, con una alta proporción de empleo por cuenta propia y familiar no remunerado, sobre todo en países de la Región Andina. Los trabajadores agrícolas por cuenta propia y sus familiares no remunerados, que en su mayoría son agricultores familiares (aunque las definiciones varían de país a país), presentan un promedio de edad avanzado (en torno a los 55 años) y una baja escolaridad frente a otras categorías ocupacionales. Esta combinación se refleja en niveles de productividad y de ingresos

Solo el 43% de la población rural en [ALC](#) tiene conectividad significativa, muy por debajo del 79% de la población urbana; las principales carencias se concentran en velocidad, equipos y acceso a banda ancha (Ziegler et al., [2020](#)).

En México, el 60,7% de quienes no usan internet lo atribuyen al desconocimiento de su uso (Cruz & Aedo, [2021](#)).

Aunque su aporte al [PIB](#) es reducido, el agro sigue siendo el principal empleador rural: más de 50 millones de personas dependen directamente de la agricultura.

La agricultura aporta solo el 5% del [PIB](#) de [ALC](#), pero concentra el 14% del empleo total y más de la mitad de la fuerza laboral rural.

que se ubican en el nivel más bajo entre las diferentes categorías de inserción laboral en las zonas rurales (CEPAL, 2024c).

La baja escolaridad, la escasa formación técnica especializada y la limitada oferta de capacitación continua restringen las posibilidades de mejorar la productividad y de transitar hacia modelos agrícolas más sostenibles e innovadores. La falta de articulación entre los sistemas educativos, las instituciones de investigación y los actores productivos impide que la formación responda a las necesidades reales del sector, por lo que se perpetúa un círculo de baja productividad y escasa transformación.

Además, el mercado laboral rural presenta desafíos adicionales que profundizan estas brechas. Se observan niveles más elevados de trabajo infantil y tasas de participación laboral más bajas entre las mujeres, en comparación con las zonas urbanas (CEPAL et al., 2019). Esta exclusión se vincula no solo a la sobrecarga de responsabilidades de cuidado que enfrentan las mujeres rurales, sino también a su limitado acceso a activos productivos, formación especializada y espacios de decisión. Las desigualdades entre hombres y mujeres, etnia y generación en el acceso a oportunidades de formación y empleo de calidad refuerzan las brechas de talento humano, debido a lo cual se limita el aprovechamiento pleno del potencial productivo de la fuerza laboral rural. En conjunto, estas desigualdades perpetúan la pobreza rural y constituyen un obstáculo estructural para el aumento sostenido de la productividad agrícola en la región.

y Fuentealba (2011) sostienen que la mayoría de los pequeños productores en [ALC](#) están insertos en mercados locales de baja rentabilidad, caracterizados por una alta informalidad, baja demanda, escasa diferenciación de productos y márgenes reducidos. Estos mercados, aunque accesibles, ofrecen pocas oportunidades para incrementar los ingresos o para invertir en mejoras técnicas que conduzcan a aumentar la productividad. En contraste, solo una minoría de pequeños productores ha logrado integrarse en mercados dinámicos —como los de exportación, agroindustria o cadenas de supermercados— y lo han hecho, en general, a través de esquemas institucionales específicos, como la agricultura por contrato y certificaciones orgánicas o de comercio justo, o mediante alianzas con empresas ancla.

La heterogeneidad estructural también se traduce en una segmentación de los mercados, de manera que solo una minoría de los productores llega a insertarse en cadenas de valor dinámicas (Reardon et al., 2009; Schneider, 2016). Los productores que logran integrarse en mercados dinámicos suelen contar con mejores activos productivos, con mayor capital humano y organizativo y con acceso a servicios de apoyo. Esta segmentación refuerza las brechas organizativas, ya que los productores más integrados suelen tener mayor capacidad para negociar colectivamente, acceder a certificaciones o establecer alianzas con empresas ancla, mientras que los demás quedan relegados a mercados informales y de baja rentabilidad.

La fragmentación productiva y la desigualdad en el acceso a activos productivos generan condiciones poco propicias para la formación de organizaciones sólidas. Los pequeños productores, al operar en condiciones de subsistencia o baja rentabilidad, enfrentan

La exclusión de los pequeños productores de los mercados dinámicos limita la inversión y la adopción de tecnologías que impulsan la productividad.

### 3.2.6 Brechas organizativas y de acceso a mercados

Las brechas organizativas y de acceso a mercados son causa y consecuencia de las desigualdades estructurales y de las limitaciones institucionales. Berdegué

mayores costos de coordinación y menores incentivos para asociarse.

La asociatividad requiere condiciones habilitantes: políticas públicas de fomento, marcos normativos adecuados, servicios de extensión orientados a la innovación y a la organización y procesos de fortalecimiento de capacidades. En ausencia de estas condiciones, las brechas tienden a reproducirse y consolidarse, lo que limita el aumento de la productividad y el desarrollo sostenible de los [SAa](#).

### 3.2.7 Restricciones de financiamiento

El acceso al financiamiento es una condición habilitante para la transformación productiva del sector agropecuario, especialmente en el contexto de una creciente demanda global de alimentos y la necesidad de transitar hacia modelos sostenibles. En [ALC](#) el sector enfrenta múltiples barreras estructurales que limitan su capacidad para acceder a servicios financieros adecuados, inclusivos y adaptados a sus necesidades. Estas restricciones afectan particularmente a los pequeños productores, quienes constituyen la mayoría en zonas rurales y operan bajo condiciones de alta vulnerabilidad (CEPAL et al., [2023](#)).

Una de las principales limitaciones es el elevado costo transaccional asociado a la evaluación, monitoreo y cumplimiento de contratos con productores dispersos geográficamente y con bajos montos de crédito. En Perú, el 76% de las unidades agropecuarias tiene menos de 5 hectáreas, y en Colombia el 69% (INEI, [2012](#); UPRA, [2021](#)), lo que hace poco viable para los bancos evaluar créditos de bajo monto. Esta situación hace que las instituciones financieras consideren poco rentable atender este segmento, lo que se traduce en una baja bancarización rural. A esto se suma el alto riesgo de las operaciones crediticias, derivado de la exposición del sector a eventos climáticos extremos y plagas, así

como a la volatilidad de los precios. Entre 2008 y 2018, el agro absorbió el 26% de los daños por desastres naturales en la región (Food & of the United Nations, [2023](#)).

Otro factor crítico es la falta de información confiable sobre los productores, especialmente en lo que respecta a su capacidad de pago e historial crediticio. La informalidad predominante en el sector impide una adecuada evaluación del riesgo, debido a lo cual se genera un círculo vicioso en que los productores quedan excluidos del sistema financiero formal o acceden a crédito en condiciones prohibitivas. Solo el 15% de los pequeños productores accede a crédito formal (BID, [2019](#)), y en México apenas el 6% del financiamiento agropecuario proviene de la banca comercial (SIAP, [2021](#)). Las tasas de interés para pequeños productores pueden superar el 30% anual en países como Nicaragua o Guatemala, frente al 10-15% en zonas urbanas (Banco Mundial, [2021](#)).

La ausencia de garantías o colaterales, junto con bajos niveles de educación financiera, limita aún más la demanda efectiva de productos financieros. La mayoría de los productores pequeños se financia con fuentes informales o alternativas, como empresas ancla, comercializadores de insumos, cooperativas o préstamos familiares, que suelen ser costosos e insuficientes (De Olloqui & Fernández, [2017](#)).

Además, el financiamiento formal tiende a ser de corto plazo, orientado al capital de trabajo, sin cubrir las inversiones necesarias para la adopción de tecnologías, infraestructura productiva o prácticas sostenibles. Esto restringe la capacidad de los productores para mejorar su eficiencia, acceder a mercados más exigentes y gestionar el riesgo climático. En consecuencia, muchas unidades productivas, especialmente las más pequeñas, quedan rezagadas, lo que

La falta de infraestructura, la dispersión geográfica y los bajos niveles de capital humano dificultan la consolidación de cooperativas o asociaciones funcionales (Berdegué & Fuentealba, [2011](#)).

En Perú (76%) y Colombia (69%), la pequeña escala productiva les dificulta a los bancos evaluar créditos de bajo monto (INEI, [2012](#); UPRA, [2021](#)).

En [ALC](#), solo el 15% de los pequeños productores accede a crédito formal.

La alta fragmentación, el riesgo climático y la falta de información elevan los costos financieros, con tasas que superan el 30% anual en algunos países (Banco Mundial, [2021](#); BID, [2019](#)).

afecta negativamente la productividad y la competitividad del sector.

Para avanzar en la necesaria transformación del sector agropecuario es indispensable superar las barreras estructurales que limitan el acceso al financiamiento, especialmente

para los pequeños productores. Para cerrar las brechas de financiamiento y potenciar la productividad del sector agropecuario en [ALC](#), es indispensable promover un enfoque sistémico que articule los factores de producción y promueva esquemas financieros flexibles e inclusivos.

### 3.3 Políticas de desarrollo productivo para incrementar la productividad en el sector agropecuario

Las [PDP](#) contribuyen al proceso de sofisticación, diversificación y cambio estructural positivo de la economía como vehículo para aumentar la productividad.

La [CEPAL](#) ha venido impulsando una visión renovada de las [PDP](#) que, a diferencia de la visión convencional de "política industrial", pueden abarcar cualquier sector productivo, incluyendo al sector agropecuario, y no solo al sector manufacturero. En ese sentido, se entienden las [PDP](#) como los esfuerzos que contribuyen al proceso de sofisticación, diversificación y cambio estructural positivo —es decir, de transformación productiva— de la economía como vehículo para aumentar la productividad, con la finalidad de lograr un desarrollo más productivo, sostenible e inclusivo, e incrementar el bienestar de la población ([CEPAL, 2024a](#)).

Esta visión de las [PDP](#) permite superar la subordinación que las políticas agrícolas han tenido históricamente respecto de las estrategias de desarrollo centradas en la industrialización. Más aún, las [PDP](#) se entienden principalmente como esfuerzos colaborativos entre múltiples actores del sector público, el privado, la academia y la sociedad civil orientados a identificar y abordar cuellos de botella que limitan la transformación productiva y a trabajar en agendas estratégicas que propicien esta transformación. Además, se entiende que una parte importante de la acción en materia de desarrollo productivo debe ocurrir en el ámbito local, es decir, a nivel subnacional, en los territorios, con los actores locales.

La visión de desarrollo productivo propuesta responde de manera directa a los

planteamientos esbozados sobre el porqué es importante incrementar la productividad en el sector agropecuario (ver sección [3.1](#)), permite abordar las brechas estructurales identificadas (ver sección [3.2](#)) y sirve como marco de referencia para las acciones estratégicas propuestas para impulsar la productividad agropecuaria (ver capítulo [4](#)).

#### 3.3.1 Dimensiones de las políticas de desarrollo productivo

Bajo la nueva visión, las [PDP](#) implican conjugar esfuerzos en una gran variedad de dimensiones o frentes, que incluyen al menos los siguientes elementos ([CEPAL, 2024a, 2024b](#)):

##### Ciencia, tecnología e innovación

La [Ciencia, Tecnología e Innovación \(CTI\)](#) es fundamental para la mejora de la productividad (ver sección [4.1](#)). Para ello es importante, entre otros, fomentar la complementariedad entre los esfuerzos en materia de [CTI](#) y las demás dimensiones de [PDP](#) para el sector agropecuario; lograr un mejor equilibrio entre la inversión en ciencia básica y en ciencia aplicada; y revisar los incentivos que enfrentan los diferentes actores del ecosistema de la innovación, en particular los que enfrentan los investigadores y los relacionados con los sistemas de patentes. Temas relevantes incluyen el detalle y la adopción de tecnologías para el aumento de la productividad (ver sección [4.4](#)) y para

el uso eficiente de insumos y recursos (ver sección [4.5](#)).

### **Identificación y cierre de brechas de talento humano**

Un obstáculo importante para el desarrollo productivo es la disponibilidad y calidad de talento humano respecto de las demandas actuales y potenciales de los sectores productivos; por lo tanto, la identificación y el cierre de las brechas entre oferta y demanda de talento se considera una tarea central de las [PDP](#) para el sector agropecuario. No solo son relevantes las brechas en el ámbito técnico (educación y formación técnica y vocacional), sino también en los ámbitos del desarrollo profesional (p. ej., la formación de profesionales en nuevos ámbitos de conocimiento) y de las capacidades de investigación (p. ej., la interdisciplinariedad y la colaboración) (ver sección [4.3](#)).

### **Extensionismo tecnológico**

El extensionismo tecnológico se refiere a las diversas acciones para facilitar la adopción por parte de las empresas de las tecnologías y conocimiento relevantes disponibles. Estas acciones se complementan con aquellas en materia de [CTi](#) y cierre de brechas de talento (ver sección [4.3](#)). En el sector agropecuario, a los servicios de extensión agrícola y rural tradicionales (p. ej., técnicas de cultivo, comercialización y herramientas de gestión), se agrega la difusión de conocimientos y habilidades para el uso de tecnologías mucho más sofisticadas, como la agricultura de precisión (ver sección [4.4](#)).

### **Transformación digital**

En el sector agropecuario la transformación digital debe ser parte de los esfuerzos de las [PDP](#), no solo en términos del incremento de la conectividad digital, sino también

en cuanto a la posibilidad de acceder a servicios digitalizados de extensión y a la adopción de las tecnologías digitales en la esfera productiva (ver sección [4.4](#)).

### **Emprendimiento**

Las políticas y acciones para impulsar el emprendimiento son fundamentales en el marco de las [PDP](#), dada su importancia para la creación de nuevas empresas, sobre todo en ámbitos con un mayor potencial de crecimiento y generación de empleo. Un ámbito destacado de emprendimiento en el sector agropecuario es el desarrollo de [AgTechs](#), sobre todo en el campo de la agricultura digital (ver sección [4.4](#)).

### **Financiamiento**

El reto de la diversificación, la sofisticación y la agregación de valor en el sector agropecuario es un reto de financiamiento, que se vincula con otros ámbitos de política. El desarrollo de una agricultura diversificada y con alta agregación de valor es intensivo en conocimiento y en la aplicación de tecnologías avanzadas; por lo tanto, su desarrollo requiere contar con el financiamiento de actividades de [CTi](#) y cerrar brechas de capital humano. Las opciones para el financiamiento son múltiples. En el ámbito nacional incluyen los recursos del presupuesto de las instituciones públicas relevantes, y de manera muy importante, los recursos de instrumentos disponibles en la banca de desarrollo, tanto nacional como multilateral (ver sección [4.2](#)).

### **Inversión**

CEPAL ([2024a](#)) ha identificado que la baja capacidad para crecer es una de las tres trampas que caracterizan el modelo de desarrollo de la región. El bajo crecimiento se asocia a tres factores: a) el bajo crecimiento de la productividad y la baja diversificación productiva; b) la insuficiente calidad de los

Las [PDP](#) deben vincular la formación técnica y científica con las demandas reales del sector agropecuario para impulsar la innovación y la productividad sostenible.

El extensionismo tecnológico evoluciona de la transferencia de conocimientos a la gestión digital del agro, integrando innovación, talento y sostenibilidad.

El emprendimiento agropecuario acelera la innovación tecnológica y la creación de [tecnologías agropecuarias \(AgTechs\)](#) y, de esta manera, renueva la base productiva del sector.

recursos humanos; y c) los bajos niveles de inversión, que a su vez acentúan los primeros dos factores. La relación entre inversión y productividad es bidireccional. Por un lado, un mayor nivel de inversión se traduce en el aumento de la productividad; por otro, los mayores niveles de productividad permiten incrementar el retorno de los factores de producción, incluido el capital, y, por tanto, de los incentivos para su acumulación (ver sección 4.2).

### Infraestructura y otros bienes públicos

La ausencia de infraestructuras y otros bienes públicos específicos podría convertirse también en un cuello de botella que impida o limite el surgimiento o despliegue de toda la potencialidad de un sector o actividad económica. En el caso del sector agropecuario, además de la infraestructura de transporte convencional (p. ej., carreteras, aeropuertos y puertos marítimos y fluviales), son relevantes la infraestructura de redes de frío, las plantas de tratamiento cuarentenario, la infraestructura de banda ancha (ver sección 4.1), los servicios de investigación agrícola y extensionismo tecnológico y los sistemas sanitarios, fitosanitarios y de inocuidad (ver sección 4.3).

La regulación debe evolucionar de restrictiva a habilitante, de modo que impulse la innovación y la sostenibilidad productiva.

Cumplir estándares y crear capacidades exportadoras son claves para conectar la productividad con la inserción internacional.

### Agenda normativa y regulatoria

Las normas y regulaciones inciden directamente en las actividades productivas, ya sea promoviendo o restringiendo su acción, por su existencia o por omisión, o por no ser adecuadas al contexto en el que se pretende aplicarlas (ver sección 4.1). Un caso sobresaliente en el sector agropecuario lo constituyen las regulaciones sobre medidas sanitarias, fitosanitarias y de inocuidad, que no solo requieren validar su adecuación y pertinencia, sino también generar una agenda de acompañamiento a los

productores para facilitar y garantizar su cumplimiento.

### Internacionalización

En general, son pocos los países de la región que tienen un mercado interno lo suficientemente grande como para dinamizar, por sí solos, el crecimiento y la transformación productiva. La internacionalización, que se relaciona con los esfuerzos para posicionar productos y servicios en mercados externos, demanda trabajar agendas específicas en el ámbito de las políticas de desarrollo productivo. En el sector agropecuario, es fundamental el cumplimiento de estándares y regulaciones (p. ej., en materia sanitaria y fitosanitaria) para poder acceder a los mercados más exigentes, así como el diseño de agendas relacionadas con el desarrollo de mercados y la creación de las capacidades y conocimientos para acceder a ellos (ver sección 4.7).

### 3.3.2 Capacidades institucionales para la gestión de las PDP

La gestión efectiva de las PDP en el sector agropecuario requiere fortalecer un conjunto de capacidades institucionales que permitan responder a la complejidad y heterogeneidad estructural de la región. Estas capacidades —técnicas, operativas, políticas y de prospectiva— son fundamentales para diseñar, implementar y adaptar estrategias que impulsen la transformación productiva, la sostenibilidad y la inclusión en el agro (CEPAL, 2024b).

### Capacidades técnicas

Resultan esenciales para abordar los desafíos de sofisticación y diversificación productiva. Implican contar con equipos especializados capaces de diseñar políticas públicas basadas en evidencia,

planificar estratégicamente a mediano y largo plazo, y desarrollar intervenciones multisectoriales que integren ciencia, tecnología e innovación, formación de talento humano y sostenibilidad ambiental. En el sector agropecuario, esto exige una comprensión profunda de las cadenas de valor, los sistemas de innovación agrícola y las particularidades territoriales, así como la capacidad de adaptar las políticas a las necesidades de los productores familiares, las cooperativas y las empresas de distinto tamaño.

### Capacidades operativas

Permiten ejecutar y administrar eficazmente las políticas en contextos de alta dispersión territorial y diversidad productiva. Esto incluye el manejo eficiente de recursos presupuestarios, la gestión de programas de financiamiento y asistencia técnica, la evaluación de resultados y la rendición de cuentas. En el agro, la coordinación entre entidades públicas —ministerios, agencias de desarrollo rural y bancos de desarrollo— y la articulación con actores privados y organizaciones de productores son indispensables para superar la fragmentación institucional y garantizar la llegada de los instrumentos a los territorios y segmentos más rezagados.

### Capacidades políticas

Estas capacidades son necesarias para asegurar el respaldo y la continuidad de las [PDP](#), especialmente en sectores como el agropecuario, donde la transformación requiere consensos de largo plazo y la participación de múltiples actores. Estas capacidades incluyen la habilidad de involucrar y movilizar a autoridades nacionales y subnacionales, organizaciones de la sociedad civil, gremios y cooperativas, lo que permite generar la legitimidad y la

sostenibilidad de las reformas e inversiones necesarias.

### Capacidades de prospectiva

Permiten anticipar tendencias, riesgos y oportunidades en un entorno marcado por la volatilidad climática, los cambios tecnológicos y las dinámicas de los mercados internacionales. En el sector agropecuario, la prospectiva es clave para identificar escenarios futuros de demanda alimentaria, impactos del estrés ambiental, oportunidades de innovación y transformación digital, así como para formular estrategias adaptativas que preparen al sector para enfrentar los desafíos emergentes.

#### 3.3.3 Gobernanza para el desarrollo productivo

La gobernanza para el desarrollo productivo no se limita a los arreglos institucionales formales —como comités, comisiones o mesas de trabajo— sino que abarca también las dinámicas institucionales, las reglas de juego y los sistemas de incentivos que permiten coordinar esfuerzos y recursos en torno a agendas estratégicas (CEPAL, [2024b](#)). En el sector agropecuario, caracterizado por una alta heterogeneidad estructural y una fuerte presencia de actores locales, la coordinación multiactor es clave para identificar cuellos de botella, construir consensos y diseñar soluciones adaptadas a las realidades territoriales. Esta forma de gobernanza permite integrar a productores familiares, cooperativas, empresas agroindustriales, instituciones públicas, centros de investigación y organizaciones de la sociedad civil en procesos colaborativos que potencien la productividad, la sostenibilidad y otros objetivos comunes.

Además de la coordinación multiactor —y en línea con los esfuerzos subnacionales vinculados a las [PDP](#)— también se requiere

Las [PDP](#) necesitan instituciones que aprendan, colaboren y se adapten, con el fin de integrar evidencia, territorio y visión de futuro.

Anticipar el futuro del agro es tan crucial como gestionarlo: la prospectiva debe guiar la innovación, la adaptación climática y las decisiones de inversión pública.

La gobernanza efectiva no solo coordina actores, sino que también construye confianza, alinea incentivos y convierte la colaboración en motor de transformación territorial.

Una gobernanza efectiva integra múltiples niveles de gobierno y actores territoriales para transformar la diversidad del agro en ventaja competitiva.

la coordinación entre los distintos niveles de gobierno, lo que se denomina gobernanza multinivel. Este enfoque se ha aplicado recientemente a la gobernanza de las **PDP** en algunos países de la región (Correa Mautz et al., 2022; Sotomayor et al., 2023). Cabe anotar que el mejor escenario se da cuando las **PDP** de los distintos niveles de gobierno producen sinergias, y el peor escenario se ha verificado cuando los esfuerzos de los diferentes niveles se contraponen entre sí (CEPAL, 2024b). En el sector agropecuario, donde muchas decisiones y capacidades se concentran en el ámbito subnacional, este enfoque permite generar sinergias entre políticas

nacionales de innovación, financiamiento o infraestructura, así como agendas locales de desarrollo rural.

En el marco del desarrollo productivo rural, Sotomayor et al. (2023) identifican y analizan modelos de coordinación multiactor y multinivel que permiten articular diferentes actores —públicos, privados y sociales— en torno a objetivos comunes. El cuadro 3.1 sintetiza tales experiencias y destaca cómo cada una puede impulsar innovaciones institucionales orientadas a mejorar la productividad.

**Cuadro 3.1: Modelos de coordinación institucional e innovaciones para mejorar la productividad agropecuaria**

Modelo de Coordinación	Descripción	Innovaciones Institucionales Necesarias	Ejemplo
<b>Jerárquica</b>	Basada en autoridad estatal y decisiones centralizadas.	Fortalecimiento de capacidades técnicas del Estado, descentralización, articulación interministerial.	Regulación sanitaria y trazabilidad en productos agroalimentarios.
<b>A través del mercado</b>	Coordinación a través de precios, contratos y competencia.	Transparencia en precios, regulación de contratos agrícolas, plataformas digitales de información, protección a pequeños productores.	Relación entre agroindustrias y productores en cadenas exportadoras.
<b>En red</b>	Basada en cooperación voluntaria, confianza y negociación entre actores.	Creación de espacios de concertación (mesas, consejos), metodologías participativas, profesionalización de facilitadores.	Comisiones nacionales por rubro en Chile.
<b>Alianzas público-privadas (APP)</b>	Gestión compartida entre Estado y sector privado.	Marcos normativos claros, entidades mixtas (parafiscales), criterios de equidad y sostenibilidad, participación inclusiva.	Corporaciones por rubro en Costa Rica (CORBANA, LAICA).
<b>Autorregulación y autoorganización</b>	Coordinación autónoma por parte de comunidades u organizaciones de base.	Fomento al cooperativismo, marcos legales para economía social, formación en gestión, acceso a financiamiento.	Cooperativas como COLUN (Chile) o Conaprole (Uruguay).

**Cuadro 3.1 (Continuación)**

Modelo de Coordinación	Descripción	Innovaciones Institucionales Necesarias	Ejemplo
<b>Métodos abiertos de coordinación</b>	Coordinación por metas comunes, indicadores y evaluación entre pares.	Sistemas de indicadores compartidos, plataformas de buenas prácticas, monitoreo colaborativo.	Plataformas de innovación agrícola en América Latina.
<b>Coopetencia y reciprocidad</b>	Combinación de cooperación y competencia; relaciones basadas en confianza.	Contratos flexibles, incentivos a la colaboración, códigos de conducta, certificación social, mecanismos de mediación.	Acuerdos voluntarios en la cadena láctea chilena entre productores y empresas.

Fuente: Elaboración propia con base en Sotomayor et al. (2023).

Para que esta gobernanza multinivel sea efectiva, es necesario definir mecanismos concretos que se adapten a las condiciones y capacidades de cada país, región y localidad. Esto incluye no solo espacios institucionalizados de coordinación—como consejos, redes o mesas técnicas— sino también mecanismos de financiamiento que respalden las agendas territoriales y funcionen como incentivos para la acción conjunta. En el sector agropecuario, esto implica asegurar que los instrumentos financieros, los programas de asistencia técnica y los servicios de extensión estén alineados con las prioridades locales y accesibles para los actores rurales.

En contextos de alta incertidumbre y distribución del poder entre múltiples unidades autónomas —como ocurre en muchos territorios rurales— cobra relevancia el enfoque de gobernanza experimentalista (Salazar-Xirinachs, 2020). Este tipo de gobernanza se basa en procesos iterativos y colaborativos, donde las soluciones no se definen a priori, sino que emergen de la interacción entre

actores locales y centrales. Requiere condiciones como una percepción compartida del problema, un marco común de objetivos y métricas, autonomía relativa para los actores locales, mecanismos de revisión por pares y ajustes periódicos basados en el aprendizaje colectivo (CEPAL, 2024b). En el sector agropecuario, este enfoque permite adaptar las políticas a entornos cambiantes —como los derivados del estrés ambiental, la transformación digital o la evolución de los mercados— y construir soluciones sostenibles desde el territorio.

La gobernanza para el desarrollo productivo no solo habilita la implementación de políticas eficaces, sino que también prepara el terreno para avanzar hacia enfoques más ambiciosos, como el de las innovaciones transformadoras (ver sección 3.4). Estas innovaciones requieren entornos institucionales abiertos al aprendizaje, a la experimentación y a la colaboración, justamente los que promueve una gobernanza multiactor, multinivel y experimentalista.

### 3.4 Innovaciones transformadoras: rol de la productividad en las transformaciones sistémicas de los SAa

Los SAa enfrentan una confluencia de crisis interrelacionadas: el estrés ambiental amenaza la estabilidad de la producción

agrícola, las desigualdades sociales y territoriales limitan el acceso equitativo a alimentos y recursos, y la presión sobre los

Los avances en productividad dependen tanto del tipo de coordinación entre actores como de la calidad de las innovaciones institucionales que la sostienen.

Gobernar para transformar implica pasar de la coordinación formal a la colaboración efectiva que involucra aprendizaje, financiamiento e innovación territorial (CEPAL, 2024b; Salazar-Xirinachs, 2020).

Las innovaciones transformadoras no solo mejoran la productividad, sino que también cambian las reglas del juego al alinear tecnología, gobernanza y valores sociales hacia nuevos modelos agroalimentarios sostenibles (Kok et al., 2025).

ecosistemas compromete la sostenibilidad a largo plazo.

Frente a estos desafíos complejos y estructurales, las innovaciones tradicionales, centradas en el aumento de la productividad a corto plazo, resultan insuficientes. Estas soluciones, aunque útiles en contextos específicos, no abordan las causas profundas de la crisis ni promueven una transformación sistémica del modelo agroalimentario. Las innovaciones transformadoras han emergido como una respuesta estratégica para reconfigurar dicho modelo.

Las innovaciones transformadoras se orientan hacia la resolución de "grandes desafíos" mediante una transformación profunda de los sistemas sociotécnicos (Kok et al., 2025). Estas innovaciones no se limitan a introducir nuevas tecnologías, sino que buscan redirigir las trayectorias de cambio mediante la articulación de múltiples actores, niveles de gobernanza y sectores. En este marco, la productividad agrícola ya no se concibe únicamente como un aumento de rendimientos, sino como parte de una transformación sistémica que requiere nuevas formas de gobernanza, la inclusión de actores marginados y la experimentación institucional.

En el ámbito agroalimentario, este enfoque se traduce en la promoción de soluciones que integren avances tecnológicos con prácticas productivas sostenibles y modelos de negocio participativos, con la inclusión de actores usualmente marginados, como los pequeños productores familiares. En el sector agropecuario las innovaciones transformadoras permiten, por ejemplo, mejorar la eficiencia en el uso de los recursos naturales, reducir la dependencia de insumos químicos, fortalecer la seguridad alimentaria y aumentar la resiliencia frente al estrés ambiental. Al fomentar la co-creación de conocimiento entre productores, científicos, instituciones y comunidades, estas innovaciones también contribuyen a democratizar los procesos de cambio y a generar soluciones adaptadas a contextos locales específicos.

La implementación de políticas para la innovación transformadora requiere capacidades institucionales nuevas y estructuras emergentes, que faciliten la coordinación, el aprendizaje y la experimentación. En [ALC](#), se puede observar que en Chile estas ideas se están traduciendo en estrategias y programas que, aunque todavía en desarrollo, reflejan una transición hacia políticas más inclusivas, sostenibles y adaptadas a las realidades territoriales (Recuadro 3.1).

### Recuadro 3.1. Políticas para innovaciones transformadoras en el sistema agroalimentario chileno

La experiencia chilena muestra un proceso en desarrollo hacia políticas agroalimentarias que integran innovación, sostenibilidad y aprendizaje institucional (Kok et al., 2025).

En Chile comienzan a consolidarse enfoques de innovación transformadora en respuesta a desafíos ambientales, sociales y económicos como la inestabilidad del clima, la escasez hídrica y la vulnerabilidad de los pequeños productores (Kok et al., 2025).

El país avanza en la construcción de una visión más integrada del sistema agroalimentario, con iniciativas que promueven la sostenibilidad, la transición agroecológica y la colaboración público-privada —como Transforma Alimentos de CORFO—, al tiempo que surgen nuevos espacios de coordinación y aprendizaje institucional.

Aunque todavía se trata de un proceso en desarrollo, estos esfuerzos sitúan a Chile en la ruta hacia el logro de una gobernanza agroalimentaria más inclusiva, coherente y orientada a la transformación sostenible.

Fuente: los autores con base en Kok et al. (2025).

El énfasis de las innovaciones transformadoras en la gobernanza multinivel y la participación multiactor no es casual, sino que responde a una comprensión profunda de la naturaleza compleja y sistémica de los procesos de transformación. Estas innovaciones reconocen que los cambios estructurales necesarios para enfrentar desafíos como la sostenibilidad ambiental, la inclusión social o la resiliencia territorial no pueden ser diseñados ni implementados de manera unilateral. Por el contrario, requieren procesos de co-creación en los que diversos actores (gobiernos, empresas, organizaciones sociales, comunidades locales, instituciones académicas) colaboren desde sus saberes, intereses y capacidades para construir soluciones compartidas.

La co-creación implica que los actores involucrados no solo participen en la ejecución de políticas o programas o como usuarios de estos, sino que también intervengan activamente en su diseño, implementación y evaluación. Existen varias formas de co-creación, como la corregulación y la coproducción, todas

las cuales son formas de gobernanza que rompen con la lógica jerárquica tradicional del Estado (Sotomayor et al., 2023). En lugar de imponer normas o soluciones desde arriba, se promueve la construcción conjunta de reglas, estándares y mecanismos de acción entre actores públicos y privados. Este enfoque reconoce que el conocimiento útil para el desarrollo no reside únicamente en los expertos técnicos o en el Estado, sino también en los saberes locales, las experiencias productivas y las capacidades organizativas de los actores territoriales.

Lo anterior se traduce en alianzas público-privadas, programas de desarrollo de proveedores, consorcios tecnológicos y otras formas de colaboración institucionalizada. Estas experiencias permiten complementar aportes del Estado: legitimidad, recursos y visión estratégica; de las empresas: conocimiento del mercado y capacidad de inversión; y de las organizaciones sociales: arraigo territorial y legitimidad comunitaria. El cuadro 3.2 presenta ejemplos de políticas y programas que promueven la co-creación en el sector agropecuario en [ALC](#).

Las innovaciones transformadoras buscan reconfigurar las trayectorias de cambio mediante la co-creación de soluciones, la experimentación institucional y la articulación de capacidades.

### 3.5 Un nuevo impulso a la productividad agropecuaria en [ALC](#)

La productividad agropecuaria en [ALC](#) debe ser concebida como parte de una transformación estructural más amplia de los [SAa](#), en la que convergen objetivos de sostenibilidad ambiental, inclusión social y resiliencia territorial. Esta transformación no puede lograrse únicamente mediante mejores técnicas o incrementos marginales en la eficiencia. Al contrario, requiere un impulso hacia la transformación productiva basada en [PDP](#) que articule esfuerzos públicos y privados, promueva la innovación transformadora y fortalezca las capacidades institucionales y de gobernanza.

#### **La productividad como pilar de desarrollo**

Una agricultura más productiva, sustentada en la innovación tecnológica, buenas prácticas y un uso más eficiente de los recursos, permite incrementar los márgenes de los productores, facilitar la adopción de tecnologías resilientes y hacer un mejor uso de recursos como la tierra y el agua. Estudios recientes han mostrado que las mejoras en la productividad agropecuaria se asocian con la reducción de la pobreza rural y con el logro de mejoras en la balanza comercial de alimentos. Convertir la productividad en un

La productividad agropecuaria debe impulsarse como parte de una transformación estructural que combine sostenibilidad, innovación e inclusión mediante la articulación de políticas público-privadas que fortalezcan capacidades institucionales.

motor efectivo de desarrollo exige voluntad política, inversión sostenida y cooperación regional activa.

### Productividad como parte de una transformación sistémica

El aumento sostenido de la productividad requiere una transformación productiva basada en la sofisticación, la diversificación

y la generación de valor agregado, que permita superar las brechas de desarrollo identificadas y avanzar hacia modelos más sostenibles e inclusivos. Para lograrlo, se necesitan [PDP](#) que corrijan fallas de mercado y de gobierno, promuevan la innovación, fortalezcan capacidades institucionales y aseguren la inclusión de actores históricamente marginados en los territorios rurales.

**Cuadro 3.2: Ejemplos de iniciativas de co-creación, co-gestión, co-producción y colaboración en políticas de desarrollo productivo agrícola en [ALC](#)**

En [ALC](#) destacan iniciativas de colaboración dirigidas a fortalecer la innovación y la competitividad del sector que promueven la co-creación, la co-gestión y la cooperación entre productores, gobiernos, empresas y organizaciones sociales.

Nombre de la Iniciativa	País	Tipo de Colaboración	Actores Involucrados	Descripción
Plataformas coordinadoras	<a href="#">ALC</a>	Co-gestión	Productores, gobierno, organizaciones territoriales, <a href="#">ONG</a> , universidades.	Espacios institucionales para ofrecer servicios productivos de forma coordinada y adaptada a las necesidades locales.
Consortios agroalimentarios públicos-privados	Chile	Co-producción	Representantes de todos los eslabones de las cadenas agroalimentarias.	Iniciativas de coproducción público-privada para mejorar la coordinación entre actores.
Programas de desarrollo de proveedores y alianzas productivas	Chile, México, Ecuador	Cooperación	Empresas agroindustriales, pequeños productores.	Modelos de encadenamiento productivo mediante asistencia técnica, contratos, financiamiento y transferencia tecnológica.
Consortios tecnológicos	Chile	Co-gestión del conocimiento	Empresas, universidades, institutos públicos.	Alianzas para cofinanciar y ejecutar proyectos de <a href="#">I+D</a> en sectores como la fruticultura, la vitivinicultura o la lechería.
Comunidades virtuales de práctica	<a href="#">ALC</a>	Autoorganización y cooperación institucional	Representantes de cadenas agroalimentarias y de territorios rurales.	Plataforma digital colaborativa para compartir experiencias y aprendizaje horizontal.

**Cuadro 3.2 (Continuación)**

Nombre de la Iniciativa	País	Tipo de Colaboración	Actores Involucrados	Descripción
Mesas ejecutivas	Perú	Coordinación interna de las cadenas	Ministerio de la Producción, empresas agroindustriales, productores.	Implementación de políticas de desarrollo productivo de manera eficaz en diferentes rubros agroindustriales.
Cámaras sectoriales y mixtas	Brasil	Administración de cadenas	Empresas, gobiernos, sindicatos, universidades.	Políticas agrícolas por cadena productiva para incrementar la competitividad sectorial.
Comités sistema producto	México	Coordinación interna de las cadenas	Empresas, gobiernos, organizaciones sectoriales.	Instancias de coordinación para implementar políticas de desarrollo productivo en diferentes sectores.
Programa Nacional de Semillas para Agricultores Familiares	Ecuador	Cooperación público-privada	Ministerio de Agricultura, empresas y cooperativas.	Modelo de gestión para el desarrollo agrícola mediante la cooperación público-privada.
Enfoque de clúster territorial	ALC	Coproducción social del desarrollo	Productores, autoridades locales, organizaciones sociales.	Valorizar la herencia territorial mediante reflexión, concertación e intercambio de información y saberes.

Fuente: Elaboración propia con base en Sotomayor et al. (2023).

### Inclusión activa de actores históricamente marginados

La transformación de los SAa requiere la activa participación de pequeños productores, mujeres, jóvenes y pueblos indígenas. Las innovaciones transformadoras deben ser co-creadas para ser socialmente justas y sostenibles. Las experiencias documentadas por CEPAL y FAO muestran que la inclusión activa de actores históricamente marginados mejora la pertinencia de las soluciones, fortalece el capital social y permite escalar innovaciones adaptadas a contextos locales.

### Impulso a la innovación transformadora

Las innovaciones transformadoras desempeñan un papel central en este nuevo

impulso, al no limitarse a la introducción de nuevas tecnologías, sino que buscan reconfigurar las trayectorias de cambio mediante la co-creación de soluciones entre múltiples actores, la experimentación institucional y la articulación de capacidades en torno a misiones estratégicas. En el agro, esto se traduce en prácticas productivas más sostenibles, modelos de negocio inclusivos y sistemas de gobernanza adaptativos que permiten responder a los desafíos complejos del sector.

### Fortalecimiento de capacidades institucionales

Para que esas innovaciones se consoliden, es necesario fortalecer las capacidades institucionales en los ámbitos técnico, operativo, político y de prospectiva.

La transformación solo es sostenible si quienes han estado al margen participan en el diseño de las soluciones.

El nuevo impulso a la productividad agropecuaria exige una gobernanza multiactor que articule tecnología, sostenibilidad e inclusión en torno a misiones estratégicas de desarrollo rural.

La necesidad de un enfoque regional coordinado, con visión de largo plazo y coherencia entre políticas económicas, sociales y ambientales para impulsar la productividad agropecuaria en [ALC](#).

Ello incluye la planificación estratégica multisectorial, la gestión eficiente de recursos, la construcción de consensos de largo plazo y la anticipación de escenarios futuros. En el sector agropecuario, estas capacidades deben adaptarse a la heterogeneidad estructural, a la diversidad territorial y a la multiplicidad de actores, desde agricultores familiares hasta empresas agroindustriales.

### **Nuevas formas de gobernanza para la transformación**

Se requiere una gobernanza renovada, basada en la coordinación multiactor y multinivel, que permita articular políticas nacionales con agendas locales, integrar sectores tradicionalmente desconectados (como agricultura, ciencia y tecnología, educación, comercio y medio ambiente) y generar sinergias entre instituciones públicas, privadas y comunitarias. Modelos como las plataformas cogestionadas, los consorcios tecnológicos, las mesas ejecutivas y las alianzas público-privadas muestran cómo la gobernanza puede convertirse en un motor de transformación productiva.

### **Enfoque regional coordinado**

Los retos que enfrenta la región superan las capacidades individuales de los países. La alta concentración comercial en pocos productos y mercados, la creciente exposición a eventos climáticos extremos, la presión sobre los recursos naturales y la volatilidad del entorno internacional requieren respuestas coordinadas. Un abordaje regional permitiría gestionar riesgos compartidos, aprovechar economías de escala y generar sinergias institucionales. La baja integración comercial intrarregional, que representa apenas el 15% de las exportaciones agroalimentarias totales, constituye una oportunidad desaprovechada para fortalecer cadenas de valor, dinamizar economías locales y aumentar la resiliencia colectiva.

### **Visión sistémica y de largo plazo**

La transición hacia [SAa](#) más productivos, sostenibles e incluyentes es un proceso de largo aliento que requiere coherencia institucional, estabilidad política y capacidad de aprendizaje colectivo. Las innovaciones transformadoras y las [PDP](#) para el sector agropecuario deben ser evaluadas no solo por su eficiencia, sino también por su capacidad para generar cambios estructurales y para promover la resiliencia de los territorios rurales frente a crisis futuras. La planificación estratégica, la gobernanza adaptativa y la inversión en capacidades institucionales son condiciones necesarias para sostener esta transformación en el tiempo.

### **Mayor coherencia y coordinación entre políticas económicas, sociales y ambientales**

Los esfuerzos regionales orientados a incrementar la productividad son una oportunidad para revertir las brechas históricas que han determinado las trayectorias de desarrollo de la región, así como para incorporar enfoques integrales que reconozcan la interdependencia entre los procesos de desarrollo productivo, la inclusión social, la protección del medioambiente y la adaptación a fenómenos climáticos más frecuentes e intensos.

En síntesis, un salto sostenido en productividad, respaldado por políticas, instituciones y financiamiento que operen a escala regional, resultaría en un fuerte impulso para que la agricultura de [ALC](#) consolide su rol como pilar de desarrollo económico, inclusión social y sostenibilidad ambiental. El llamado a la acción es avanzar desde una agenda fragmentada hacia un esfuerzo concertado que, a través de la productividad, pavimente el camino de la región hacia [SAa](#) más eficientes, resilientes, prósperos e inclusivos.

## IV. ACCIONES ESTRATÉGICAS PARA IMPULSAR LA PRODUCTIVIDAD AGROPECUARIA

Este capítulo presenta una agenda de acción integral para transformar la productividad agropecuaria de América Latina y el Caribe (ALC) mediante la articulación de tecnologías, instituciones, financiamiento, talento humano, gobernanza, mercados y agregación de valor. Esa agenda demuestra que el sector agropecuario puede liderar una nueva fase de crecimiento sostenible e inclusivo, si los países movilizan inversiones públicas estratégicas, fortalecen sus instituciones y aprovechan las oportunidades emergentes de innovación tecnológica, transición energética, digitalización y nuevos mercados. La clave es reorientar las políticas para cerrar brechas estructurales —tecnológicas, territoriales, institucionales y financieras— y construir capacidades locales que permitan adoptar tecnologías, gestionar el riesgo, articular cadenas de valor y generar bienes públicos que impulsen una productividad sostenible en todo el territorio, incluyendo acciones específicas para mejorar el uso eficiente de insumos, reforzar los servicios de extensión agropecuaria y promover prácticas productivas resilientes y climática y nutricionalmente inteligentes.

### 4.1 Políticas habilitantes

Las políticas habilitantes crean las condiciones para que la productividad, la sostenibilidad y la inclusión avancen de manera conjunta. Su función es alinear inversión sostenida en la investigación y desarrollo agropecuario (I+DAg), marcos de gobernanza y regulación eficaces y arreglos de innovación colaborativos que conecten ciencia, empresa y productores; reorientar el gasto hacia bienes públicos e incentivos basados en resultados; y fortalecer capacidades científicas, sistemas de información y bioseguridad. Esta sección muestra cómo combinar estos instrumentos —financieros, institucionales y tecnológicos— para traducir la innovación en resultados medibles de productividad, resiliencia y bienestar rural en ALC.

#### 4.1.1 Transformar la I+DAg requiere inversión sostenida, capacidades científicas sólidas y redes colaborativas de innovación

##### **Inversión insuficiente, retornos altos: la paradoja de la I+DAg**

Como se analizó en los capítulos 2 y 3, las brechas en capacidades tecnológicas y la desigualdad estructural entre

países de la región reflejan, en buena medida, las diferencias en el esfuerzo financiero destinado a la I+DAg. Esta sección profundiza en las características, la sostenibilidad y los efectos de ese financiamiento.

La información más reciente (Nin Pratt et al., 2023) confirma la persistencia de una marcada subinversión histórica y una alta concentración de recursos en pocos países, principalmente en Brasil, en línea con los hallazgos de investigaciones previas (Nin-Pratt & Falconi, 2018; Stads et al., 2016). Aunque algunos países han incrementado su gasto público en I+DAg en los últimos años, una parte significativa de ese crecimiento depende del financiamiento externo de donantes y bancos de desarrollo, lo que plantea dudas sobre su sostenibilidad a largo plazo.

Asimismo, el estudio resalta la escasez de capital humano en la investigación agropecuaria de numerosos países, lo que conduce al agotamiento progresivo de los recursos humanos críticos para la generación de conocimiento, cuyas consecuencias pueden tardar décadas en revertirse. Los sistemas nacionales de

La inversión en I+DAg en la región sigue siendo baja y concentrada, con una fuerte dependencia en el financiamiento externo y con una escasez de capital humano. Brasil lidera con más de la mitad del gasto total, impulsado por la [Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria \(Embrapa\)](#).

investigación más pequeños enfrentan, además, desafíos adicionales: entornos de innovación poco desarrollados, sistemas educativos y científicos de menor calidad y una limitada eficacia en sus esfuerzos de I+DAg.

Brasil destaca como el país con mayor inversión en I+DAg en ALC, con USD 2704 millones en 2013, lo que representó más de la mitad del gasto total de la región en ese año. Este liderazgo se sustenta en un personal de investigación altamente calificado y en una infraestructura de clase mundial, desarrollada en gran medida por la Embrapa.

La inversión de Argentina y México en ese mismo año fue de USD 732 y USD 710

millones, respectivamente, con Colombia (USD 254 millones) y Chile (USD 186 millones) completando los cinco primeros puestos (cuadro 4.1).

Una medida más precisa del esfuerzo de inversión es la intensidad del gasto en I+DAg, definida como el cociente entre el gasto en I+DAg y el PIB agrícola. En ese ámbito destacan varios pequeños países insulares del Caribe, con valores superiores al 3 %. Exceptuando esos países, los casos más sobresalientes son los de Brasil (1,8 %), Chile (1,6 %), Uruguay (1,4 %) y Argentina (1,3 %). En Mesoamérica, únicamente Panamá (1,1 %), México (1,0 %) y Costa Rica (0,9 %) registran valores cercanos al 1 %, mientras que en la región Andina ningún país supera ese nivel.

**Cuadro 4.1: Indicadores de gasto en I&Dag (millones de USD, PPP constantes de 2011, y porcentaje del PIB agrícola)**

País	Año	Millones de USD (PPP 2011)	% PIB agrícola
Antigua y Barbuda	2012	1,0	3,0
Argentina	2013	732,1	1,3
Barbados	2012	1,3	2,0
Belice	2020	1,5	0,6
Bolivia	2020	51,9	0,5
Brasil	2013	2704,0	1,8
Chile	2013	186,4	1,6
Colombia	2013	253,7	0,8
Costa Rica	2020	29,7	0,9
Dominica	2012	0,2	0,2
Rep. Dominicana	2020	18,6	0,2
Ecuador	2020	17,3	0,1
El Salvador	2006	6,6	0,2
Granada	2012	0,4	0,7
Guatemala	2020	13,2	0,1
Honduras	2020	9,8	0,2
Jamaica	2012	11,8	0,9

La intensidad del gasto en I+DAg alcanza o supera el 1 % del PIB agrícola en Brasil, Chile, Uruguay, Argentina, Panamá, México y Costa Rica.

**Cuadro 4.1 (Continuación)**

País	Año	Millones de USD (PPP 2011)	% PIB agrícola
México	2013	710,4	1,0
Nicaragua	2020	10,8	0,2
Panamá	2020	24,3	1,1
Paraguay	2013	26,8	0,3
Perú	2020	110,2	0,4
San Cristóbal y Nieves	2012	0,8	5,1
Santa Lucía	2012	0,3	0,6
San Vicente y las Granadinas	2012	0,7	1,1
Trinidad y Tobago	2012	18,0	7,8
Uruguay	2013	77,4	1,4
Venezuela	2013	86,2	0,3

Fuente: <https://www.asti.cgiar.org/data-graphics>, consultado el 30 de septiembre de 2025. Los años de referencia varían según la disponibilidad de datos nacionales.

La baja inversión en **I+DAg** en la región contrasta con la evidencia de su alta rentabilidad. Piesse y Tirtle (2010) estiman una tasa interna de retorno (TIR) promedio superior al 40 % en países en desarrollo. Estudios en Brasil y Argentina confirman resultados en la misma dirección. En Brasil, una evaluación reciente de las tecnologías de la **Embrapa** mostró que, por cada real brasileño invertido, la corporación generó un retorno social 25 veces mayor, principalmente por aumentos de productividad y reducciones de costos (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2024). En Argentina, se estima que la adopción de cultivos transgénicos generó márgenes brutos acumulados de USD 159 000 millones en 25 años, aportó USD 153 000 millones en divisas por el incremento de las exportaciones y creó un promedio de 93 000 empleos directos por temporada (Tejeda et al., 2021).

Los casos de Argentina y Brasil evidencian la influencia que ejerce la orientación exportadora en la definición de las prioridades de **I+DAg** en la región (ver

también: El comercio como motor de productividad en 4.8). Brasil es el principal exportador mundial de productos básicos como carne de res, soja y aves de corral, mientras que Argentina lidera las exportaciones de harina y aceite de soja.

Los recursos generados por estas exportaciones han permitido aumentar la inversión en **I+DAg**, creando un círculo virtuoso que promueve y justifica una mayor participación pública y privada (Schnepf et al., 2001). En contraste, los países que carecen de esa capacidad institucional inicial y del modelo basado en las exportaciones enfrentan una trampa de baja intensidad, que limita su productividad y dificulta atraer nuevas inversiones, lo que amplía la brecha interna en la región (Nin-Pratt & Falconi, 2018).

Es importante subrayar que las condiciones iniciales de Argentina y Brasil fueron muy distintas, lo que resalta el papel decisivo de la política pública. Argentina fue históricamente una potencia agroexportadora,

La **I+DAg** genera altos retornos y es clave para la productividad. Brasil y Argentina lideran gracias a su orientación exportadora y políticas públicas sostenidas, con más de la mitad del gasto agropecuario destinado a bienes públicos.

especialmente en cereales y carne, y su [Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria \(INTA\)](#), creado en 1958, fue el primero de su tipo en [ALC](#).

Brasil, en cambio, había sido tradicionalmente un importador neto de alimentos y, durante la década de 1970, enfrentaba una inseguridad alimentaria crónica derivada del rápido crecimiento urbano y del alto costo de las importaciones. En ese contexto en 1973 se creó la [Embrapa](#), con el objetivo de transformar la producción nacional de alimentos y mejorar la balanza de pagos al reducir las importaciones, lo que a la larga permitió avanzar hacia un modelo orientado a la exportación (*The Institute of Development Leadership Dialogue*, 2025).

También es relevante considerar la composición del gasto público destinado al sector agropecuario, en particular la asignación de recursos a la provisión de bienes públicos. En Argentina y Brasil, más de la mitad de ese gasto se orienta a servicios generales, incluyendo [I+DAg](#) (Conroy, Rondinone, De Salvo & Muñoz, 2024; González-Zúñiga et al., 2022) (véase el siguiente apartado sobre bienes públicos).

### **Las brechas en capacidades científicas limitan la investigación e innovación agropecuaria**

Las capacidades de investigación se refieren al desempeño general de un país en el ámbito científico. En el estudio del Banco Interamericano de Desarrollo ([BID](#)) sobre [I+DAg](#) (Nin-Pratt et al., 2023), la capacidad de investigación se considera un componente crucial que influye directamente en la capacidad de innovación y en el desarrollo del sistema alimentario nacional.

Estas capacidades se evalúan mediante el [Índice de Capacidad de Innovación](#)

([ICI](#)), que mide el desempeño científico a partir de cuatro subíndices: educación y capital humano, capacidad de investigación, entorno de innovación y calidad institucional. Para el análisis comparativo, los países se agrupan según el tamaño de su sistema de investigación en tres categorías: a) sistemas pequeños (Belice, Costa Rica, Ecuador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá, Paraguay y República Dominicana); b) sistemas medianos (Bolivia, Chile, Colombia, Perú y Uruguay); y c) sistemas grandes (Argentina, Brasil y México).

El análisis revela disparidades significativas. Argentina, Brasil, Uruguay, Costa Rica, Chile y México poseen los sistemas más avanzados, mientras que Honduras, Belice, Guatemala, Perú, Nicaragua y Bolivia presentan los niveles más bajos de desarrollo. Los países con sistemas de investigación más sólidos—como Ecuador, Costa Rica y Panamá, entre los de menor tamaño—cuentan con un mayor número de investigadores con títulos avanzados, invierten más por investigador en [I+D](#) y exhiben una productividad científica superior. Estas diferencias en el desempeño se explican, en gran medida, por la calidad del capital humano y por la eficiencia en el uso de los recursos disponibles.

### **Los desafíos de una investigación agropecuaria sistémica, inclusiva y adaptativa**

**De la linealidad a la complejidad.** Los modelos tradicionales de [I+DAg](#) se han caracterizado por un flujo lineal entre investigación, difusión y adopción tecnológica, centrado en las características de las innovaciones y los adoptantes. Este enfoque suele ignorar las consecuencias a largo plazo y los impactos negativos en los sistemas socioecológicos (Martínez-Baron et al., 2024). El éxito se ha medido por las tasas de adopción,

Las brechas en capacidades científicas reflejan diferencias en capital humano e [inversión en investigación, desarrollo e innovación \(I+D+i\)](#), lo que limita la innovación agropecuaria en varios países de la región.

lo que puede ocultar desigualdades y efectos adversos (McGuire et al., 2024). El principio de “escalar lo que funciona” es hoy cuestionado, pues intervenciones exitosas a pequeña escala pueden generar dependencia o daño al expandirse (Gargani et al., 2024). Asimismo, herramientas rígidas como el [Análisis del Marco Lógico \(Logical Framework Analysis, LFA\)](#) han sido criticadas por su escasa atención a la participación de actores clave y al aprendizaje colectivo (Thornton et al., 2017).

Para superar estas limitaciones, la [+DAg](#) adopta cada vez más la Teoría de la Complejidad, que reconoce que los programas de desarrollo son “sistemas adaptativos complejos” compuestos por redes dinámicas de actores —agricultores, investigadores y responsables de políticas— que interactúan y se ajustan mutuamente (Bleecker et al., 2021). Sin embargo, un análisis de 29 iniciativas evidenció la persistencia de estrategias centradas solo en la transferencia de conocimiento a productores, descuidando otros actores y los factores estructurales que condicionan el cambio (Freed et al., 2025).

Debemos orientar la investigación agropecuaria hacia enfoques sistémicos y adaptativos que fortalezcan la participación, la equidad y el aprendizaje continuo.

#### Recuadro 4.1. Del enfoque lineal al aprendizaje adaptativo

Un marco emergente, [Acción de Cooperación Técnica \(ACT\)](#), promueve comprender los “espacios de oportunidad” de los distintos actores dentro del sistema agroalimentario. Destaca que las normas sociales —más que la falta de conocimiento— suelen limitar la innovación. El [ACT](#) apoya el diseño de teorías del cambio más robustas, que reconocen los distintos roles e incentivos y fortalecen la agencia de los actores (Freed et al., 2025).

**Evaluación y gestión del impacto.** La transición hacia enfoques sistémicos exige repensar cómo se mide el progreso y se gestionan los programas. Las metodologías deben manejar la incertidumbre, fomentar el aprendizaje y orientar la acción hacia un impacto sostenible. El enfoque de la

[Teoría del Cambio \(TdC\)](#), desarrollado como respuesta a la rigidez del [Marco Lógico \(ML\)](#), permite explicitar las hipótesis sobre cómo la investigación genera resultados, al centrarse en los actores y sus interacciones (Thornton et al., 2017).

#### Recuadro 4.2. Teorías del Cambio en práctica

El Programa sobre Cambio Climático, Agricultura y Seguridad Alimentaria (CCAFS) del [Consorcio de Centros Internacionales de Investigación Agrícola \(CGIAR\)](#) aplicó la [TdC](#) y encontró que a) fomenta la gestión adaptativa, b) demanda nuevas capacidades como facilitación y monitoreo participativo, y c) desplaza el énfasis de la atribución a la contribución. No obstante, muchos proyectos aún no logran articular su propia [TdC](#), lo que refleja una brecha entre teoría y práctica (Freed et al., 2025).

**La tecnología y la innovación no son socialmente neutras.** Ignorar las dimensiones sociales puede limitar el impacto o reforzar desigualdades. Reducir esos riesgos implica a) prever

consecuencias no deseadas, b) abordar brechas de equidad, c) reconocer el rol del capital social y d) considerar las desigualdades de hombres y mujeres en cuanto a carga de trabajo.

**Recuadro 4.3. Principios para una I+DAg equitativa**

McGuire et al. (2024) proponen siete principios: reconocer las dinámicas de poder, definir metas y anti-metas, construir alianzas horizontales, reconocer diferencias sociales entre usuarios, adaptar la innovación al contexto, reflexionar sobre el impacto y fortalecer la capacidad de los sistemas.

Asegurar que las innovaciones fortalezcan el capital social y reduzcan las brechas entre hombres y mujeres.

El capital social es clave para el escalamiento, pues la confianza entre actores facilita la acción colectiva. Sin embargo, solo 13 de 2236 artículos revisados lo mencionan explícitamente (Martinez-Baron et al., 2024).

Asimismo, un análisis de 29 casos de I+DAg mostró que las iniciativas se concentran en modificar el comportamiento de

los productores, sin considerar otros actores o factores estructurales como normas sociales o acceso a mercados (Freed et al., 2025). En la propia investigación persisten brechas: en dos programas del CGIAR: menos de un tercio de los científicos eran mujeres, lo que puede influir en el diseño y resultados de las innovaciones (Plex Sulá et al., 2024).

**Recuadro 4.4. Cuando la innovación refuerza desigualdades**

En Bolivia, una máquina clasificadora de papas diseñada para aliviar la carga de trabajo de las mujeres terminó siendo utilizada por hombres, al ser demasiado pesada. En lugar de empoderar a las mujeres, reforzó desigualdades entre ellas y los hombres (McGuire et al., 2024). Casos similares muestran que la falta de enfoque social puede distorsionar los objetivos de la innovación.

**Hacia sistemas nacionales de innovación agropecuaria más integrados y colaborativos<sup>6</sup>**

La innovación agropecuaria requiere pasar de instituciones aisladas a redes colaborativas que integren investigación, tecnología y actores del sistema alimentario.

El modelo de I+DAg en la región está desafiado por la convergencia de cuatro grandes tendencias globales: a) el desafío demográfico y alimentario, b) la crisis ambiental y climática, c) la transformación del sistema alimentario y d) el nuevo paradigma científico.

Para enfrentar estos desafíos es necesario superar las debilidades sistémicas del modelo actual de I+DAg, que se manifiestan en un ciclo vicioso en que la subinversión, el déficit de talento (bajo nivel de calificación y envejecimiento del personal científico) y el aislamiento institucional —incluida la desconexión con el sistema

alimentario moderno— se retroalimentan, con una pérdida progresiva de relevancia y capacidad.

Ante estas fallas estructurales del modelo tradicional, se requiere avanzar hacia sistemas nacionales de innovación agropecuaria en que la innovación no sea el producto de una única institución, sino el resultado de una red de agentes que interactúan, colaboran y compiten. A diferencia del enfoque aislado de los institutos nacionales de investigación agropecuaria (INIA), este modelo en red promueve la integración de múltiples actores públicos y privados para generar y difundir conocimiento de manera más efectiva. En esta dirección, el estudio del BID recomienda: a) determinar el enfoque más eficaz para conectar los procesos de

<sup>6</sup> Este apartado se basa en el estudio reciente del BID (Nin Pratt et al., 2023).

investigación e innovación; b) fomentar la integración de los [INIA](#) en los sistemas nacionales de ciencia, tecnología e innovación; c) promover alianzas entre los sistemas de investigación de diferentes países, dentro y fuera de la región; d) abordar las brechas regulatorias que impiden desarrollar, implementar y utilizar bioinnovaciones y tecnologías digitales; y e) en los países con sistemas de investigación pequeños o menos desarrollados, cerrar brechas prioritarias de inversión en [I+D](#) y de capacidades institucionales y humanas (Nin Pratt et al., [2023](#)).

#### 4.1.2 Bienes públicos e incentivos basados en resultados

##### De subsidios convencionales a políticas transformadoras

El fortalecimiento de la productividad agropecuaria como vía para contribuir a sistemas agroalimentarios más estables, sostenibles e inclusivos requiere una transformación profunda en el diseño y uso de los instrumentos de política pública. Una limitación ampliamente documentada en [ALC](#) es el uso predominante de instrumentos convencionales —subsidios generalizados, apoyos directos no condicionados o inversiones dispersas— que, si bien pueden tener impactos inmediatos, no siempre promueven la generación de bienes públicos ni incentivan cambios estructurales sostenibles.

Estos enfoques tienden a ser costosos, con retornos decrecientes y efectos adversos sobre el ambiente, la equidad o la eficiencia. El deterioro ambiental inducido por subsidios —como la degradación de suelos, la contaminación del agua o la pérdida de biodiversidad— reduce directamente la productividad agrícola, al comprometer los recursos naturales esenciales para la producción.

El *International Expert Group on Environmentally Harmful Agricultural Subsidies* ([2025](#)) concluye que los subsidios ligados a la producción o al uso no restringido de insumos incentivan modelos agrícolas intensivos y poco diversos, que erosionan la base natural de la productividad y obstaculizan la adopción de tecnologías sostenibles.

##### El costo de la ineficiencia: gasto distorsionante y retornos decrecientes

La evidencia muestra que, en contextos donde los instrumentos no están orientados a resultados, las políticas pierden capacidad para catalizar transformaciones sostenibles. Más del 40 % del gasto público agropecuario en la región se canaliza a través de subsidios convencionales, mientras que solo el 12 % se destina a bienes públicos —como investigación, sanidad o extensión— y el 3 % a incentivos condicionados al desempeño.

Esta distribución ineficiente perpetúa prácticas insostenibles y limita los rendimientos de largo plazo. Al no internalizar los costos ambientales, los subsidios convencionales crean incentivos perversos que fomentan la expansión de la frontera agrícola en ecosistemas frágiles, el uso intensivo de insumos contaminantes y decisiones tecnológicas de baja eficiencia y alta vulnerabilidad climática (*International Expert Group on Environmentally Harmful Agricultural Subsidies*, [2025](#)).

Allcott et al. ([2006](#)) y Anríquez et al. ([2016](#)) demuestran que los subsidios a bienes privados pueden tener efectos neutros o negativos sobre el crecimiento agrícola, mientras que la inversión en bienes públicos tiene impactos positivos sostenidos.

Reorientar los subsidios hacia bienes públicos y resultados verificables puede multiplicar el impacto económico, social y ambiental de la política agropecuaria.

Reasignar el 10 % del presupuesto agropecuario desde bienes privados hacia bienes públicos podría aumentar en 5 % el producto interno bruto agropecuario (PIBA) per cápita sin incrementar el gasto total; lograr el mismo efecto sin esa reasignación requeriría aumentar el gasto en al menos 25 %.

#### **El bajo uso de instrumentos presupuestarios eficientes**

El informe del BID (Conroy, Rondinone, De Salvo & Muñoz, 2024) destaca que en la región el Gasto Público Agropecuario (GPA) representa en promedio solo el 5 % del PIBA, frente al 16 % del Estimado de Apoyo Total (EAT), que incluye apoyos vía precios. Esto revela una fuerte dependencia de políticas distorsivas y un escaso uso de instrumentos que fomenten bienes públicos, como sanidad agropecuaria, infraestructura rural o sistemas de investigación y extensión.

En contraste, países como los de la Unión Europea, Estados Unidos y Canadá canalizan la mayor parte de su apoyo mediante recursos presupuestarios, más eficientes y menos distorsionantes. Además, el *International Expert Group on Environmentally Harmful Agricultural Subsidies (2025)* subraya que los subsidios ambientalmente perjudiciales no solo fallan en sostenibilidad, sino que también reducen la productividad agregada, pues desincentivan la adopción de modelos resilientes.

#### **Recuadro 4.5. Evidencia global sobre subsidios distorsionantes**

El informe del Banco Mundial (2024) estima que más del 88 % del apoyo público global a la agricultura —equivalente a más de USD 650 000 millones anuales— se dirige a subsidios acoplados o apoyos a precios. Reorientar apenas el 10 % de esos fondos hacia innovaciones verdes podría generar beneficios netos por USD 2,4 billones al 2040, reducir el 40 % de las emisiones del sector y devolver 105 millones de hectáreas de tierra a hábitats naturales.

#### **Una oportunidad para rediseñar los instrumentos de política**

El Banco Mundial (BM) apoya proyectos como el de Colombia, que promueve redirigir el gasto público desde subsidios hacia servicios de investigación, extensión y tecnologías verdes, facilitando además el acceso de los agricultores familiares a financiamiento climático.

En ALC, 19 países participan en iniciativas de monitoreo a través del consorcio Ag-Incentives. Sin embargo, persisten desafíos como el bajo gasto en bienes públicos y la presión política para mantener subsidios ineficientes.

Frente a este panorama, surge una oportunidad estratégica para innovar en los instrumentos de política, alineándolos con la provisión de bienes públicos y vinculando su ejecución a resultados verificables. Este cambio puede potenciar el impacto de las

políticas públicas al fomentar prácticas regenerativas, mejorar la eficiencia en el uso de los recursos y aumentar la resiliencia del sector.

Afortunadamente, existen experiencias internacionales (véase el recuadro 4.6) y también de ALC (véase el recuadro 4.7), que demuestran que es posible y recomendable transitar de esquemas de subsidios convencionales, centrados en fomentar el uso de insumos, hacia sistemas de incentivos basados en resultados: mejoras verificables en la calidad del suelo, la biodiversidad, el agua y, en general, la adopción de tecnologías y prácticas sostenibles.

#### Recuadro 4.6. Experiencias internacionales de incentivos basados en resultados

Modelos como los [Payment for Ecosystem Services \(PES\)](#) y los *result-based payments* han mostrado retornos públicos superiores y sostenibilidad cuando incorporan transparencia, trazabilidad y evaluación *ex post*.

**Irlanda:** El Burren Programme remunera a agricultores por conservar praderas ricas en especies, con pagos de hasta 250 €/ha según la calidad del hábitat (escala 0–10). Mejora la productividad ganadera sin fertilizantes químicos, reduce la huella de carbono y mantiene costos administrativos en torno al 15 %. Beneficia a más de 400 productores en áreas rurales remotas (Moran et al., [2021](#)).

**Bangladesh, Ghana, Zambia y Tanzania:** Programas apoyados por el [BM](#) utilizan sistemas de e-vouchers y pagos condicionados a resultados como diversificación productiva, eficiencia en el uso de insumos y salud del suelo. Integran mapas digitales, monitoreo participativo y evaluación *ex post*, lo que fortalece la rendición de cuentas y la eficiencia del gasto (Banco Mundial, [2024](#)).

Redirigir los subsidios hacia incentivos por resultados es una oportunidad comprobada para vincular productividad, sostenibilidad y bienestar rural.

#### Recuadro 4.7. Lecciones desde América Latina y el Caribe

La región cuenta con experiencias exitosas que muestran la viabilidad de los incentivos por resultados:

**Costa Rica:** El [Pago por Servicios Ambientales \(PSA\)](#), vigente desde 1996, ha duplicado la cobertura forestal (del 20 % al 50 %) mediante pagos financiados con impuestos a combustibles fósiles, que benefician a pequeños productores y fomentan prácticas agroforestales (Porrás & Chacón-Cascante, [2013](#)).

**México:** El programa de [PSA](#) de la [Comisión Nacional Forestal \(CONAFOR\)](#) protege más de 2 millones de hectáreas con pagos de USD 10–40/ha según el riesgo de deforestación, mediante lo cual se incentiva la conservación y se brinda apoyo a comunidades rurales (Banco Mundial, [2019](#)).

**Chile:** El [Sistema de Incentivos para la Sustentabilidad Agroambiental de los Suelos Agropecuarios \(SIRSD-S\)](#) otorga cofinanciamiento condicionado a la adopción de prácticas sostenibles (labranza mínima, compostaje, barbecho mejorado), reduciendo la erosión del suelo y mejorando la productividad —especialmente entre productores con baja motivación intrínseca<sup>a</sup> (Bopp et al., [2019](#)).

**Panamá:** La [Acciones de Mitigación Nacionalmente Apropriadas \(NAMA\)](#) de Arroz combina incentivos por resultados, agricultura de precisión y *blockchain*. Con más de 100 productores, redujo 38 % los costos de producción, elevó la rentabilidad de US\$0,06 a US\$0,36 por dólar invertido, mitigó 1,929 tCO<sub>2</sub>e y promovió organización de productores ([ANPPAC, CONAMA](#)) y liderazgo femenino (IICA - OPSAa, [2025](#)).

Los incentivos por resultados pueden transformar el gasto agropecuario en una palanca de productividad, sostenibilidad e inclusión.

<sup>a</sup> La motivación intrínseca se refiere a la adopción de prácticas por su valor personal o ambiental, sin depender de incentivos externos.

#### 4.1.3 Gestión integrada de la sanidad agropecuaria y la bioseguridad

La sanidad agropecuaria y la bioseguridad son condiciones esenciales para mantener o mejorar de manera sostenida la productividad, dado que previenen las pérdidas, protegen la salud pública y ambiental y garantizan la calidad e inocuidad de los productos agroalimentarios. Su gestión integrada fortalece la resiliencia de los sistemas productivos y sienta las bases para una transformación productiva sostenible del sector, en equilibrio con los ecosistemas y las demandas de los mercados.

#### Bioseguridad como eje de enfoques integrados para la sanidad agropecuaria

La bioseguridad, definida como el conjunto de medidas físicas y de gestión destinadas a reducir los riesgos sanitarios (OMS, [2025](#)), abarca desde los controles fronterizos hasta las prácticas prediales. Su diseño requiere análisis de riesgo multidimensionales que consideren escalas locales, nacionales y regionales, particularmente ante enfermedades transfronterizas.

La cooperación intersectorial —incluyendo los sectores agropecuario, ambiental y de salud pública— a nivel local, nacional y regional es esencial, junto con inversiones en tecnología, infraestructura, formación de capacidades y gestión del comportamiento humano, aspectos decisivos para la sostenibilidad de las medidas. La bioseguridad, además, se extiende a la inocuidad alimentaria, como parte integral de la gestión preventiva de riesgos a lo largo de toda la cadena agroalimentaria.

La bioseguridad articula la sanidad vegetal y animal, la inocuidad alimentaria y la salud ambiental, lo que fortalece la resiliencia de los sistemas agroalimentarios. Los

enfoques integrados, como los inspirados en el enfoque de Una Salud, permiten abordar estas interdependencias mediante acciones coordinadas entre sectores, disciplinas y territorios.

La multifuncionalidad de la agricultura refuerza esta visión, al reconocer que la producción agroalimentaria y forestal genera servicios ecosistémicos, como la regulación hídrica y la conservación del suelo, además de alimentos y materias primas. Esta perspectiva amplía la relación entre agricultura y ambiente, superando una lógica puramente insumo-producto.

En el ámbito hemisférico, la Junta Interamericana de Agricultura, mediante la resolución 545 (2023), acordó fortalecer la Alianza Continental para la Seguridad Alimentaria y el Desarrollo Sostenible. El compromiso promueve transformar los sistemas agroalimentarios mediante la ciencia, la tecnología y la gobernanza participativa, con los agricultores como protagonistas del equilibrio entre productividad y sostenibilidad (IICA, [2023](#)).

#### Interdependencias sanitarias, ambientales y climáticas

La aplicación de enfoques integrados en sanidad agropecuaria exige identificar los principales factores de riesgo y establecer mecanismos coordinados de prevención y respuesta. Entre los factores más relevantes se destacan los siguientes: a) la degradación de los recursos naturales —suelo, agua y aire—, cuya contaminación afecta la sanidad vegetal y animal y representa un riesgo directo para la salud humana (Andreu & Picó, [2004](#)); b) el manejo inadecuado de las excretas animales, que contamina cuerpos de agua y suelos y afecta la salud pública (Dufour & Bartram, [2012](#)); y c) la contaminación atmosférica, asociada a la mortalidad animal, la pérdida de biodiversidad y el aumento de enfermedades (Prana Air, [2021](#)).

El 60 % de las enfermedades infecciosas humanas son zoonosis y causan 2,7 millones de muertes al año.

Cada año, 600 millones de personas enferman por consumir alimentos contaminados, con 420 000 muertes asociadas (OMS, [2025](#)).

Las alteraciones en las condiciones climáticas intensifican los riesgos sanitarios, al modificar los equilibrios ecológicos que regulan la dinámica de las plagas y enfermedades. El aumento de temperaturas, la irregularidad de las lluvias y los eventos extremos favorecen la expansión geográfica y estacional de organismos nocivos, lo que impulsa un mayor uso de pesticidas con impactos negativos sobre la biodiversidad y la salud humana.

Estos cambios también aceleran la descomposición de la materia orgánica y modifican la estructura del suelo, lo

que propicia la aparición de patógenos emergentes y la lixiviación de metales pesados que pueden llegar a los consumidores a través de los cultivos (FAO, [2023b](#); UNEP, [2022](#)). Asimismo, la alteración del clima influye en la distribución y comportamiento de vectores, patógenos y especies silvestres, incrementándose la exposición de personas, animales y plantas a enfermedades emergentes, reemergentes o exóticas. La gestión de estos factores requiere fortalecer la vigilancia sanitaria y ambiental de manera coordinada, como lo ejemplifica el caso de la influenza aviar (recuadro [4.8](#)).

Se estima que, por cada aumento de 1° C, las pérdidas agrícolas atribuibles a insectos plaga podrían aumentar entre 10 % y 25 %, lo que afectaría especialmente a los cultivos tropicales (Deutsch et al., [2018](#)).

**Recuadro 4.8. La influenza aviar: un ejemplo de interacción entre factores sanitarios y ambientales**

La influenza aviar ilustra la confluencia de factores sanitarios y ambientales. Su diseminación se ha visto favorecida por cambios en las rutas migratorias de aves silvestres, junto con factores predisponentes como la disponibilidad de alimento, los hábitats de anidación y la proximidad a granjas avícolas. En conjunto, estos elementos han incrementado el riesgo de propagación por causas humanas, animales y ambientales en los ecosistemas (Cueto et al., [2015](#); Kuiken et al., [2025](#); Leguía et al., [2023](#)).

**Gestión de la bioseguridad en animales terrestres**

En 2024, los países acordaron elaborar directrices voluntarias para fortalecer la ganadería de pequeña escala mediante prácticas sostenibles y basadas en evidencia (29.ª Reunión del Comité de Agricultura de la [FAO](#), 2024). Estas directrices deberán desarrollarse de forma participativa y adaptada a los contextos nacionales.

En este marco se promueve la *Senda Progresiva de Gestión de la Bioseguridad* (PMP-TAB), una herramienta que integra la bioseguridad como pilar de los sistemas sanitarios animales. Su enfoque abarca tres dimensiones —políticas y regulaciones, instituciones y alianzas, y gestión empresarial— y promueve soluciones

cocreadas, alianzas público-privadas y la adopción de buenas prácticas a lo largo de las cadenas de valor.

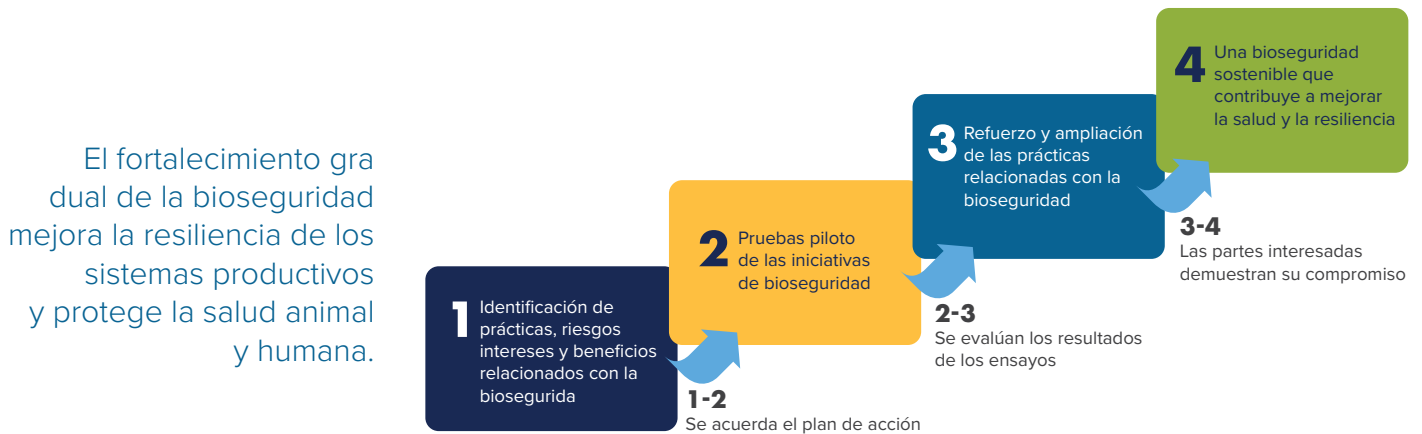
El proceso se implementa de manera gradual, desde el diagnóstico participativo y la cocreación de soluciones hasta su evaluación y escalamiento, para fortalecer la sostenibilidad y la replicabilidad territorial (véase la figura [4.1](#)).

La PMP-TAB impulsa el mejoramiento de las prácticas en comunidades rurales vulnerables, donde las limitaciones de infraestructura y recursos incrementan los riesgos sanitarios. Su aplicación promueve una política sanitaria inclusiva que integra la dimensión social y fomenta la cooperación entre actores locales, lo que va más allá de la visión individual de la bioseguridad hacia una gestión colectiva y territorial.

Estas prácticas, además de fortalecer la salud pública, reducen la necesidad de antimicrobianos y, de esta manera, contribuyen a mitigar la resistencia microbiana y a reforzar la salud pública.

La efectividad de estas medidas depende también de su adecuación a los contextos socioculturales locales, lo que facilita la apropiación y el cambio de comportamiento de los actores rurales.

**Figura 4.1: Etapas de la senda progresiva de gestión de la bioseguridad en animales terrestres**



Fuente: [FAO](#), Senda Progresiva de Gestión de la Bioseguridad en relación con los animales terrestres.

### Gobernanza y coordinación intersectorial

La implementación efectiva de la bioseguridad requiere marcos institucionales sólidos que contemplen legislación clara, financiamiento sostenible, mecanismos de coordinación interinstitucional y sistemas de vigilancia epidemiológica robustos para la detección temprana de amenazas. Por lo tanto, el fortalecimiento de los sistemas de alerta temprana y de respuesta coordinada es clave para contener brotes sanitarios y reducir sus impactos sobre la producción y la salud pública (Casas-Zamora & Moreno-García, 2023).

En la región destacan dos mecanismos de cooperación. El [Comité de Sanidad Vegetal del Cono Sur \(COSAVE\)](#), integrado por Argentina, Bolivia, Brasil, Chile,

Paraguay, Perú y Uruguay, coordina acciones fitosanitarias para prevenir la introducción y diseminación de plagas cuarentenarias, proteger la biodiversidad y facilitar el comercio internacional seguro de productos vegetales.

Por su parte, el [Grupo Interamericano de Coordinación en Sanidad Vegetal \(GICSV\)](#), conformado por las [organizaciones regionales de protección fitosanitaria \(ORPF\)](#) de las Américas —el [COSAVE](#), el [OIRSA](#), la [NAPPO](#), la [CAHFSA](#) y la [CAN](#)— promueve la cooperación técnica mediante grupos de trabajo en temas como plagas emergentes, certificación electrónica y emergencias fitosanitarias (por ejemplo, langosta, FOC RT4, tuta absoluta y moscas de la fruta) que intercambian información mediante reuniones periódicas.

Iniciativas como [CIPCIZA](#) y [RESUDIA](#) han avanzado en la vigilancia y gobernanza para el control de la influenza aviar (OPS, [2023–2025](#)), aunque aún deben integrar el componente ambiental.

## 4.2 Financiamiento para la productividad agropecuaria sostenida

La capacidad de la agricultura para aportar más y mejor a los sistemas agroalimentarios depende de que los productores y sus organizaciones accedan a recursos financieros que viabilicen la adopción y el escalamiento de innovaciones (ver [3.2.7](#) sobre restricciones de financiamiento). No se trata solo de contar con más instrumentos financieros, sino de articular actores productivos, modelos de negocios, reglas e instituciones que reduzcan riesgos, alineen incentivos y conviertan los avances tecnológicos en inversiones rentables y sostenibles. Esta sección aborda ese desafío: identifica los flujos de fondeo relevantes, los canales institucionales que los movilizan, los instrumentos que mejor se ajustan a la naturaleza del sector y los perfiles de los destinatarios, con el fin de traducir la agenda de innovación en productividad sostenida, inclusión y resiliencia.

### 4.2.1 Del concepto al diseño de políticas de financiamiento agropecuario

Para diseñar políticas de financiamiento es necesario precisar el foco de análisis y definir con claridad qué se entiende por financiamiento. En línea con los principios de la contabilidad nacional, conviene adoptar una visión amplia que considere todos los flujos financieros de la economía<sup>7</sup>.

Díaz-Bonilla et al. (2021, 2025) identifican seis flujos financieros principales en los sistemas agroalimentarios: dos “internos”: el primero, el gasto de consumo, que representa los ingresos de los operadores de las cadenas de valor; y el segundo, los fondos que estos mismos operadores reinvierten para financiar sus propias operaciones, y cuatro “externos”, provenientes de fondos internacionales para el desarrollo, el presupuesto público, el sistema bancario y el mercado de capitales.

En la sección anterior (ver [4.1.2](#)) se analizó el gasto público, uno de estos flujos. Aquí el foco se traslada al sistema bancario, con referencias al financiamiento intracadena, al mercado de capitales y al financiamiento internacional para el desarrollo (multilateral, bilateral y filantrópico), como principales fuentes de recursos para la adopción tecnológica y la modernización productiva.

Una vez definidos los flujos, la siguiente cuestión es determinar a quién y para qué se dirige el financiamiento. En este documento el análisis se limita al financiamiento de tecnologías e innovaciones que aumentan la productividad agropecuaria. Esto incluye, por un lado, el financiamiento de la ciencia y la tecnología necesarias para desarrollar innovaciones (ver [4.1.1](#)), y por otro, el financiamiento a los productores para facilitar su adopción.

En [4.1.1](#) se revisaron los enfoques presupuestarios que financian la investigación y los instrumentos —como los pagos por servicios ambientales— que apoyan la adopción de determinadas tecnologías y prácticas sostenibles (ver también [4.1.2](#)).

El diseño y la implementación del financiamiento requiere políticas específicas adaptadas a los distintos niveles de los flujos financieros y a la diversidad de productores y agentes económicos, asegurando una arquitectura financiera inclusiva que vincule productividad, sostenibilidad e inclusión social.

La evidencia muestra que la mayoría de los hogares rurales depende de financiamiento interno, préstamos informales o acuerdos con operadores de las cadenas de valor. Sin embargo, su acceso a servicios financieros formales es limitado, lo que encarece el crédito y restringe las inversiones necesarias

El financiamiento agropecuario debe entenderse en el marco del conjunto de flujos financieros que inciden en los modelos de negocio de los sistemas agroalimentarios, y no solo desde la perspectiva del crédito bancario.

<sup>7</sup> Este enfoque coincide con el utilizado por el Comité Permanente de Finanzas (SCF) de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), conforme al artículo 2, párrafo 1(c) del Acuerdo de París.

para incorporar tecnologías que mejoren la productividad. Desarrollar y profundizar los sistemas financieros rurales resulta, por tanto, esencial para cerrar estas brechas, tema que se analiza a continuación.

Asimismo, es fundamental reconocer que el financiamiento productivo no opera de forma aislada: su eficacia depende de inversiones públicas y privadas en infraestructura verde, agua, suelos y fortalecimiento institucional, que reducen los riesgos de inversión y facilitan la adopción tecnológica en los territorios rurales, periurbanos y urbanos (ver [4.1](#)).

El análisis que sigue desagrega el funcionamiento del financiamiento agropecuario en cuatro niveles interrelacionados:

- i) la originación de los fondos y servicios financieros,
- ii) las instituciones y mecanismos operativos que los canalizan,
- iii) los instrumentos financieros disponibles, y
- iv) los receptores finales del crédito y otros servicios.

Esta estructura permite comprender cómo se movilizan, gestionan y aplican los recursos dentro del sistema financiero rural.

#### 4.2.2 Nivel 1. Movilizar recursos financieros para la agricultura: origen y mecanismos de fondeo

Toda operación financiera involucra dos actores: quién provee los recursos y quién los recibe. En el caso del crédito bancario, las instituciones financieras deciden prestar determinados fondos bajo ciertas condiciones, lo que plantea dos preguntas clave: ¿de dónde proviene su fondeo y qué criterios orientan su asignación?

#### Bancos comerciales y depósitos

Los bancos se financian principalmente mediante depósitos, lo que implica obligaciones regulatorias estrictas para asegurar su liquidez y la devolución de los fondos en la moneda correspondiente, que a menudo es el dólar estadounidense en varios países de la región. Esta estructura limita los plazos y las monedas de los préstamos, que deben alinearse con el perfil de liquidez y de fondeo del banco.

Los depósitos a la vista —cuentas corrientes y similares— constituyen la base del sistema de pagos, esencial para el funcionamiento de la economía. Dado su papel crítico, los bancos que administran estos fondos están sujetos a regulación prudencial rigurosa. Las crisis bancarias que interrumpen la cadena de pagos suelen derivar en profundas recesiones, como ocurrió en Argentina en 2002. Estas restricciones explican por qué los bancos comerciales que reciben depósitos del público tienen una limitada capacidad para financiar actividades de mayor riesgo, como la agricultura.

Para ampliar el crédito agropecuario, algunos gobiernos han establecido mecanismos obligatorios, como la asignación de un porcentaje mínimo de los depósitos al sector o la compra de bonos agrícolas. En Colombia, por ejemplo, las entidades financieras deben invertir en [Títulos de Desarrollo Agropecuario \(TDA\)](#), si no cumplen con su cuota de crédito al sector. Los fondos recaudados se canalizan a través de [Fondo de Financiamiento del Sector Agropecuario \(FINAGRO\)](#).

#### Otros mecanismos de fondeo

Incluso con cuotas obligatorias, los depósitos—de naturaleza mayoritariamente a corto plazo— resultan insuficientes para financiar inversiones de largo plazo. Por ello, los gobiernos complementan el

Profundizar los sistemas financieros rurales es clave para ampliar la adopción tecnológica y la productividad sostenible.

Las políticas de crédito agropecuario dependen del apetito de riesgo de las entidades financieras, del origen de su fondeo y de la regulación bancaria que supervisa los riesgos y los plazos de los préstamos.

fondeo con transferencias presupuestarias (instrumentos fiscales) o préstamos del banco central (instrumentos monetarios) destinados a respaldar préstamos riesgosos o de mayor madurez. Ejemplos de este tipo son el Banco Nacional de Desarrollo Económico y Social ([BNDES](#)) de Brasil y los Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura ([FIRA](#)) en México.

El mecanismo de préstamos directos de los bancos centrales, común en el pasado, ha perdido relevancia. En los casos en que subsiste, como en Honduras, su aplicación debe enmarcarse en programas monetarios integrales para evitar presiones inflacionarias<sup>9</sup>.

Tanto los gobiernos como los bancos pueden recurrir también a préstamos externos —principalmente de bancos internacionales de desarrollo y entre ellos, la banca multilateral— o a financiamiento interno mediante bonos y otros instrumentos del mercado de capitales.

En los últimos años, se ha expandido el uso de esquemas de financiamiento combinado o *blended finance*, que articulan recursos públicos, filantrópicos y privados con distintos niveles de concesionalidad. En estos modelos, los fondos públicos o filantrópicos asumen parte del riesgo —por ejemplo, mediante garantías o absorción de “primeras pérdidas”—, reduciendo el costo financiero y atrayendo inversión privada. Estos recursos también pueden destinarse a asistencia técnica o a la estructuración de proyectos.

#### **Lineamientos operativos para el fondeo.**

Para que el fondeo llegue efectivamente al sector agropecuario y habilite inversiones de mayor plazo, conviene: a) diversificar fuentes (presupuesto, multilaterales, mercado de capitales) con instrumentos flexibles; b) fortalecer sistemas de información financiera y agroclimática para evaluación de riesgo; y c) alinear productos

de fondeo con la diversidad de productores y tecnologías a financiar.

#### **4.2.3 Nivel 2. Instituciones financieras y mecanismos operativos que canalizan los fondos**

Comprender las instituciones financieras y los mecanismos operativos a través de los cuales se canalizan los fondos identificados en el nivel anterior es clave para diseñar políticas que amplíen el crédito rural, diversifiquen las fuentes de financiamiento y fortalezcan la inclusión financiera.

De su funcionamiento depende la financiación de las transformaciones tecnológicas de largo plazo que sustentan una productividad agropecuaria sostenida.

#### **Variedad de instituciones y mecanismos operativos**

Existe una amplia diversidad de bancos, instituciones financieras y operadores formales e informales que ofrecen crédito, manejan ahorros y proporcionan otros servicios financieros a los productores agropecuarios, la población rural y el sistema agroalimentario en general. Entre ellos destacan:

- bancos públicos de desarrollo agropecuario (de primer y segundo piso);
- bancos comerciales;
- cooperativas de ahorro y crédito, bancos comunitarios y comunales;
- instituciones formales de microcrédito;
- fondos de capital de riesgo e inversión de impacto;
- organizaciones no gubernamentales e instituciones benéficas;

El acceso al crédito rural depende tanto del origen de los fondos como de la capacidad institucional para canalizarlos eficazmente.

<sup>9</sup> Ver Díaz-Bonilla (2015) para un análisis detallado del papel que los bancos centrales desempeñan en el desarrollo.

- agroindustrias, proveedores de insumos, supermercados y prestamistas informales.

Cada actor financiero opera con su propia lógica y criterios de riesgo, que presentan ventajas y limitaciones que deben evaluarse según el contexto nacional.

### **Bancos públicos de desarrollo**

Durante la década de 1980, los bancos públicos de desarrollo agropecuario fueron objeto de críticas por sus impactos fiscales y monetarios negativos, la débil disciplina de pago y la mala asignación de recursos (Adams, 1984). Muchas de estas instituciones fueron desmanteladas o reformadas en la década de 1990 (Díaz-Bonilla, 2015).

#### **Recuadro 4.9. El rol de la CAF como catalizador del financiamiento agropecuario sostenible**

La CAF cumple un papel estratégico como banca de desarrollo regional, al articular recursos financieros y técnicos para fortalecer los sistemas financieros rurales y apoyar la transformación productiva. Este rol se sustenta en su mandato constitutivo de promover la integración regional y el desarrollo sostenible, así como en sus prioridades estratégicas actuales orientadas hacia la banca verde y el crecimiento sostenible e inclusivo de la región.

Su estrategia de *Prosperidad Agropecuaria* impulsa la seguridad alimentaria, la adaptación al cambio climático y el desarrollo territorial mediante mecanismos de financiamiento y cooperación técnica que crean condiciones habilitantes para ampliar la disponibilidad y el acceso a servicios financieros adecuados a la actividad agropecuaria. Esta estrategia se apoya en alianzas con organismos internacionales especializados, banca pública de desarrollo y comercial, mecanismos asociativos (como asociaciones y cooperativas) y fondos de inversión de impacto, entre otros actores.

Asimismo, la CAF actúa como una instancia articuladora de conocimiento y fortalecimiento institucional y promotora de una arquitectura financiera inclusiva que vincula productividad, sostenibilidad y resiliencia, con una visión amplia de los actores financieros globales y regionales, así como de las oportunidades para movilizar recursos propios y de terceros.

Fuente: Elaboración propia con base en documentos institucionales (Elorza, 2025).

Sin embargo, la reducción del crédito agrícola por parte del sector privado, junto con la evidencia de experiencias exitosas y los efectos de crisis económicas y climáticas, han impulsado una revalorización de su papel (Fernández-Arias & Rosas, 2021). Los bancos públicos de desarrollo bien gestionados pueden abordar fallas de mercado, canalizar financiamiento climático y movilizar inversión privada mediante esquemas de financiamiento

combinado o instrumentos de transferencia de riesgo.

En la región, destacan los casos de los FIRA en México y el BNDES en Brasil. FIRA combina fondos públicos y privados, utilizando instituciones financieras rurales para ofrecer líneas de crédito preferenciales respaldadas por garantías técnicas y financieras, orientadas a mejorar la productividad y la sostenibilidad.

El Banco do Brasil ha avanzado en integrar proyectos de créditos de carbono a su cartera de financiamiento, gracias a lo cual los productores pueden acceder simultáneamente a crédito convencional y a flujos adicionales derivados de la valorización de activos ambientales, lo que refuerza la sinergia entre productividad y sostenibilidad.

El [BNDES](#), a través del Programa [ABC](#), canaliza recursos hacia prácticas bajas en emisiones que generan ingresos adicionales mediante la valorización de activos ambientales (véase el recuadro [4.10](#)).

Los bancos públicos de desarrollo pueden operar como instituciones de primer

piso (atención directa a los clientes), de segundo piso (canalización a través de intermediarios financieros) o bajo esquemas mixtos. Los bancos de segundo piso, además de proveer recursos, pueden fortalecer las capacidades institucionales de los intermediarios mediante acciones de asistencia técnica.

**Recuadro 4.10. Créditos verdes condicionados a resultados: evidencia y lecciones de Avanzar2030**

El crédito condicionado a resultados ambientales es una herramienta que alinea productividad y sostenibilidad, integrando incentivos financieros con metas ambientales verificables.

**Contexto.** Avanzar2030 es un proceso sustentado en evidencia que identifica innovaciones prometedoras en los sistemas agroalimentarios para fortalecer la sostenibilidad ambiental, social y económica (IFPRI, [2023](#)). En este marco, y de particular interés para actores públicos y privados en Colombia, uno de los focos de atención son los mecanismos financieros que integran productividad y sostenibilidad, como los créditos condicionados a resultados ambientales.

**Protocolo de síntesis de evidencia.** El protocolo *Incentivizing Sustainability through Conditional Agricultural Credit: A Systematic Review Protocol* (Bonilla Londoño et al., [2025](#)) define cómo identificar, evaluar y sintetizar rigurosamente estudios *causales* (experimentales o cuasi-experimentales) que midan los efectos de programas de crédito con condicionalidades ambientales explícitas en agricultura y ganadería, priorizando a) la elegibilidad clara, b) los desenlaces ambientales y productivos, c) la calidad de identificación y d) la transparencia y reproducibilidad.

**Ejemplo ilustrativo (Brasil): adopción de [sistemas integrados cultivo-ganadería \(ICLS\)](#) y acceso a crédito.** Carrer et al. ([2020](#)) analizan 175 ganaderos de carne en São Paulo, comparando 66 adoptantes y 109 no adoptantes de [ICLS](#). El estudio evidencia una relación bidireccional entre acceso a crédito y adopción: el crédito facilita la adopción y, a su vez, adoptar sistemas integrados aumenta la demanda de crédito por mayores costos de inversión y operación. Este resultado es particularmente relevante en el contexto del [Programa de Agricultura Baja en Carbono \(ABC\)](#) del Gobierno de Brasil, que promueve tecnologías sostenibles mediante financiamiento público orientado a mitigar emisiones y mejorar la productividad (MAPA, [2010](#)).

**Hallazgos operativos:**

- **Barreras:** costos de transacción, burocracia, aversión al riesgo y restricciones geográficas limitan el acceso.
- **Condiciones habilitantes:** extensión agropecuaria, infraestructura de mercado, escala productiva, percepción de beneficios y disponibilidad de crédito local favorecen la adopción.
- **Implicaciones de política:** condicionalidades ambientales claras, trámites simplificados y el binomio crédito + extensión aceleran la adopción de prácticas sostenibles.

Condicionar el crédito a resultados ambientales alinea productividad y sostenibilidad.

Causalidad inversa: el crédito impulsa la adopción de prácticas sostenibles y la adopción eleva la demanda de crédito.

Fuente: Elaboración propia con base en Bonilla Londoño et al. ([2025](#)), Carrer et al. ([2020](#)), IFPRI ([2023](#)) y MAPA ([2010](#)).

Fortalecer las capacidades de los bancos públicos para evaluar proyectos sostenibles, incluyendo criterios ambientales, sociales y de gobernanza ([ASG](#)), resulta esencial para garantizar la canalización efectiva de recursos hacia la transición agroecológica y climáticamente inteligente.

En general, una oferta financiera sistémica requiere fortalecer las capacidades de los bancos públicos para evaluar proyectos, planes de inversión y riesgos agropecuarios, promoviendo el escalamiento tecnológico del sector.

#### Otras instituciones financieras

Los bancos comerciales movilizan depósitos, pero suelen concentrar sus operaciones en zonas urbanas y en actividades no agropecuarias. Cuando financian al sector, tienden a enfocarse en grandes productores. Para revertir esto, algunos gobiernos imponen regulaciones que obligan a abrir sucursales rurales o a destinar un porcentaje de los depósitos al crédito agropecuario, aunque estos mandatos también generan costos al sistema financiero.

Las cooperativas de ahorro y crédito, junto con los bancos comunitarios y comunales, están más orientadas hacia lo rural y poseen un mayor conocimiento local, lo que les permite cubrir parte del vacío dejado por la banca comercial. Sin embargo, enfrentan limitaciones de escala, dificultades para movilizar depósitos y riesgos de gestión derivados de marcos regulatorios menos exigentes.

Las instituciones de microfinanzas, en expansión desde los años de 1980, han mejorado su desempeño, aunque muchas dependen de fondos de donantes externos. Sus pequeños préstamos y frecuentes ciclos de repago no siempre se ajustan a los ritmos de la producción agropecuaria.

#### Financiamiento de cadenas de valor y mercados de capital

Otros enfoques promueven la asociación de productores (cooperativas u otras formas organizacionales) y su integración en cadenas de valor, lo que facilita el acceso a financiamiento y la adopción tecnológica. Existen, además, opciones vinculadas a los mercados de capitales, como los fondos de inversión y los fideicomisos privados (usados en Argentina y Uruguay), los fondos de capital de riesgo, los fondos de inversión de impacto y los fondos de pensiones, que requieren marcos regulatorios específicos para participar en actividades agropecuarias.

Cada tipo de institución financiera aporta capacidades distintas para atender las necesidades del sector. Las políticas deben adaptarse para fortalecer su desempeño, ampliar las opciones de crédito y facilitar la adopción tecnológica que incremente la productividad con sostenibilidad e inclusión.

Para que haya una mejor articulación entre instituciones financieras y eslabones productivos, es necesario una **gestión integral de riesgos en cadenas**. Siguiendo la taxonomía de riesgos en cadenas (mercado, operativo, crédito y liquidez), conviene mapear riesgos y asociar instrumentos: coberturas y contratos a término (mercado), certificaciones y trazabilidad digital (operativo), garantías recíprocas y *scoring* sectorial (crédito) y *confirming/factoring* (liquidez). Este enfoque integral alinea incentivos entre eslabones y reduce costos financieros.

#### 4.2.4 Nivel 3. Instrumentos financieros para la transformación productiva

El desarrollo de la productividad agropecuaria requiere ampliar y diversificar los instrumentos financieros disponibles. Estos deben ajustarse a las características

Diversificar las instituciones financieras rurales amplía la inclusión y acelera la adopción tecnológica.

Las cadenas de valor son un canal clave para vincular financiamiento, innovación y mercados en la agricultura.

Una oferta diversificada de instrumentos financieros facilita la inversión tecnológica y la inclusión financiera rural.

del sector —alto riesgo, estacionalidad y horizontes de inversión largos— y a la diversidad de productores, desde grandes empresas hasta pequeños agricultores familiares.

### **Créditos de corto y largo plazo**

El crédito sigue siendo el instrumento más utilizado. Los préstamos de corto plazo financian capital de trabajo — insumos y servicios—, mientras que los de inversión a largo plazo permiten incorporar tecnologías e infraestructura que mejoran la productividad. Sin embargo, el financiamiento bancario suele concentrarse en operaciones de corto plazo y en grandes productores, debido a limitaciones regulatorias y riesgos covariantes (clima, precios, plagas, estacionalidad). En muchos contextos la cosecha como colateral rara vez es aceptada por la banca, lo que restringe el acceso de pequeños y medianos productores a créditos de inversión.

Las regulaciones financieras, diseñadas para sectores urbanos, priorizan la liquidez y restringen el crédito de largo plazo. Sin embargo, existen innovaciones que adaptan los calendarios de pago a los ciclos agrícolas, como los esquemas del [Banco de la República Oriental del Uruguay \(BROU\)](#), que vinculan los desembolsos y pagos a la producción (Fernández-Arias & Rosas, 2021).

El desarrollo del crédito de largo plazo puede requerir financiamiento público o intermediación a través de los mercados de capitales, complementado por políticas que reduzcan el costo del crédito y mejoren el acceso.

### **Fricciones y asimetrías de información**

Altos costos de transacción, información incompleta, aversión al riesgo y dispersión geográfica limitan la intermediación y encarecen el crédito, especialmente para

productores pequeños. Reducir estas fricciones —con información estandarizada de proyectos, digitalización de expedientes, ventanillas únicas y escalamiento de canales— eleva la bancabilidad y facilita el crédito de inversión (Bernal, 2020; Hernández, 2020).

### **Reducir el costo del crédito**

La tasa de interés efectiva que enfrentan los productores refleja distintos componentes: el costo del dinero que el banco debe pagar por sus propios fondos (costo de fondeo), los gastos administrativos y de operación (costos institucionales), la prima asociada al riesgo de impago o pérdida (cobertura de riesgo) y el margen que compensa al banco por utilizar esos recursos, en lugar de destinarlos a otros sectores más rentables. Todos estos factores determinan el precio final del crédito que llega al productor<sup>9</sup>.

Los gobiernos pueden actuar sobre estos componentes mediante:

- Marcos macroeconómicos estables que controlen la inflación y reduzcan el riesgo financiero.
- Sistemas de garantías recíprocas o públicas que cubran parte del riesgo crediticio.
- Registros de tierras, hipotecas simplificadas y marcos legales ágiles para ejecutar garantías.
- Incentivos fiscales transparentes para cubrir costos administrativos de pequeños préstamos.
- Servicios de extensión y asistencia técnica orientados a la formulación de proyectos financiables, cuyo acompañamiento contribuya a una mayor previsibilidad de la productividad, en relación con la rentabilidad y la capacidad de repago.

La falta de garantías limita el acceso de pequeños productores al crédito de inversión.

Garantías, títulos de propiedad y asistencia técnica son claves para reducir el riesgo y abaratar el crédito.

<sup>9</sup> De forma esquemática, la tasa de interés del préstamo ( $INT_p$ ) puede descomponerse en costo de fondeo ( $INT_f$ ) + costos institucionales ( $C_i$ ) + cobertura de riesgo ( $C_r$ ) + margen bancario ( $CT_b$ ).

Adicionalmente, la educación e inclusión financiera—integradas al proceso crediticio—reducen los costos de transacción, mejoran la calidad de los proyectos y disminuyen la morosidad.

no obstante, la baja penetración responde, entre otros factores, al costo del reaseguro en carteras pequeñas y a la falta de canales de distribución especializados.

### Seguros y tecnologías digitales

Los seguros—convencionales, paramétricos o basados en índices— pueden reducir los riesgos tanto para productores como para bancos, aunque su adopción es aún limitada. La evidencia sectorial muestra que los seguros estabilizan ingresos y facilitan el acceso a crédito de inversión;

Las tecnologías digitales amplían la cobertura geográfica de los servicios financieros, reducen los costos de transacción y mejoran la evaluación crediticia mediante el uso de datos meteorológicos, de mercado y de comportamiento de pago. Plataformas como *IncluirTec* en Colombia demuestran cómo la digitalización puede facilitar la inclusión financiera de pequeños productores (véase el recuadro 4.11).

#### Recuadro 4.11. *IncluirTec* de Colombia: innovación digital para la inclusión financiera rural

Los seguros agropecuarios y las *agfintech* son aliados estratégicos para reducir los riesgos y ampliar la inclusión financiera.

La *agfintech* colombiana *IncluirTec* facilita el acceso al crédito formal de pequeños productores rurales mediante una plataforma digital con tres componentes: **Administrador** (gestión operativa), **Asesor** (uso en campo sin conexión) y **Autogestión** (solicitudes en línea). Desde 2023 ha tramitado más de 35 000 solicitudes —78 % de productores con menos de 5 ha— en 556 municipios. Su modelo reduce los costos operativos, mejora la calidad de la información y promueve la inclusión financiera rural.

Fuente: Elaboración propia con base en *OPSAa*.

### Instrumentos financieros alternativos

Además del crédito tradicional, es fundamental expandir otras formas de financiamiento:

- **Arrendamiento con opción de compra (*leasing*):** útil para maquinaria y equipos.
- **Certificados de depósito (*warrants*) y *factoring*:** facilitan liquidez sobre inventarios y facturas.
- **Préstamos dentro de cadenas de valor:** compradores o proveedores financian a productores, aunque a menudo con altos costos.
- **Bonos temáticos:** como los bonos verdes, sociales o azules y los bonos ligados a resultados, que ajustan las tasas de interés al cumplimiento de metas sostenibles.
- **Líneas de crédito contingentes:** facilitan liquidez ante choques climáticos o de precios, sin necesidad de reestructurar toda la deuda.
- **Seguros de insolvencia comercial:** cubren riesgo de no pago en operaciones de compraventa y fortalecen el financiamiento de capital de trabajo.
- **Financiamiento combinado (*blended finance*):** mezcla deuda

México fue uno de los primeros países de la región en emitir bonos temáticos agropecuarios Rogozinski & Moncada, *2021*).

o *equity* concesional con recursos privados, e incorpora fondos de asistencia técnica estructurante para preparar y monitorear proyectos.

### Mecanismos de mercado basados en activos ambientales: el caso del mercado de carbono y otras fuentes de ingresos ambientales

La operacionalización de los mercados de carbono bajo el artículo 6 del Acuerdo de París abre oportunidades de ingresos adicionales para productores y gobiernos, al permitir transacciones entre países y créditos certificados bajo estándares internacionales (UNFCCC, 2015). Estos mecanismos pueden atraer financiamiento climático y reorientar inversiones hacia actividades sostenibles.

Las oportunidades que ofrecen los mercados voluntarios de carbono constituyen también una ventana relevante y pueden sumarse como un aporte más en un conjunto de opciones, por ejemplo, en modelos de *blended finance*.

### Instrumentos de ahorro y pagos

El desarrollo financiero rural requiere también fortalecer los instrumentos del lado del ahorro: cuentas corrientes simplificadas, servicios de pago digital y microahorro. Estos productos les ayudan a los hogares rurales a gestionar flujos de efectivo, a reducir vulnerabilidades y a generar fondos locales para préstamos.

### Instrumentos diferenciados por tipo de productor

Los instrumentos financieros deben adaptarse al perfil y escala del productor.

- **Grandes empresas:** pueden acceder a crédito comercial o de mercado de capitales. **Productores familiares:** requieren esquemas flexibles,

asistencia técnica y garantías compartidas.

- **Paquetes para agricultura familiar:** combinan garantías parciales, microseguros, asesoría técnica y canales digitales de originación para reducir costos y riesgos sin elevar tasas.
- **Productores de subsistencia:** pueden beneficiarse más de transferencias productivas o pagos por servicios ambientales que del crédito convencional.

### 4.2.5 Nivel 4. Receptores finales del crédito y servicios financieros

El cuarto nivel del análisis se centra en los receptores de los fondos —los productores y otros agentes rurales— y en cómo deciden acceder al crédito y utilizarlo. Este nivel es decisivo, pues las mejores fuentes de fondeo o instrumentos financieros pierden eficacia, si la demanda no se traduce en inversiones productivas.

### Cómo deciden los productores endeudarse

Al evaluar si tomar un préstamo, los productores comparan la rentabilidad esperada de la inversión —ajustada por riesgo— con el costo total del crédito. Si la rentabilidad no supera la suma de la tasa de interés y los costos de transacción (trámites, garantías, transporte, etc.), el crédito no resulta atractivo. Además, los plazos y la moneda de los pagos deben alinearse con el flujo de ingresos de la actividad financiada<sup>10</sup>.

### Programas integrados de desarrollo y escalamiento tecnológico

El aumento sostenido de la productividad requiere vincular el crédito con programas que identifiquen, adapten y escalen

Bonos verdes y créditos ligados a resultados canalizan capital hacia la agricultura sostenible.

El diseño de instrumentos diferenciados permite la inclusión financiera sin aumentar los riesgos ni los costos.

El financiamiento solo impulsa la productividad cuando los productores pueden usarlo para inversiones rentables y sostenibles.

El acceso al crédito debe acompañarse de asistencia técnica, información de mercado y gestión de riesgos para traducirse en inversión.

<sup>10</sup> De forma simplificada, el productor toma crédito solo si la rentabilidad ajustada por riesgo ( $RI_{ajustada}$ ) es mayor que la tasa de interés del préstamo ( $INT_{préstamo}$ ) más los costos de transacción ( $C_{prod}$ ):  $RI_{ajustada} > INT_{préstamo} + C_{prod}$ .

tecnologías relevantes. Durante la Revolución Verde, este modelo combinó investigación, extensión y financiamiento público en condiciones preferenciales.

en campo ha demostrado eficacia. Experiencias como *Agroamigo Móvil* (Banco Nordeste, Brasil) y plataformas *agfintech* de originación remota combinan asesoría, simplificación documental y seguimiento productivo, lo que les permite ampliar la cobertura y reducir costos por operación.

Los fondos rotatorios y las plataformas integradas pueden escalar la innovación rural mediante inversión coordinada y asistencia técnica.

Hoy, se necesita un enfoque similar, pero orientado a la sostenibilidad, la adaptación y la resiliencia. Ejemplos como el Programa *ABC* en Brasil muestran cómo los créditos condicionados pueden alinear productividad y mitigación climática. Sin embargo, se requieren programas más amplios de desarrollo tecnológico, integrados a las *Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (CDN)* y a los Planes Nacionales de Adaptación (NAP) nacionales, que conecten la innovación con el financiamiento rural.

Mecanismos como el *Fondo Hemisférico para la Resiliencia y la Sostenibilidad de la Agricultura de las Américas (FoHRSA)* (recuadro 4.12) o los Fondos de Preparación y Ejecución de Proyectos (FPEP) pueden estructurar carteras de inversión con perfiles adecuados de riesgo y retorno, articulando fondos públicos y privados para financiar tecnologías sostenibles. Estos fondos funcionan como plataformas rotatorias, que recuperan parte de los costos de apoyo y monitoreo mediante los proyectos que financian.

La inclusión de buenas prácticas de originación digital y acompañamiento

#### Recuadro 4.12. Fondo Hemisférico para la Resiliencia y la Sostenibilidad de la Agricultura de las Américas (FoHRSA)

El *FoHRSA*, impulsado por los ministros de Agricultura de las Américas mediante la resolución 718 del Comité Ejecutivo del *IICA*, es una plataforma financiera y técnica para movilizar recursos hacia sistemas agroalimentarios sostenibles y resilientes. Opera como una instancia articuladora de fondos especializados y vehículos de inversión con rendimientos competitivos y canalizadora de capital hacia organizaciones, proyectos y territorios con impacto ambiental, social y económico. Su estructura combina mecanismos financieros con asistencia técnica y comercial, lo que le permite fortalecer capacidades y escalar soluciones innovadoras para la seguridad alimentaria, la adaptación y la sostenibilidad.

Fuente: Elaboración propia con base en *FoHRSA*.

Para que sean efectivos, se necesitan plataformas que vinculen investigación, evaluación de inversiones y acompañamiento técnico.

Las tecnologías pueden provenir de los *INIA*, el *FONTAGRO*, el *CGIAR*, el *CATIE* y universidades de las Américas.

#### Inversiones públicas complementarias que facilitan el financiamiento

El entorno en que operan los productores es tan determinante como el acceso al crédito (ver 4.1). Las inversiones públicas en bienes públicos críticos reducen los riesgos y los costos de transacción, lo que crea condiciones para que el financiamiento privado fluya con mayor efectividad.

Dichas inversiones se orientan a infraestructura logística y digital, investigación y desarrollo agropecuario, extensión, servicios sanitarios y fitosanitarios, riego, titulación de tierras, seguros agrícolas, sistemas de garantías y protección de cuencas y ecosistemas. La interoperabilidad de sistemas de información —catastral, productivo, climático y financiero— acelera la

evaluación de proyectos, reduce asimetrías y facilita el escalamiento tecnológico financiable.

En suma, una arquitectura financiera inclusiva que diversifique fuentes de fondeo, fortalezca las instituciones canalizadoras,

amplíe el menú de instrumentos y vincule el crédito con asistencia técnica, gestión de riesgos y bienes públicos es condición para que la innovación tecnológica se traduzca en productividad sostenida con sostenibilidad e inclusión.

Las inversiones en bienes públicos multiplican el efecto del crédito privado al reducir costos, riesgos y barreras de acceso.

### 4.3 Asistencia técnica y extensión rural (ATER)

Los servicios de [ATER](#), concebidos desde un enfoque integral para el fortalecimiento de capacidades, constituyen una palanca para la transformación de los sistemas agroalimentarios de la región, al impulsar mejoras sostenidas en la productividad agrícola que fortalecen su contribución al desarrollo económico, social y ambiental. En el contexto actual (véase el capítulo 2, en particular [2.4.2](#)), estos servicios pueden desempeñar un papel clave como catalizadores de innovación, facilitadores de articulación territorial y promotores de capacidades para una agricultura más resiliente, especialmente cuando se sustentan en un financiamiento adecuado y en innovaciones políticas, institucionales, financieras y tecnológicas.

Uno de los principales cuellos de botella que enfrentan actualmente los servicios de extensión en la región es su débil sostenibilidad financiera. A pesar del reconocimiento político de su relevancia, en muchos países los presupuestos públicos destinados al extensionismo son limitados e inestables y carecen de una visión estratégica de largo plazo. Además, la falta de coordinación entre agencias y niveles de gobierno reduce la eficiencia del gasto, y existen escasas sinergias con el sector privado y la cooperación internacional. Esto ha dificultado la expansión, calidad y pertinencia de los servicios prestados, especialmente en territorios más vulnerables o rezagados.

Superar estas restricciones implica avanzar hacia modelos híbridos e innovadores para la provisión de servicios, que combinen enfoques digitales y presenciales, integren mecanismos de financiamiento mixto (público, privado y multilateral) y se articulen con los sistemas locales de innovación y desarrollo territorial. Asimismo, se requiere un enfoque más integral para el fortalecimiento de capacidades, que contemple tanto los aspectos técnicos como las dimensiones organizativas y socioeconómicas de los productores rurales.

En esta sección analizaremos cuatro dimensiones clave para desplegar el potencial transformador de los servicios de [ATER](#) en América Latina: a) el fortalecimiento integral de capacidades técnicas y organizativas de los productores; b) la innovación metodológica mediante modelos híbridos de extensión; c) la articulación con sistemas territoriales de innovación; y d) la incorporación de enfoques de sostenibilidad. Desde una mirada crítica y propositiva, se busca aportar evidencia y recomendaciones para repensar el rol del extensionismo como palanca para la transformación de los sistemas agroalimentarios de la región.

#### 4.3.1 Fortalecimiento integral de capacidades técnicas y organizativas de productores rurales

El fortalecimiento integral de las capacidades técnicas y organizativas de

La [I+D](#) y la extensión muestran [TIR](#) sustanciales en el desarrollo y difusión de tecnologías; en el caso de [ALC](#), la revisión de programas de extensión encuentra una [TIR](#) media de 46 % (Mogues et al., [2012](#)).

Por “capacidad” entendemos un conjunto amplio de competencias técnicas, organizativas, comerciales y estratégicas que les permiten a los productores mejorar su desempeño, adaptarse a los cambios y fortalecer su vínculo con el entorno institucional.

Evaluar el extensionismo requiere medir no solo rendimientos, sino también autonomía, organización y resiliencia, reconociendo que las capacidades se construyen con tiempo y coherencia.

Invertir en capital humano rural y en una institucionalidad sólida es condición para que el extensionismo se consolide como un bien público estratégico y sostenible.

los productores rurales constituye uno de los pilares fundamentales para avanzar hacia sistemas agroalimentarios más productivos, sostenibles, inclusivos y resilientes. Este enfoque no se limita a la transferencia de tecnologías o conocimientos específicos, sino que reconoce la necesidad de promover un desarrollo integral de competencias que les permita a los productores tomar decisiones informadas, innovar, articularse colectivamente y acceder a mercados y servicios de forma más equitativa y eficiente. Desde esta perspectiva, los servicios de **ATER** desempeñan un rol central en la generación y consolidación de capacidades productivas, adaptativas y organizativas. El concepto de “capacidad” debe entenderse de manera amplia, incluyendo aspectos técnicos (mejores prácticas de producción, manejo sanitario, gestión de recursos), organizativos (liderazgo, toma de decisiones colectivas, gobernanza), comerciales (negociación, agregación de valor, formalización) y estratégicos (resiliencia climática, sostenibilidad, vinculación institucional).

De acuerdo con la FAO (2016), las intervenciones más efectivas en este ámbito son aquellas que se diseñan desde una lógica participativa y territorial, con base en diagnósticos compartidos, acompañamiento técnico sostenido y generación de confianza entre actores.

El fortalecimiento de capacidades organizativas ha sido clave en procesos de transformación territorial en países como Ecuador<sup>11</sup>, con las Escuelas de Campo Forestal del Ministerio de Agricultura y Ganadería, o México, con las Agencias de Desarrollo Rural (García Palacios & Moyano, 2019). Estas experiencias han puesto en valor el rol del extensionismo no solo como transmisor de información, sino también como facilitador de procesos sociales, articulador institucional y promotor de gobernanza local.

Un componente crítico de esta estrategia es la inversión en capital humano rural. Para que los servicios de **ATER** sean capaces de promover capacidades integrales, es necesario contar con equipos técnicos multidisciplinarios con formación en metodologías participativas, enfoque territorial, interculturalidad y competencias socioemocionales (Becerra-Encinales et al., 2025; Fabregas et al., 2022). A su vez, los sistemas de formación y actualización de extensionistas deben fortalecerse, articulando esfuerzos de los sistemas públicos de capacitación, universidades, institutos técnicos y plataformas de aprendizaje digital.

El fortalecimiento de capacidades también requiere una visión de largo plazo en la política pública, con financiamiento suficiente, estrategias diferenciadas según tipo de productor y territorio, y marcos institucionales que valoren el rol del extensionismo como un bien público estratégico. Según CEPAL et al. (2023), dos de los principales cuellos de botella en la región siguen siendo la fragmentación institucional y la ausencia de una arquitectura organizativa que sustente el trabajo técnico y social necesario para el desarrollo rural inclusivo.

Por último, resulta clave avanzar hacia modelos de evaluación de impacto que no se limiten a indicadores técnicos (por ejemplo, rendimientos o adopción de tecnología), sino que midan también cambios en las capacidades organizativas, en la autonomía de los productores, en la calidad de las relaciones con el entorno institucional y en la resiliencia frente a crisis. Esto implica reconocer que el fortalecimiento de capacidades no es un resultado inmediato, sino un proceso acumulativo que requiere tiempo, coherencia y articulación.

<sup>11</sup> <https://www.agricultura.gob.ec/productores-de-tungurahua-se-capacitan-en-la-escuela-de-campo-forestal>

#### 4.3.2 **ATER** mediante modelos híbridos (digital + presencial)

La transformación digital de la agricultura en **ALC** ha abierto oportunidades significativas para fortalecer los servicios de **ATER**, especialmente mediante la implementación de modelos híbridos que combinan estrategias presenciales y digitales (Clavijo et al., 2024). Estos modelos, también llamados **Sistemas Mixtos de Extensión Rural (SISMER)**, que emergen como una respuesta a las limitaciones de cobertura, financiamiento y capacidad institucional que han afectado históricamente al sector, se presentan como una vía eficaz para mejorar la calidad, equidad y sostenibilidad de los servicios de asesoría técnica.

Los **SISMER** permiten diseñar esquemas de extensión más adaptables, accesibles y costo-eficientes, en los que las herramientas digitales —como grupos de mensajería, plataformas interactivas, aplicaciones móviles o inteligencia artificial— complementan y potencian las interacciones presenciales. De acuerdo con el estudio coordinado por el **IICA**, la **FAO** y la **CEPAL** (Barrera et al., 2023), la base operativa de estos sistemas está dada por los grupos de mensajería digital, especialmente WhatsApp, que se han constituido como nodos de coordinación territorial, intercambio de conocimientos y acompañamiento técnico a bajo costo, siendo percibidos por productores y extensionistas como instrumentos accesibles, familiares y eficaces (ver el recuadro 4.13).

En países de **ALC** la cobertura de los servicios públicos de extensión agrícola tradicional no supera el 30 % del total de productores; mientras que el rango de atención de productores por extensionista varía entre 20 y 600 según país (Saavedra et al., 2023).

#### **Recuadro 4.13. Extensión rural digital con WhatsApp en Uruguay**

Durante el primer semestre de 2025, en Uruguay se implementó una experiencia piloto de extensión digital con grupos de WhatsApp que vinculó a productores ganaderos de la Comisión Nacional de Fomento Rural y la Cooperativa El Fogón. La iniciativa, apoyada por el **BID**, el **IICA**, la Dirección General de Desarrollo Rural y el Instituto Plan Agropecuario, mejoró notablemente la comunicación y la retroalimentación entre técnicos y productores, ampliando el alcance y la eficiencia de la información.

El uso de la **inteligencia artificial (IA)** emergió como un aporte inesperado para analizar dinámicas grupales y optimizar estrategias de extensión basadas en datos. Entre los principales desafíos se destacaron la gestión del tiempo, el dominio de las herramientas y las brechas en alfabetización digital, que subrayan la necesidad de desarrollar capacidades previas.

La experiencia confirmó la importancia de planificar y moderar activamente los grupos, establecer normas de funcionamiento y reconocer el trabajo de extensión digital como parte del horario institucional. Su sostenibilidad depende de integrar estos procesos en la estructura organizacional y de capacitar facilitadores en habilidades técnicas y de gestión de participación.

Fuente: Los autores.

El escalamiento de experiencias de extensión digitales requiere integrar la comunicación digital en los procesos institucionales y en la gestión del talento humano.

#### 4.3.3 **Articulación de servicios ATER con sistemas locales y territoriales de innovación**

El uso de estos grupos ha evolucionado desde esquemas espontáneos y

descentralizados hacia formas más estructuradas, vinculadas a ciclos productivos, planificación técnica, contenidos multiformato (fichas técnicas, videos, alertas sanitarias) y estrategias de producción editorial. Así, se genera un

nuevo ecosistema de extensión basado en redes digitales articuladas a territorios o cadenas productivas específicas, muchas veces organizadas como *hubs* territoriales digitales. Estos *hubs* permiten coordinar múltiples actores (productores, instituciones públicas, empresas, universidades) y funciones (asesoría técnica, monitoreo, comercialización, educación) a partir de la convergencia de tecnologías de bajo umbral de adopción.

Por su parte, el informe de la [Red Latinoamericana de Servicios de Extensión Rural \(RELASER\)](#) y el [Foro Global para los Servicios de Asesoramiento Rural \(GFRAS\)](#) (Saavedra et al., 2023) refuerza esta perspectiva, al sistematizar más de 80 experiencias de innovaciones digitales en extensión agrícola en América Latina. Estas experiencias muestran que los modelos híbridos han logrado expandir la cobertura de estos servicios, llegando en algunos casos a decenas de miles de usuarios, especialmente a jóvenes y mujeres rurales.

Los factores que han impulsado el desarrollo de estos modelos incluyen: a) la

baja cobertura histórica del extensionismo presencial; b) la pandemia por COVID-19, que forzó la innovación en formas de contacto remoto; c) el avance de la conectividad móvil, especialmente en zonas rurales con acceso a telefonía celular; y d) la necesidad urgente de mejorar la resiliencia climática mediante sistemas de alerta temprana, educación sanitaria y monitoreo remoto (véase el recuadro 4.14).

Pese a su potencial, los modelos híbridos enfrentan desafíos importantes: la escasa alfabetización digital de algunos segmentos de productores, las brechas de conectividad rural, la falta de sistemas robustos de seguimiento y evaluación del impacto, y la necesidad de capacitar a los extensionistas en competencias digitales, metodologías participativas y análisis territorial.

En definitiva, los modelos híbridos no buscan reemplazar el extensionismo tradicional, sino potenciarlo y democratizarlo, reconociendo que la innovación tecnológica debe estar al servicio del desarrollo territorial, la sostenibilidad ambiental y la equidad social.

Los modelos híbridos han logrado expandir la cobertura del extensionismo, la cual históricamente abarcaba entre el 10 % y el 30 % de los productores potenciales (Saavedra et al., 2023).

#### Recuadro 4.14. Sistema de alerta temprana para el tizón tardío en la papa

Además de WhatsApp, se han utilizado plataformas especializadas que integran imágenes satelitales, datos climáticos y diagnósticos sanitarios, como en el caso del sistema de alerta para tizón tardío desarrollado por el [INIA](#) de Chile. Posteriormente, el Proyecto *Alerta temprana para el manejo del tizón tardío de la papa* ([FONTAGRO](#)) permitió validar el sistema y generar una red de especialistas conformada por equipos del [INIA](#) (Chile), el [INTA](#) (Argentina), el [INIAP](#) (Ecuador), la Oficina del [IICA](#) en Ecuador y el [IDIAP](#) (Panamá).

Estas soluciones han permitido personalizar las recomendaciones técnicas, reducir en un 50 % la cantidad de aplicaciones de fungicida y anticipar decisiones agronómicas en contextos de alta variabilidad climática (Acuña-Bravo et al., 2023).

Fuente: Adaptado de Acuña-Bravo et al. (2023).

La integración de datos climáticos y satelitales en la extensión agrícola permite anticipar decisiones y reducir pérdidas productivas.

La articulación entre los servicios de extensión rural y los sistemas locales y territoriales de innovación se ha consolidado

en la última década como una estrategia clave para promover intervenciones más pertinentes, contextualizadas y sostenibles.

El enfoque tradicional de transferencia unidireccional de tecnologías ha sido ampliamente superado por visiones más integrales, que conciben la innovación como un proceso social y no lineal, resultado de la interacción entre múltiples actores, saberes, intereses y niveles de decisión (Klerkx et al., 2012).

Los [Sistemas de Innovación Agrícola \(SIA\)](#) —conceptualizados como redes de instituciones, organizaciones y personas que interactúan para generar, adaptar y aplicar conocimiento— encuentran en los territorios su expresión más concreta y dinámica. En [ALC](#), diversas experiencias impulsadas por gobiernos, agencias de cooperación internacional y organizaciones de productores han demostrado que el extensionismo puede desempeñar un papel fundamental como facilitador de procesos colaborativos de innovación, al actuar como puente entre el conocimiento técnico-científico y movilizar las prioridades del territorio y las políticas públicas (Trivelli, 2022).

Sin embargo, esta función exige una transformación profunda tanto del perfil del extensionista como de la institucionalidad del sistema de extensión. Más allá de ser transmisores de paquetes tecnológicos, los agentes de extensión deben asumir los roles de articuladores, mediadores y dinamizadores de redes, considerando que intervenir en los territorios y en su desarrollo es, ante todo, un esfuerzo de coordinación en torno a un proyecto estratégico de transformación.

En el desarrollo territorial no existen instrumentos de inversión que no estén presentes en los programas sectoriales. Su valor agregado radica en la capacidad de concertar y coordinar dichos instrumentos y, en un sentido más amplio, a los actores, las instituciones y los recursos y capacidades de los distintos ámbitos sectoriales, para impulsar una agenda genuinamente territorial que trascienda la mera suma de sus partes (Berdegué & Favareto, 2019). Diversas iniciativas en la región ilustran este cambio de enfoque (véase el recuadro 4.15).

El extensionismo puede desempeñar un papel fundamental como facilitador de procesos colaborativos de innovación, al actuar como puente entre el conocimiento técnico-científico y la movilización de las prioridades del territorio y de las políticas públicas.

Para asumir los roles de articulación y dinamización de los territorios, se requiere que los agentes de extensión cuenten con formación en enfoques participativos, gestión de conflictos, análisis territorial y metodologías de innovación abierta, así como con el respaldo institucional para trabajar de forma flexible y adaptativa (GFRAS, 2016).

#### Recuadro 4.15. Experiencias de innovación territorial en América Latina

El programa *Plataformas de Innovación Territorial*, promovido por la [RELASER](#) y socios nacionales en países como Perú, Honduras y Uruguay, ha impulsado espacios de encuentro con resultados concretos en el codiseño de soluciones tecnológicas y organizativas adaptadas a cada contexto territorial (Romero & Báez, 2013).

En Argentina, la experiencia del [INTA](#) demuestra cómo los Consejos Locales Asesores y los Proyectos Regionales con Enfoque Territorial orientan la investigación y la extensión desde las prioridades locales, fomentando procesos de innovación más eficaces y sostenibles (Torrado & Catullo, 2017).

Fuente: Los autores con base en fuentes citadas.

En términos institucionales, la articulación efectiva con sistemas locales de innovación requiere cambios en tres niveles:

a) **Político-institucional**, fortaleciendo marcos normativos y estrategias que promuevan la coordinación interinstitucional y la descentralización de la toma de decisiones.

b) **Operacional**, promoviendo mecanismos de gobernanza territorial que integren actores diversos y fomenten la corresponsabilidad en la definición de agendas de innovación.

c) **Financiero**, desarrollando esquemas de cofinanciamiento y fondos concursables orientados a la innovación con enfoque territorial.

Las plataformas territoriales de innovación fortalecen la vinculación entre investigación, extensión y actores locales, al generar espacios de codiseño de soluciones adaptadas a cada contexto.

La asistencia técnica y los servicios de extensión agrícola tienen un impacto positivo en las tasas de adopción de tecnologías y prácticas sostenibles (Piñeiro et al., 2020).

El enfoque participativo en comunidades mayas en Yucatán muestra la necesidad de metodologías sensibles a la cultura, que reconozcan el valor del conocimiento indígena y local como base para estrategias adaptativas (Rosado-May et al., 2025).

Las prácticas sostenibles no se escalan con recetas técnicas, sino con procesos de aprendizaje colectivo y construcción social facilitados por la extensión rural (ComMutiny – *The Youth Collective and the RAISE Consortium Partners*, 2024).

Finalmente, es importante subrayar que la articulación de servicios de [ATER](#) con los sistemas territoriales de innovación no debe concebirse como un fin en sí mismo, sino como una vía para fortalecer las capacidades endógenas de los territorios para resolver sus propios problemas, gestionar el cambio y construir un desarrollo rural más inclusivo y sostenible. Este enfoque no solo mejora la eficacia de las políticas públicas, sino que contribuye a democratizar el acceso al conocimiento, empoderar a los actores rurales y revalorizar sus saberes en los procesos de transformación agroalimentaria.

#### 4.3.4 Incorporación de la mitigación y adaptación a eventos climáticos extremos en los servicios de extensión

El aumento de los eventos climáticos extremos, que afectan la estabilidad productiva, la seguridad alimentaria y la resiliencia rural, es uno de los principales desafíos para la agricultura en [ALC](#). Sequías, alteraciones hidrológicas y mayor variabilidad climática impactan los rendimientos, la salud animal y los recursos naturales, lo que exige reorientar los servicios de [ATER](#) hacia la construcción de una agricultura más resiliente. Los servicios de [ATER](#) pueden contribuir de forma estratégica en al menos cuatro frentes:

- a) Sensibilización y educación climática de productores y actores locales.
- b) Transferencia de tecnologías y prácticas de [acuerdos comerciales internacionales \(ACInt\)](#).
- c) Generación de información agroclimática y sistemas de alerta temprana.
- d) Articulación con políticas públicas y financiamiento climático.

En el ámbito de la adaptación, los extensionistas pueden facilitar la planificación predial con enfoque climático, la diversificación productiva, la gestión eficiente del agua, el mejoramiento genético y el manejo integrado de suelos. En cuanto a la mitigación, su rol es clave en la promoción de prácticas de bajo carbono como la agricultura de conservación, el uso racional de fertilizantes, el manejo silvopastoril, la transición energética rural y la gestión de residuos orgánicos.

Un enfoque particularmente potente en este contexto es el de la agroecología, el cual no solo contribuye a la resiliencia climática de los sistemas productivos, sino que también promueve la sostenibilidad ecológica, la equidad social y la soberanía alimentaria. La agroecología enfatiza la diversificación, el uso eficiente de los recursos locales, la recuperación de conocimientos ancestrales y el fortalecimiento de redes de cooperación entre productores. Su implementación a escala requiere mecanismos eficaces de acompañamiento técnico y facilitación territorial, funciones que históricamente han desempeñado los servicios de extensión.

Las publicaciones recientes destacan que la agroecología no es simplemente una propuesta técnica, sino una transformación social que exige enfoques de extensión basados en el empoderamiento, el aprendizaje colectivo y la co-construcción de conocimiento.

Además, la consolidación de comunidades de práctica y el fomento de aprendizajes entre pares se han identificado como mecanismos claves para escalar la agroecología. Los servicios de extensión pueden actuar como catalizadores de estas redes, al promover el intercambio horizontal, el registro de experiencias exitosas y la movilización de políticas

públicas favorables. En este sentido, las políticas agroecológicas que se están impulsando en varios países incluyen explícitamente el fortalecimiento de los servicios de extensión como condición habilitante para la transición sostenible.

Diversas experiencias en la región ya muestran avances en esta dirección. En Chile, el [INIA](#), junto con actores públicos y regionales, ha desarrollado sistemas de medición y reducción de emisiones de metano en arroz bajo distintos esquemas de manejo (ver el recuadro [4.16](#)). En Colombia (FAO, [2025b](#)), los programas de asistencia técnica han incorporado diagnósticos de vulnerabilidad climática y prácticas

adaptativas en los planes prediales de agricultores familiares.

No obstante, persisten desafíos: marcos normativos débiles, baja inversión pública, escasa formación climática en los equipos técnicos y una limitada articulación entre extensión, investigación y financiamiento verde. Superar estos desafíos implica transitar hacia servicios de [ATER](#) climáticamente inteligentes y agroecológicamente sensibles, capaces de acompañar procesos territoriales complejos, generar evidencia de impacto y dinamizar políticas coherentes con los compromisos internacionales en adaptación y mitigación.

**Recuadro 4.16. Innovación participativa para el arroz climáticamente inteligente en Chile**

En respuesta a los desafíos climáticos, el [INIA](#) de Chile impulsa desde 2020 una estrategia de Arroz Climáticamente Inteligente basada en la metodología de [Grupos de Innovación Participativa \(GIP\)](#), orientada a reducir emisiones de metano y a mejorar la sostenibilidad y rentabilidad del cultivo. Los grupos reúnen a agricultores de diversas escalas, investigadores, asesores técnicos, empresas molineras, equipos de [INIA](#), profesionales del [Instituto de Desarrollo Agropecuario \(INDAP\)](#) y autoridades locales para codiseñar prácticas adaptativas como la siembra directa en seco, el riego intermitente y el desarrollo de variedades aeróbicas.

La combinación de mediciones científicas de emisiones con la validación en campo ha generado evidencia local sólida y socialmente apropiada, fortaleciendo redes de confianza y retroalimentando las agendas de investigación y política pública.

Experiencias similares, como la [NAMA](#) de arroz en Panamá (véase el recuadro [4.7](#)), confirman la relevancia de estos enfoques colaborativos para escalar prácticas bajas en emisiones en la región.

Fuente: [INIA](#) Chile e IICA (Blog-IICA, 2025).

El enfoque de innovación participativa aplicado al arroz climáticamente inteligente en Chile muestra el potencial de articular investigación, extensión y productores para reducir emisiones y fortalecer la resiliencia agrícola.

La transformación de los servicios de [ATER](#) en [ALC](#) es imprescindible ante la creciente complejidad del entorno agroalimentario. La evidencia muestra al extensionismo como una palanca estratégica para la productividad sostenible e inclusiva, la innovación territorial y la resiliencia. Ello exige: a) aplicar enfoques

integrales, participativos y territorializados para fortalecer capacidades técnicas y organizativas; b) utilizar modelos híbridos (presencial + digital) que amplíen la cobertura y la pertinencia por medio de la planificación, la formación de facilitadores y la institucionalización del trabajo digital; c) llevar a cabo un proceso de articulación

Repensar contenidos y metodologías y reconocer el papel del extensionista como facilitador, articulador institucional y promotor de capacidades endógenas.

efectiva con sistemas locales de innovación mediante arreglos de gobernanza y financiamiento orientados a la innovación; y d) posicionar la [ATER](#) como agente de transición hacia sistemas resilientes y bajos en emisiones, conectando información climática y financiamiento verde.

Con base en lo anterior, se proponen las siguientes recomendaciones:

Reforzar instituciones, capacidades humanas, innovación digital y financiamiento por resultados para consolidar sistemas de [ATER](#) sostenibles y productivos.

- a) Fortalecer institucionalmente los servicios de [ATER](#) mediante una visión estratégica, la provisión estable de financiamiento orientado al logro de resultados en materia de productividad sostenible e inclusiva, y la articulación con otros sectores de política pública.
- b) Invertir en capital humano, asegurando la formación continua de extensionistas en metodologías participativas, herramientas digitales, gestión del conocimiento y enfoque climático.
- c) Consolidar plataformas híbridas de extensión que combinen el trabajo presencial con las ventajas de las

tecnologías digitales, incorporando indicadores de productividad y adopción tecnológica.

- d) Promover esquemas de cofinanciamiento y alianzas multiactor para escalar experiencias exitosas y construir sistemas de [ATER](#) sostenibles, diversos y resilientes.
- e) Implementar fondos concursables y suscribir contratos por resultados que remuneren las mejoras verificadas en productividad y sostenibilidad.

La transformación de los servicios de [ATER](#) no es una tarea menor ni inmediata, pero constituye un paso imprescindible para que la agricultura fortalezca su contribución a los sistemas agroalimentarios mediante mejoras sostenidas en la productividad, respaldadas por un financiamiento adecuado y por innovaciones políticas, institucionales, financieras y tecnológicas. Solo así podrá consolidarse una agricultura más competitiva, resiliente e inclusiva, capaz de responder a los desafíos del presente y de construir alternativas viables para el futuro.

#### 4.4 Tecnologías aplicadas a la mejora de la productividad

La aceleración del cambio tecnológico está redefiniendo las posibilidades de la agricultura en la región. En un contexto donde los recursos son cada vez más limitados y las exigencias ambientales y productivas son mayores, las tecnologías agrícolas emergen no solo como herramientas, sino también como catalizadoras de una nueva forma de producir. Permiten transitar de prácticas basadas en un mayor uso de insumos hacia sistemas que dependen más del conocimiento, la precisión y la innovación. Desde la digitalización hasta la biotecnología y la robotización, estas soluciones amplían los márgenes de eficiencia, habilitan decisiones informadas

y fortalecen la resiliencia de los sistemas productivos frente a la variabilidad climática y económica. Esta sección presenta ese abanico de tecnologías y muestra cómo su incorporación, acompañada de políticas adecuadas y financiamiento oportuno, puede transformar la productividad y abrir nuevas oportunidades para productores de todas las escalas.

##### 4.4.1 Tipología de tecnologías agrícolas

Desde el punto de vista de sus objetivos, el enfoque de las tecnologías agrícolas ha transitado desde una visión centrada en (i) el incremento de la productividad laboral

(p. ej., mecanización) y (ii) el aumento de la productividad de la tierra (p. ej., riego, fertilizantes, pesticidas) hacia una visión más holística que abarca objetivos como (iii) el aumento de la eficiencia en el uso del agua (p. ej., riego de precisión), (iv) la gestión ambiental (p. ej., sistemas de información geográfica), (v) la gestión adaptada a las condiciones locales (p. ej., agricultura de precisión), (vi) la reducción de la intensidad en las emisiones de gases de efecto invernadero (p. ej., aplicaciones biotecnológicas para el desarrollo de variedades) y (vii) la gestión integral de recursos y procesos (p. ej., analítica de datos), entre otras.

Considerando esa evolución, así como su propósito, modalidad tecnológica, etapa de la cadena de valor, escala de aplicación e impacto en la sostenibilidad, se propone la siguiente tipología de tecnologías agrícolas, a partir de la cual se desarrollarán los contenidos de esta sección y la siguiente:

1. **Tecnologías de la agricultura digital y la agricultura de precisión**, que permiten el desarrollo de una agricultura basada en datos que contribuye a la optimización de recursos (p. ej., ["Internet of Things" o Internet de las cosas \(IoT\)](#), sistemas de sensores, inteligencia artificial, aprendizaje automático – machine learning, sistemas guiados por [Sistema de Posicionamiento Global \(GPS\)](#), drones e imágenes de satélite, tecnologías de tasa variable de aplicación, monitoreo y mapeo de rendimientos, gestión de cultivos específica de sitio).
2. **Tecnologías para la gestión sostenible de los recursos**, orientadas a la gestión sostenible del agua (p. ej., riego de precisión, reciclaje), a la mejora de la salud del suelo (p. ej., prácticas regenerativas), al control de plagas y enfermedades

(p. ej., manejo integrado de plagas, biocontrol) y a la fertilización de los cultivos (p. ej., fertilizantes, agroquímicos, bioinsumos).

3. **Biotechnologías e ingeniería genética**, enfocadas en aumentar el potencial biológico (p. ej., ingeniería genética avanzada, tales como edición de genes, selección asistida de marcadores y cultivo de tejidos, genómica para la mejora en la ganadería).
4. **Automatización y robótica**, orientadas al aumento de la eficiencia y la reducción de la mano de obra (p. ej., maquinaria agrícola autónoma, drones para el monitoreo aéreo, aplicaciones de precisión y recopilación de datos, sistemas robóticos para la cosecha).
5. **Agricultura de ambientes controlados**, orientadas a la optimización del espacio (p. ej., agricultura vertical, hidroponía y aeroponía, invernaderos inteligentes).
6. **Tecnologías para cadenas de valor**, tales como las orientadas a la trazabilidad de alimentos ((p. ej., blockchain) y a la transparencia en las cadenas de suministro.

#### 4.4.2 Tecnologías y plataformas digitales

Las tecnologías digitales —como la inteligencia artificial ([IA](#)), el Internet de las Cosas ([IoT](#)), la robótica, los sensores, el aprendizaje automático y el Big Data— están impulsando una transición estructural hacia una [Agricultura Digital \(AD\)](#) que redefine la forma en que se produce, se gestiona y se toman decisiones en el agro.

Su aporte central es transformar datos dispersos en información accionable para producir más y mejor con menos

Las tecnologías agrícolas han pasado de centrarse en aumentar la productividad laboral y de la tierra a incorporar objetivos de sostenibilidad, eficiencia, adaptación local y gestión integral de recursos.

recursos: optimizan el uso de agua, fertilizantes y energía; mejoran la sanidad vegetal y animal; reducen pérdidas y desperdicios; y fortalecen la capacidad de anticipar riesgos climáticos y productivos (Abiri et al., 2023; Rotz et al., 2019).

En este marco, estas herramientas constituyen la base de la [agricultura de precisión \(AP\)](#), que permite intervenciones precisas y decisiones informadas mediante el uso sistemático de datos captados por sensores, drones o satélites, lo que contribuye a aumentar la productividad, a reducir costos y a disminuir presiones sobre los ecosistemas (Abiri et al., 2023; Oliveira & Silva, 2023).

El despliegue de la agricultura digital depende de cinco factores habilitantes: la disponibilidad de datos, la capacidad de cómputo para analizarlos mediante algoritmos avanzados, la conectividad e interoperabilidad que permiten el flujo de información, la gestión del conocimiento que traduce datos en decisiones y la automatización y robótica que ejecutan tareas con precisión (Abiri et al., 2023).

Sin embargo, para que estas tecnologías transformen realmente los sistemas productivos, los países requieren condiciones específicas: conectividad rural confiable y asequible; infraestructura de datos —sensores, dispositivos [IoT](#), plataformas de almacenamiento y

procesamiento en la nube—; capacidades técnicas y digitales en productores, extensionistas e instituciones públicas; servicios de soporte para interoperabilidad, seguridad digital y mantenimiento; y modelos de negocio accesibles, especialmente para pequeños productores. La [IA](#), por ejemplo, requiere imágenes georreferenciadas y bases de datos históricas para su entramiento y validación; mientras que el [IoT](#) depende de sensores calibrados y redes de transmisión de datos confiables.

En la región ya existen ejemplos que muestran cómo la articulación institucional, la innovación pública y la colaboración con el sector privado pueden generar avances concretos.

Iniciativas como incubadoras tecnológicas, plataformas de asistencia técnica digital, aceleradoras de emprendimientos agtech, sistemas de identificación y trazabilidad digital, o laboratorios de validación de tecnologías en campo —resumidas en el cuadro 4.2— ilustran el potencial de la digitalización para modernizar los sistemas agroproductivos. Aunque muchas de estas experiencias siguen siendo incipientes, confirman que la combinación de políticas adecuadas, capacidades institucionales y ecosistemas de innovación activos puede acelerar la adopción tecnológica en los territorios rurales.

La [IA](#) en agricultura habilita el monitoreo y diagnóstico tempranos y optimiza el uso de agua e insumos, elevando la productividad y reduciendo impactos ambientales.

El [IoT](#) integra sensores y maquinaria para captar y transmitir datos en tiempo real.

Ejemplos en [ALC](#) de digitalización agropecuaria que fortalecen capacidades, conectividad y adopción tecnológica incluyen incubadoras, plataformas digitales, aceleradoras y laboratorios de innovación.

**Cuadro 4.2: Iniciativas de digitalización agropecuaria en países seleccionados de América**

País	Iniciativa	Resumen
Brasil	Cámara de Innovación Agrodigital	Espacio público-privado que orienta políticas públicas para la transformación digital del agro mediante grupos de trabajo en conectividad, capacitación, agrofintech, cadenas productivas, entre otros.

Cuadro 4.2. (Continuación)

País	Iniciativa	Resumen
Brasil	TechStart Agro Digital	Programa de aceleración de startups agtech promovido por Embrapa y Venture Hub, con mentorías, acceso a herramientas digitales y financiamiento para desarrollar soluciones para la agroindustria.
Costa Rica	Activa - CATIE	Incubadora liderada por CATIE con apoyo público que impulsa emprendimientos rurales tecnológicos, priorizando sostenibilidad, inclusión social y mitigación de emisiones mediante apoyo técnico y financiero.
Perú	Identidad Digital del Productor Agropecuario	Aplicación móvil desarrollada por el Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI) que permite georreferenciar cultivos, reportar daños, activar seguros agrícolas y acceder a información climática y sanitaria para pequeños productores.
Brasil	Plataforma ATER + Digital	Plataforma virtual gestionada por la Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria (Embrapa) que ofrece herramientas digitales, contenidos y formación en asistencia técnica digital, ampliando el alcance de la asistencia técnica pública.
Uruguay	Living Lab	Living Lab Proyecto del INIA que valida soluciones agtech en campo, enfocadas en la resiliencia ante eventos climáticos. Las tecnologías aprobadas reciben el Sello Converge tras pruebas con productores.

Fuente: Los autores con base en <https://opsaa.iica.int/es/dimensions-area?thematic-area=56>

Para una sistematización de políticas sobre la transformación digital agroalimentaria en la región véase: <https://opsaa.iica.int/es/dimensions-area?thematic-area=56>

La digitalización impulsa productividad y sostenibilidad, pero exige políticas públicas que garanticen inclusión, acceso, infraestructura y apoyo a la innovación.

Aprovechar plenamente estas oportunidades requiere políticas públicas que orienten y aceleren la transformación digital. Entre ellas se destacan la formulación de agendas nacionales de digitalización agropecuaria, el fomento del desarrollo y adaptación local de tecnologías, la promoción de datos abiertos agroalimentarios y estándares de interoperabilidad, la creación de incentivos e instrumentos de financiamiento para la adopción tecnológica, el fortalecimiento de la extensión digital y las capacidades en los territorios, el diseño de marcos de ciberseguridad y gobernanza de datos y la articulación de alianzas público-privadas para la innovación y el cofinanciamiento. Sin estrategias integrales, las iniciativas tienden a ser dispersas, con baja sostenibilidad y limitado alcance.

En este contexto, diversas tecnologías digitales muestran un potencial particular para transformar la agricultura, especialmente cuando su adopción se articula con políticas públicas y marcos institucionales adecuados como se detalla en el recuadro 4.17. Estas herramientas ya están siendo adoptadas en distintos países de la región, aunque la mayoría de las experiencias siguen siendo incipientes y requieren consolidarse dentro de políticas nacionales y marcos institucionales más robustos.

A pesar de sus beneficios, la digitalización también plantea retos importantes. Existe el riesgo de ampliar brechas entre productores con y sin acceso a conectividad, financiamiento o capacidades; dejar rezagados a pequeños agricultores y a

mujeres rurales; generar dependencia tecnológica y costos de suscripción difíciles de sostener; exponer al sector a riesgos de ciberseguridad, privacidad y propiedad de datos; y aumentar las asimetrías de poder en cadenas de valor

basadas en datos. Estas brechas podrían limitar significativamente el impacto transformador de las tecnologías digitales, si no se acompañan de marcos regulatorios inclusivos, incentivos diferenciados y estrategias de acompañamiento.

**Recuadro 4.17. Tecnologías digitales con alto potencial para transformar la agricultura**

Las tecnologías digitales permiten el monitoreo preciso, la toma de decisiones automatizadas y el uso eficiente de recursos, lo que impulsa la productividad, la rentabilidad y la sostenibilidad en la agricultura.

**Inteligencia artificial (IA).** Optimiza procesos productivos y logísticos, mejora el monitoreo del suelo y cultivos, permite diagnósticos tempranos de plagas y enfermedades y facilita la gestión predictiva del riego y la cosecha (Abiri et al., 2023; Barangé, 2023).

**Internet de las Cosas (IoT).** Conecta sensores, maquinaria y dispositivos inteligentes para recopilar datos en tiempo real sobre suelo, clima, sanidad de cultivos y ganado, habilitando decisiones automáticas y oportunas (Abiri et al., 2023; Ashoka et al., 2023).

**Big data y computación en la nube.** Permiten analizar grandes volúmenes de información agrícola, identificar patrones, generar recomendaciones personalizadas y reducir costos operativos (Abiri et al., 2023; Ashoka et al., 2023).

**Robótica y automatización digital.** Incrementan la eficiencia y reducen los errores mediante sistemas de guiado, automatización de labores, monitoreo remoto y análisis avanzado de datos (Oliveira & Silva, 2023).

Los Estados pueden adoptar un rol activo que garantice inclusión, acceso y apropiación tecnológica.

Lo expuesto es evidencia de que las tecnologías digitales ofrecen una oportunidad estratégica para acelerar mejoras en productividad, resiliencia y sostenibilidad, siempre que los Estados adopten un rol activo que garantice inclusión, acceso y apropiación tecnológica. Con inversiones estratégicas en conectividad, infraestructura de datos, capacidades humanas, gobernanza digital e innovación público-privada, la región puede convertir la digitalización en uno de los motores centrales de su transformación agroproductiva.

**4.4.3 Soluciones AgTech adaptadas a contextos locales**

Las tecnologías agropecuarias (AgTechs) en la región enfrentan el desafío

de fortalecer la adaptación de sus soluciones a los contextos productivos, socioeconómicos y culturales locales. En el marco de la Red de AgTech de las Américas impulsada por el IICA (ver recuadro 4.18), se ha identificado que las limitaciones no solo provienen de dificultades propias de los emprendimientos, como el acceso al financiamiento, la falta de capacidades empresariales o limitaciones regulatorias, sino también de las restricciones para la adopción por parte de los productores agropecuarios. Estas barreras incluyen desde el bajo interés o conocimiento sobre las tecnologías -y, en algunos casos, la existencia de temores frente a su uso- hasta la ausencia de incentivos claros para su adopción, especialmente en la AE y entre los pequeños productores.

Las AgTechs deben adaptarse a contextos locales, con apoyo estatal en innovación, validación e incentivos para su adopción.

**Recuadro 4.18. Fortaleciendo del ecosistema agtech regional: El caso del IICA**

En los últimos años el IICA ha asignado especial prioridad a promover el desarrollo del ecosistema de innovación digital regional, con un fuerte énfasis en los emprendedores agtech. Para ello viene realizando tres acciones principales, en alianza con otras organizaciones privadas y públicas (dentro de las que se encuentra la CEPAL):

- **Semana de la Agricultura Digital:** Desde 2022 el IICA organiza este evento en el que se analizan aspectos estratégicos de la digitalización y se articulan colaboraciones para movilizarla. Comenzó como un evento pequeño centrado solo en emprendedores de AgTechs, pero se convirtió en un espacio de referencia regional en el que participan AgTechs, incubadoras, aceleradoras, fondos de inversión, institutos de I+DAg, universidades, organizaciones de productores, decisores políticos, etc.<sup>a</sup>
- **Programa Agtech Accelerator:** En alianza con *Endeavor*, el IICA creó en 2025 el Programa Agtech Accelerator, a través del cual se brinda capacitación y mentoría (con referentes de grandes empresas tecnológicas) a una selección de startups AgTech de distintos países de las Américas. La primera edición concluyó en abril de 2025 y participaron 20 startups de 12 países.<sup>b</sup>
- **Red de AgTechs de las Américas:** Sobre la base de la *Semana de la Agricultura Digital* el IICA impulsó la creación de una red de AgTechs, con el objetivo de facilitar la colaboración entre estas, dar visibilidad a sus tecnologías y apoyar la adaptación y el escalamiento. Dicha red reúne actualmente a casi 50 AgTechs líderes y durante 2024 se inició el proceso de institucionalización, planteando la propia red sus objetivos, gobernanza y plan de trabajo.<sup>c</sup>

El IICA impulsa el ecosistema AgTechs regional mediante la Semana de la Agricultura Digital, el programa AgTechs Accelerator y la Red de AgTechs de las Américas.

Fuente: Elaboración propia con base en documentos del IICA

<sup>a</sup><https://www.semanaad.iica.int>

<sup>b</sup><https://www.endeavor.org.ar/programas/agtech-accelerator/>

<sup>c</sup><https://www.agtechamericas.net/>

Frente a este panorama, se requiere un papel más activo del sector público en la consolidación de ecosistemas de innovación que faciliten el desarrollo, la validación y la incorporación de tecnologías digitales en el sector agropecuario. Esto implica, entre otros aspectos, desplegar instrumentos de cofinanciamiento en las etapas tempranas de los emprendimientos; fortalecer la interacción entre los distintos actores del ecosistema —incluyendo universidades, centros de I+DAg, fondos de inversión y las propias AgTechs—; generar

mecanismos de evaluación, validación y difusión de tecnologías emergentes, en que los institutos nacionales de I+DAg pueden desempeñar un rol clave; y establecer políticas que promuevan la adopción tecnológica por parte de los productores, mediante incentivos económicos, fiscales o de acceso preferencial a programas públicos.

Si bien existen países con ecosistemas AgTech consolidados (p. ej., en cuanto al número de emprendimientos AgTechs que

La agricultura de precisión usa datos y sensores para personalizar decisiones, anticipar riesgos y maximizar la eficiencia de recursos con un menor impacto ambiental.

Sensores, drones y [GPS](#) habilitan el monitoreo en tiempo real, la teledetección y la aplicación precisa de insumos, lo que reduce el uso de agua, agroquímicos y combustibles y mejora la productividad y rentabilidad con un menor impacto ambiental.

presentan, de aceleradoras, incubadoras, capitales de riesgo para inversión, etc.), como Argentina, Brasil, Colombia y Chile, en la mayoría de los países de la región los ecosistemas son aún incipientes o desarticulados y el acompañamiento institucional es limitado (Bert et al., [2023](#), [2025](#)). En los ámbitos regional y continental también se percibe la ausencia de una arquitectura de colaboración robusta y sostenida. Con relación a lo último, es clave el papel de los organismos multilaterales como la [FAO](#), [CEPAL](#) e [IICA](#), mediante acciones que puedan desplegar para promover la articulación regional, generar capacidades y acompañar tanto a los países como a los emprendedores en el desarrollo de un ecosistema digital agroalimentario dinámico.

#### 4.4.4 Agricultura de precisión

La [agricultura de precisión \(AP\)](#) incorpora tecnologías digitales avanzadas para observar, medir y analizar la variabilidad del campo y personalizar las acciones orientadas al crecimiento óptimo de los cultivos y el manejo del suelo (Ashoka et al., [2023](#)). Su objetivo es maximizar el uso de los recursos y simultáneamente minimizar los impactos ambientales (Balafoutis et al., [2017](#)).

La [AP](#) les permite a los agricultores pasar de un enfoque reactivo a uno proactivo y predictivo, con implicaciones directas para la gestión de riesgos, la eficiencia en el uso de los recursos y la rentabilidad. Al reducir la incertidumbre y habilitar intervenciones oportunas basadas en datos, fomenta una agricultura más estratégica y resiliente frente a la variabilidad climática y las fluctuaciones del mercado. La transición hacia una acción inmediata e informada permite minimizar pérdidas y maximizar beneficios.

Los sensores del suelo, clima y cultivos posibilitan la captura de datos de alta

resolución sobre condiciones ambientales, estado nutricional y estrés de las plantas, lo que facilita la toma de decisiones más precisas sobre riego, fertilización y control de malezas (Abiri et al., [2023](#)). Asimismo, los sensores portátiles son una innovación emergente que habilita el monitoreo continuo de indicadores clave de salud vegetal; en algunos casos, estos sensores pueden ser biodegradables para reducir el impacto ambiental (Abiri et al., [2023](#)).

El uso de sensores reduce significativamente el consumo de agua, fertilizantes y otros insumos, lo que beneficia tanto al medio ambiente como a la rentabilidad. Tecnologías como los sensores de temperatura, humedad o inducción electromagnética permiten zonificar los suelos, responder en tiempo real a cambios climáticos y optimizar la gestión diferenciada de cultivos.

Los drones han transformado las prácticas agrícolas al facilitar la teledetección y captura de imágenes de alta resolución para monitorear cultivos, evaluar estrés en plantas y anticipar impactos climáticos (Abiri et al., [2023](#); Ashoka et al., [2023](#)). También se utilizan para la aplicación precisa de insumos en áreas de difícil acceso y para la recopilación masiva de datos que, integrados con *Big Data* y computación en la nube, mejoran la eficiencia del procesamiento de datos y reducen costos (Oliveira & Silva, [2023](#)).

Los [GPS](#) facilitan la cartografía precisa de los campos de cultivo, pues proporcionan datos geoespaciales para mapear los límites del campo, planificar rutas y marcar áreas de interés (Ashoka et al., [2023](#)). Esta tecnología permite reducir la superposición y los espacios en blanco en operaciones como la siembra, la labranza, la fertilización y la aplicación de pesticidas, lo que se traduce en un menor uso de insumos y combustible (Balafoutis et al., [2017](#)).

En [ALC](#), Argentina ha estado a la vanguardia en la adopción de la [AP](#), con un rol pionero desde 1995 a través del *Proyecto Agricultura de Precisión y Máquinas Precisas*. Entre las técnicas más utilizadas destacan los monitores de rendimiento y los sistemas de guiado por [GPS](#). Un ejemplo de impacto regional es *Kilimo*, empresa argentina que ha ahorrado más de 19 billones de litros de agua en 60 000 hectáreas monitoreadas en siete países de las Américas.

En Brasil el [ABC](#) y el *Programa RenovAgro* (antes [ABC+](#)) apoyan la transición hacia sistemas productivos sostenibles mediante la siembra directa y la integración de cultivos, ganadería y silvicultura.

En Colombia, la empresa *Banasan* trabaja con 300 pequeños productores de banano, quienes utilizan drones para fumigación, lo que reduce los costos y mejora el desempeño ambiental. Asimismo, el chatbot *Melisa*, basado en [IA](#), brinda pronósticos agroclimáticos y estimaciones de rendimiento para agricultores de maíz y trigo a través de plataformas de mensajería como WhatsApp, Facebook y Telegram.

En Chile, *Agua Control* promueve el uso eficiente del agua mediante redes de sensores inalámbricos, mientras que *Austral Falcon* combina visión artificial e [IA](#) para digitalizar procesos agrícolas y estimar rendimientos futuros a través de aplicaciones móviles.

La adopción de tecnologías de la [AD](#) y la [AP](#) presenta desafíos significativos, en particular para los pequeños agricultores, relacionados con barreras financieras, infraestructura, brechas de habilidades, seguridad de datos y las dinámicas de poder en la cadena de valor (Alamsyah et al., [2024](#); Rotz et al., [2019](#)).

#### 4.4.5 Biotecnologías modernas y mejoramiento genético avanzado

La biotecnología agrícola aprovecha procesos biológicos y moleculares para desarrollar nuevas semillas de mayor rendimiento, resistentes a plagas y tolerantes a la sequía o inundaciones (Steenland & Zeigler, [2021](#)), variedades de plantas más resistentes a enfermedades y condiciones ambientales (Tab-eam et al., [2024](#)), así como bioinsumos innovadores. La edición genética, en particular mediante herramientas como [Repeticiones Palindrómicas Cortas Agrupadas y Regularmente Interespaciadas \(Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats\) \(CRISPR\)](#), permite lograr modificaciones precisas del [Ácido Desoxirribonucleico \(ADN\)](#) para alcanzar objetivos de forma más eficiente y específica, tanto en cultivos como en producción animal, y mejorar la resiliencia, la productividad y la calidad nutricional (Bradford et al., [2017](#); Steenland & Zeigler, [2021](#)).

El uso de la biotecnología y el mejoramiento genético están reorientando la innovación agrícola desde un enfoque basado en insumos externos hacia otro centrado en fortalecer las capacidades biológicas intrínsecas de las plantas y el suelo, integrando la tecnología en el propio sistema biológico para hacerlo más autosuficiente y robusto.

Entre las aplicaciones más difundidas de la biotecnología se encuentran las orientadas a cultivos [genéticamente modificados \(GM\)](#) como el maíz, con proteínas insecticidas para el control de gusanos, así como a la soja, el algodón y hortalizas como la berenjena, que presentan mejoras en resistencia y productividad (Tab-eam et al., [2024](#)).

El avance de la agricultura de precisión en la región, que es liderado por países como Argentina y Brasil, es impulsado por cultivos de producción a gran escala como soja y maíz. Esos dos países contabilizan a su vez cerca del 74% del total de emprendimientos AgTech en [ALC](#) (Vitón et al., [2019](#)).

El mercado global de biotecnología agrícola alcanzó USD 151 230 millones en 2024 y se prevé que llegue a USD 212 570 millones en 2030, con una [TCAC](#) del 7,1% entre 2025 y 2030.

El segmento de cultivos y animales transgénicos dominó la industria mundial de la biotecnología agrícola con la mayor participación en los ingresos del 24,4% en 2024, impulsado por la creciente demanda de una mayor productividad y sostenibilidad agrícola<sup>12</sup>.

<sup>12</sup> [Grand View Research](#)

El crecimiento se impulsa mediante avances en edición genética, especialmente **CRISPR-Cas9**, que fortalecen la resiliencia de los cultivos frente a plagas y estrés ambiental, mejorando rendimientos<sup>14</sup>.

**ALC** concentra capacidades biotecnológicas clave y liderazgo en semillas con pilotos.

La edición genética mediante **CRISPR-Cas9**<sup>13</sup> representa una revolución tecnológica al permitir modificaciones altamente precisas del **ADN** en plantas y animales. Esta herramienta facilita mejoras rápidas y eficientes en rendimiento, tolerancia de estrés hídrico, resistencia a plagas y calidad nutricional, sin inserción de genes foráneos, lo que puede simplificar los marcos regulatorios (Goold et al., 2018; Steensland & Zeigler, 2021).

La interferencia del **Ácido Ribonucleico (ARN)** es una tecnología con alto potencial para abordar amenazas a la sostenibilidad de la agricultura, especialmente en sanidad animal y vegetal. Permite modular la expresión génica sin eliminar genes, obteniéndose fenotipos más controlados, y puede utilizarse para combatir patógenos, vectores de enfermedades y virus de rápida mutación, lo que evita algunos de los desafíos asociados a los **organismos genéticamente modificados (OGM)** y facilita

su adaptación a distintas especies y escalas productivas (Bradford et al., 2017).

En **ALC**, el desarrollo y la aplicación de la biotecnología agrícola han aumentado significativamente, impulsada por la inversión de grandes empresas de insumos y la adopción de cultivos transgénicos (Trigo et al., 2011). En 2019, diez países de la región cultivaron 83,9 millones de hectáreas de cultivos transgénicos, equivalentes al 44,2% del total mundial, concentrándose el 91,3% del área regional en Argentina y Brasil (ISAAA, 2020). La capacidad de investigación en biotecnología agrícola avanzada se concentra en un grupo reducido de países y organizaciones, sobre todo en instituciones académicas e institutos públicos de investigación. En **ALC** destacan Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Cuba y México por sus capacidades en genómica, mejora genética, bioseguridad y aplicaciones productivas, como se resume en el recuadro 4.19.

**Recuadro 4.19. Desarrollos en biotecnología agrícola avanzada en países seleccionados de América Latina**

**Argentina:**

- **Trigo HB4 tolerante a la sequía:** Argentina fue pionera en la introducción del primer trigo transgénico del mundo, HB4, desarrollado por el sector público de ese país y comercializado por la empresa local Bioceres. Este trigo, tolerante a la sequía, ha obtenido aprobaciones de importación en países clave como Brasil, Colombia, Estados Unidos, Nigeria, Australia y Nueva Zelanda (RAP-AL, 2025).
- **Soja HB4:** También desarrollada por Bioceres, esta soja tolerante a la sequía obtuvo la aprobación comercial en China, el mayor importador de soja del mundo, sumándose a las aprobaciones previas en Estados Unidos, Brasil, Canadá y Paraguay (ChileBio, 2023).
- **Papa editada genéticamente:** Investigadores del sector público (INTA y CONICET) desarrollaron una papa editada genéticamente que previene el pardeamiento y la oxidación, lo que reduce la pérdida de alimentos. Esta innovación, lograda con **CRISPR**, llegó al mercado en alrededor de cinco años después de su concepción en laboratorio, menos de la mitad del tiempo requerido para la mejora convencional (ChileBio, 2023).

Argentina, Brasil, Chile y Costa Rica lideran avances en biotecnología agrícola: Argentina con trigo y soja HB4 y papa editada; Brasil con frijol, caña y soja modificadas; Chile con proyectos PASSA, "manzana dorada" y Neocrop; y Costa Rica con la piña rosada "Pinkglow".

<sup>13</sup> **CRISPR** se refiere a secuencias de **ADN** repetitivas específicas presentes en los genomas de bacterias y arqueas. **CRISPR-Cas** se refiere al sistema inmunitario adaptativo completo presente en bacterias y arqueas, que involucra tanto las secuencias de **ADN CRISPR** como un conjunto de proteínas asociadas a **CRISPR** (Cas). **CRISPR-Cas9** se refiere a un tipo específico de sistema **CRISPR-Cas** que se ha adaptado ampliamente para la edición génica en laboratorios.

<sup>14</sup> **Grand View Research**

**Recuadro 4.19 (Continuación)**

- **Soja editada genéticamente (GDM):** La empresa GDM desarrolló variedades de soja editadas genéticamente tolerantes a la sequía y con niveles reducidos de azúcares antinutricionales, obteniendo "luz verde" para su uso comercial en Argentina y Brasil (ChileBio, [2023](#)).

**Brasil**

- **Frijol Carioca transgénico:** Liberado en 2021, es resistente al virus del mosaico dorado, una enfermedad que puede destruir campos para la cual no existen métodos de control convencionales. Este desarrollo, liderado por [Embrapa](#), está dirigido a pequeños agricultores brasileños y ha tenido una buena aceptación por parte de los consumidores (ChileBio, [2023](#)).
- **Caña de azúcar transgénica y editada genéticamente:** La empresa brasileña CTC desarrolló caña de azúcar transgénica resistente a la plaga del barrenador. [Embrapa](#) también ha desregulado variedades de caña de azúcar editadas genéticamente (Cana Flex I y II) para mejorar la digestibilidad de la pared celular y aumentar la concentración de sacarosa (ChileBio, [2023](#)).
- **Soja editada genéticamente:** [Embrapa](#) también trabaja en soja editada genéticamente con un factor antinutricional silenciado, lo que facilita la digestión en humanos y animales (ChileBio, [2023](#)).

**Chile**

- **Proyecto PASSA:** Este proyecto, liderado por la Universidad de Chile, la Universidad Arturo Prat y el [INIA](#), está desarrollando portainjertos de kiwi y tomate editados genéticamente para crecer en suelos salinos con poca agua (ChileBio, [2023](#)).
- **"Manzana Dorada":** La Dra. Claudia Stange lidera el desarrollo de una "manzana dorada" en la Universidad de Chile, enriquecida con betacaroteno y que no se oxida al cortarla, gracias a la edición con [CRISPR](#) (ChileBio, [2023](#)).
- **Neocrop Technologies:** Esta startup chilena desarrolló una plataforma de mejora rápida que utiliza [CRISPR](#) y otras tecnologías de precisión para reducir el tiempo de registro de nuevas variedades de 10-12 años a solo 4-5 años (ChileBio, [2023](#)).

**Costa Rica**

- **Piña "Pinkglow":** Desarrollada por Del Monte, esta piña transgénica de color rosado, enriquecida con licopeno, se exporta a mercados internacionales como Estados Unidos, Catar y Emiratos Árabes Unidos.

**México**

- **PlanTECC (UNAM):** Laboratorio de investigación en biotecnología vegetal que, en colaboración con [Cinvestav](#) y [CIATEJ](#), desarrolla estudios en biología molecular, bioquímica, biología sintética y metabolómica aplicadas a interacciones plantamicroorganismo e insecto, además de brindar capacitación técnica y apoyo a emprendimientos biotecnológicos<sup>15</sup>.

Fuente: Los autores con base en fuentes citadas.

**4.4.6 Robótica y mecanización**

La robotización y la mecanización forman parte de la [AP](#) y se integran con otras tecnologías de la [AD](#), como la [IA](#),

el aprendizaje automático (*Machine Learning*), el [IoT](#), y el *Big Data* y la visión por computadora. Esta sinergia permite transformar las operaciones agrícolas,

<sup>15</sup> <https://ciencia.unam.mx/contenido/postal/41/>

pasando de procesos manuales a sistemas automatizados y eficientes que, entre otros beneficios, aumentan la productividad y la eficiencia y disminuyen los impactos ambientales, los costos, los residuos y la dependencia de mano de obra (Abiri et al., 2023; Begishev et al., 2024; Oliveira & Silva, 2023; Shahab et al., 2025; Tab-eam et al., 2024).

Algunas de las tecnologías de robotización y mecanización utilizadas en la agricultura de precisión incluyen:

- Los sistemas de guiado (*Machine Guidance - MG*) emplean [Sistema Global de Navegación por Satélite \(GNSS\)](#) para dirigir con precisión la maquinaria agrícola, desde sistemas de asistencia al conductor hasta autoguiado automático. Reducen solapamientos y brechas en el campo, disminuyen el uso de insumos y combustible, y minimizan el error y la fatiga del operador, lo que explica su amplia adopción en la [AP](#) (Balafoutis et al., 2017).
- Los sistemas robóticos de recolección (*Robotic Picking Systems*) permiten abordar la escasez de mano de obra y garantizar una cosecha de alta calidad y consistencia, combinando visión artificial, aprendizaje automático y brazos robóticos para una recolección continua, precisa y selectiva (Ashoka et al., 2023).
- Los tractores y las cosechadoras autónomas utilizan navegación [GPS](#), sensores y algoritmos avanzados para realizar labores como labranza, siembra y fertilización sin intervención humana, lo que incrementa la productividad y reduce la necesidad de mano de obra. En el caso de las cosechadoras selectivas, la detección

de madurez permite minimizar las pérdidas y mejorar la calidad del producto (Ashoka et al., 2023).

- El control de tráfico agrícola (*Controlled Traffic Farming - CTF*) busca reducir la compactación del suelo, al confinar el paso de las ruedas o cadenas de la maquinaria a carriles de tráfico permanentes. Esto mejora la salud de los suelos, requiere menos labranza y puede aumentar la rentabilidad a través del ahorro de costos y el incremento de los rendimientos (Balafoutis et al., 2017).
- Los sistemas de desmalezado de precisión (*Precision Physical Weeding - PPW*) controlan malezas mediante métodos físicos o térmicos que reducen o eliminan el uso de herbicidas químicos. Los prototipos disponibles combinan el guiado preciso con el análisis de imágenes o sensores ultrasónicos para minimizar el daño de los cultivos (Balafoutis et al., 2017).

La adopción generalizada de la robotización y mecanización enfrenta desafíos relevantes, entre ellos los altos costo de inversión inicial, especialmente para pequeños productores; la complejidad técnica y las brechas de capacidades digitales; la falta de interoperabilidad y estandarización entre plataformas, los riesgos asociados a la calidad y seguridad de los datos; y preocupaciones sociales, económicas y éticas, como la exclusión de pequeños productores o la responsabilidad por las decisiones automatizadas (Abiri et al., 2023; Oliveira & Silva, 2023; Rotz et al., 2019).

En el cuadro 4.3 se presentan ejemplos de desarrollos de robotización agrícola en países seleccionados de América Latina.

Se proyecta que el tamaño del mercado de robots agrícolas crecerá de USD 12 200 millones en 2024 a USD 139 400 millones en 2035, lo que representa una CAGR del 24,78%<sup>16</sup>.

La robotización agrícola promete eficiencia, pero enfrenta barreras: altos costos, brechas de capacidades, falta de interoperabilidad, riesgos de datos y dilemas sociales/éticos.

<sup>16</sup> [Roots Analysis](#)

#### 4.4.7 Tecnologías de bajo costo adaptadas a pequeños agricultores

En [ALC](#), el potencial de las tecnologías de bajo costo para los pequeños productores depende de que sean apropiables, sostenibles en el tiempo y adaptadas a condiciones locales. Seguidamente se sugieren acciones en tres frentes: a) desarrollo y adaptación de soluciones, b) adopción y uso efectivo, y c) financiamiento para emprendimientos y adopción tecnológica.

#### Fomentar el desarrollo de tecnologías adaptadas a pequeños productores y contextos

El desarrollo de tecnologías y emprendimientos tecnológicos orientados

a pequeños productores requiere acciones sistémicas que superen las limitaciones de los modelos de negocio [AgTechs](#) predominantes en la región, los cuales tienden a concentrarse en grandes clientes con mayor capacidad de pago (Vitón et al., [2019](#)). En este contexto, las intervenciones multisectoriales y las alianzas público-privadas resultan fundamentales para adaptar tecnologías a las realidades productivas, económicas y territoriales de la [AF](#). En particular, el desarrollo de centros y redes de innovación que incorporan activamente a los productores es clave para facilitar la adaptación y adopción de tecnologías.

**Cuadro 4.3: Ejemplos de robotización agrícola en América Latina**

País	Aplicaciones / tecnologías líderes	Robots / empresas clave	Proyectos / iniciativas específicas
Argentina	Agricultura de precisión, pulverización selectiva, vehículos autónomos, gestión ganadera, prótesis agrícolas.	Plantium (Terran), Metalfor (VAX), Lumi Agro (UV para plagas), Mapplics (GBOT), DeLaval (OptiDuo), <a href="#">INTA</a> .	Proyecto tripartito <a href="#">INTA</a> -Crucianelli-Leaf Agrotronics ( <a href="#">IA</a> y robótica para siembra directa); Mano robótica con <a href="#">IA</a> <a href="#">INTA</a> -Unsam.
Brasil	Agricultura de precisión, plantación con riego por goteo, monitoreo con drones, gestión de ganado.	Drones, robots con ruedas, “perro robot” (Spot), AGCO Corporation, Solinftec, Horus Aeronaves.	Cultivo robotizado de mandioca con riego por goteo; Uso de Spot para monitoreo de cultivos y pastoreo.
México	Gestión de riego inteligente.	Soluciones basadas en Internet.	Riego inteligente en cultivos de maíz en Sinaloa.
Chile	Cosecha de fruta con robots voladores, soluciones de gestión de datos.	Tevel (drones cosechadores), XAG (R150), Agrosmart SpA, Hispatec Chile, AgroSocial.	Piloto de cosecha de manzanas con drones en Linares (Unifrutti).
Colombia	Recolección y transporte de alimentos.	Prototipo “Potato”, CAV Robotics.	Desarrollo del robot “Potato” para recolección de alimentos.

Fuente: Elaboración propia.

El uso de tecnologías como blockchain y robótica está aún en etapas iniciales en la región, donde solo el 1% de los emprendimientos [Agtech](#) las utilizan. Por su parte, tecnologías como sensores, geolocalización y tecnología móvil son las de mayor uso (Vitón et al., [2019](#)).

En México, el *Programa MasAgro*, ejecutado por la [SADER](#) y el [CIMMYT](#), ha promovido la intensificación sostenible

en pequeños productores mediante centros de innovación territorial, modelos de extensión y transferencia tecnológica,

y prácticas productivas sostenibles como la agricultura de conservación. Entre 2010 y 2021, el programa contribuyó a que cerca de 500 000 productores de maíz, trigo y frijol adoptaran tecnologías resilientes, incluidas semillas tolerantes a la sequía, gracias a lo cual lograron incrementar los rendimientos y la rentabilidad. El programa posteriormente fue replicado en otros países de la región, como Guatemala y Honduras (Listman, [2023](#)).

En Colombia, la [Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria \(AGROSAVIA\)](#) impulsa el desarrollo y la adaptación de tecnologías para pequeños productores mediante redes de innovación con enfoque territorial, que articulan actores del sector, facilitan procesos de retroalimentación continua y fortalecen la transferencia tecnológica (AGROSAVIA, [2025](#)).

### **Fomentar la adopción y el uso de tecnologías adaptadas a pequeños productores**

Los pequeños productores enfrentan múltiples limitaciones en el acceso a recursos, insumos, financiamiento, información, tecnologías e infraestructura (incluida la requerida para conectividad), así como barreras sociodemográficas relacionadas con edad, nivel educativo y competencias digitales. Estas condiciones ralentizan los procesos de adopción tecnológica, por lo que resulta indispensable abordar de manera simultánea tanto el acceso a tecnologías como su uso efectivo. En este contexto, la capacitación y los servicios de extensión (ver sección [4.3](#)) desempeñan un rol central para potenciar la adopción y eficiencia de las tecnologías (Vitón et al., [2019](#); Ziegler, [2021](#)).

Una iniciativa que busca superar estas barreras es el *Programa de Adopción de Tecnologías Digitales* en el Sector Agropecuario en Uruguay, que combina incentivos para la adopción de tecnologías digitales con foco en agricultores familiares

y mujeres rurales, la entrega de servicios de extensión y asistencia técnica, y la provisión de apoyo financiero para adquirir soluciones tecnológicas. El programa busca fortalecer las competencias digitales y garantizar procesos efectivos de adopción tecnológica en el sector agropecuario<sup>17</sup>.

### **Fomentar el financiamiento para el desarrollo y la adaptación de soluciones tecnológicas orientadas a mejorar la productividad de los pequeños productores agrícolas**

Además de las limitaciones en acceso a infraestructura, conectividad, tecnologías y financiamiento, los sistemas productivos de [ALC](#), además de ser heterogéneos y fragmentados, enfrentan crecientes riesgos climáticos. Estas condiciones limitan la escalabilidad de las tecnologías, elevan los costos y desincentivan la inversión en actividades de [I+DAg](#) orientadas a los pequeños productores (Vitón et al., [2019](#)). En este contexto, se requieren instrumentos financieros adaptados a emprendedores y *startups Agtech*, así como mecanismos de apoyo a la asistencia técnica y a la adopción tecnológica (Fernández & Fernandini, [2018](#)). Asimismo, resulta clave el financiamiento con participación de fondos públicos para actividades de [I+DAg](#) de alto impacto que respondan a las necesidades específicas de los pequeños productores (véase (Morris et al., [2020](#)) y sección [4.2](#)).

Una iniciativa en esta línea es *Agtech Accelerator*, un programa desarrollado por el [IICA](#) y Endeavor (véase recuadro 4.18), que ofrece mentoría, capacitación y articulación en redes para emprendedores seleccionados, a quienes les brinda apoyo para la estructuración de sus modelos de negocio y planes de crecimiento. El programa también promueve la adopción de tecnologías accesibles y adaptables para mejorar la productividad y sostenibilidad de la agricultura de pequeña y mediana escala<sup>17</sup>.

<sup>16</sup> <https://www.iadb.org/es/proyecto/UR-L1185>

<sup>17</sup> Ver <https://www.agtechamericas.net/americas>

## 4.5 Uso eficiente e inteligente de insumos y recursos

Para elevar la productividad agropecuaria en [América Latina y el Caribe \(ALC\)](#) se requiere, en gran medida, usar mejor los insumos y los recursos clave del sistema productivo, tales como nutrientes, agroquímicos, agua y recursos genéticos. Esta sección aborda las siguientes herramientas y tendencias que, con apoyo institucional y financiero, permiten acelerar esa transición: el manejo integrado de plagas ([MIP](#)), el manejo integrado de nutrientes ([MIN](#)), los bioinsumos, el riego eficiente y las variedades mejoradas.

### 4.5.1 Manejo integrado de plagas

El [MIP](#) es un enfoque que combina diversas estrategias para el control de plagas, orientado a minimizar el uso de pesticidas químicos y a promover prácticas más sostenibles, a partir de la comprensión de los ciclos de vida de las plagas y sus interacciones con el medio ambiente mediante la integración de las ciencias biológicas, ecológicas y agrícolas para lograr un control de largo plazo en la agricultura ([Tiwari, 2024](#)).

La implementación del [MIP](#) responde a la necesidad de abordar desafíos importantes en la agricultura, como eventos climáticos extremos, el agotamiento de los recursos y la creciente amenaza que representan las plagas y enfermedades, que pueden reducir el rendimiento de los cultivos en más del 40 % anualmente ([Angon et al., 2023](#)).

Una de las estrategias más relevantes del [MIP](#) es el control biológico, que se basa en la utilización de organismos naturales, como depredadores, parasitoides, insectos estériles u hongos entomopatógenos, para mantener bajo control las poblaciones de plagas y contribuir a la preservación de la biodiversidad y a la reducción de residuos tóxicos en el medio ambiente ([Ramírez &](#)

[Almaraz, 2025](#)). A menudo se distingue entre el control biológico clásico ([CBC](#)), en el cual los enemigos naturales se recolectan en un área de exploración (generalmente la zona de origen de la plaga) y luego se liberan en áreas donde la plaga es invasora, mientras que en el [control biológico aumentativo \(CBA\)](#) los enemigos naturales (parasitoides, depredadores o microorganismos) se crían masivamente para su liberación en grandes cantidades para controlar las plagas ([Van Lenteren et al., 2018](#)).

A nivel mundial se observa un aumento considerable en la superficie bajo control biológico, sobre todo en América Latina, y en particular, en Brasil ([Colmenarez & Vasquez, 2024](#)). En dicho país existen áreas superiores al millón de hectáreas bajo [CBA](#) en cítricos (psílido asiático de los cítricos), café (broca del café), maíz (lepidópteros y nematodos transmitidos por el suelo), algodón (gusano del algodón) y soja (hemípteros y lepidópteros) ([Lenteren & Cock, 2020](#)).

Otras estrategias de [MIP](#) ([Mandloi & Yadav, 2024](#); [Tiwari, 2024](#)) son las siguientes:

- **Prácticas culturales**, tales como el tratamiento adecuado del suelo, la selección de variedades de plantas resistentes, la rotación de cultivos, el cultivo intercalado o en franjas, la elección de fechas de plantación óptimas, el control de malas hierbas y el uso de plantas trampa para atraer plagas lejos de los cultivos principales.
- **Tratamiento mecánico o físico**, que implica la eliminación física de plagas, el uso de trampas (eléctricas, mecánicas, que atraen con luz o fuego, o repelen con electricidad o sonido), barreras físicas y tratamientos con calor o vapor para desinfectar suelos.

El control biológico es una de las estrategias más relevantes de [MIP](#) y se basa en la utilización de organismos naturales para controlar poblaciones de plagas ([Ramírez & Almaraz, 2025](#)).

En América Latina se ha incrementado la superficie dedicada al [CBA](#), pasando de 4 350 000 de hectáreas en 17 países a 31 381 131 de hectáreas en 27 países entre 1970 y 2018 ([Colmenarez & Vasquez, 2024](#)).

- **Manejo etológico**, que se centra en alterar el comportamiento de las plagas, por ejemplo, mediante el uso de feromonas para confundir o atraer a los insectos, un campo en acelerado desarrollo.

En las publicaciones disponibles sobre la adopción de prácticas de [MIP](#) (Bueno et al., [2023](#); Colmenarez & Vasquez, [2024](#); Haase et al., [2015](#)) destacan los siguientes resultados:

- Una creciente adopción e interés en el [MIP](#) y el control biológico como estrategias para el desarrollo sostenible de la agricultura.
- Reconocimiento del control biológico por su impacto beneficioso en los agroecosistemas desde perspectivas ecológicas y económicas, incluyendo la reducción del uso de insecticidas, el aumento de los rendimientos y la disminución de los costos del control de plagas.
- Evidencia sobre la rentabilidad del control biológico frente a los métodos químicos tradicionales, sobre todo donde otras opciones no son viables o están prohibidas.
- Reducción de los residuos de plaguicidas en los productos, lo que conlleva a alimentos más saludables.
- Creación de oportunidades de empleo en áreas rurales a través de la producción y distribución de agentes de control biológico.

Existe una amplia discusión sobre los factores que limitan y facilitan la adopción de estas prácticas. Entre los factores limitantes, se señala la falta de comprensión de los conceptos del [MIP](#), la alta confianza en la eficacia de los pesticidas y los altos costos de monitoreo de los cultivos

(Ferreira et al., 2025), así como la carencia de documentación sobre programas exitosos, las regulaciones y la falta de comunicación integral de los beneficios (Colmenarez & Vasquez, [2024](#)).

Por su parte, se identifican elementos facilitadores como el rol de las escuelas de campo y los programas de extensión para mejorar la comprensión y la adopción del [MIP](#) (Aristizábal et al., 2016; Colmenarez & Vasquez, [2024](#); Ferreira et al., 2025); la disseminación de información para dar a conocer los bioproductos disponibles (Colmenarez & Vasquez, [2024](#)); y la creación de marcos regulatorios adaptados, el fomento de la producción local a pequeña escala y un papel gubernamental activo en la promoción del control no químico (Colmenarez & Vasquez, [2024](#)).

#### 4.5.2 Manejo integrado de fertilizantes y agroquímicos

En un contexto caracterizado por la necesidad de incrementar la producción de alimentos y, simultáneamente, reducir los impactos ambientales y sociales asociados al uso de insumos, los enfoques sistémicos adquieren una relevancia creciente. En este marco, el [MIN](#) y el [MIP](#) ofrecen alternativas complementarias que permiten optimizar el uso de fertilizantes y agroquímicos, fortalecer la sanidad y productividad de los cultivos y mejorar las condiciones ambientales y de salud en los sistemas productivos, mediante una comprensión integral de las interrelaciones entre suelo, cultivos, organismos, plagas y entorno (véase [4.5.1](#)).

El uso integrado de fertilizantes y agroquímicos muestra la estrecha complementariedad entre el [MIP](#) y el [MIN](#). El [MIN](#) contribuye directamente a reducir plagas, dado que los cultivos sometidos a estrés nutricional son más susceptibles a las enfermedades y daños bióticos. Al mejorar las condiciones ecológicas

Se estima que en Brasil la adopción del [MIP](#) generó una caída promedio de 40,1 % en las aplicaciones de insecticidas para el control de chinches en cultivos de soja, junto a un rendimiento promedio más alto y menores costos de control de chinches, lo que se tradujo en una mayor ganancia (Bueno et al., [2023](#)).

del sistema productivo y fortalecer la salud del suelo como un ecosistema activo y vivo, se reduce la necesidad de aplicaciones químicas, se minimiza la escorrentía de nutrientes y se preservan servicios ecosistémicos clave, como la biodiversidad funcional y la polinización. En conjunto, estas prácticas disminuyen la dependencia de insumos externos y fortalecen la resiliencia productiva y ambiental de los sistemas agrícolas (FAO, [2025b](#); Ryan, [2024](#)).

Los principios de precisión y uso eficiente de insumos constituyen un eje articulador entre el [MIN](#) y el [MIP](#), dando lugar a un enfoque de manejo integrado optimizado, de carácter sinérgico. Este enfoque se sustenta en una lógica de gestión integral que trasciende el manejo específico de nutrientes y se extiende al uso racional de agroquímicos, bajo el marco conceptual de la estrategia de las "4R" de nutrientes (fuente correcta, dosis correcta, momento correcto y lugar correcto) (OPSAa, [2023](#)).

En el caso del [MIN](#), este enfoque implica la selección adecuada de fuentes de fertilización orgánicas, inorgánicas o biológicas; la aplicación de cantidades acordes a los requerimientos del cultivo; la sincronización de las intervenciones con las etapas fenológicas y las condiciones climáticas; y el uso de métodos de aplicación diferenciados, incluidos esquemas de dosis variable y herramientas de agricultura de precisión.

De manera análoga, en el [MIP](#), la estrategia de las "4R" se traduce en la elección de plaguicidas selectivos y menos dañinos cuando son necesarios, la aplicación de dosis mínimas y específicas, intervenciones oportunas basadas en el monitoreo de los ciclos de vida de las plagas y aplicación precisa en las áreas afectadas. En conjunto,

este marco proporciona un enfoque práctico y viable para la optimización integral del uso de fertilizantes y agroquímicos (Ryan, [2024](#)). En el cuadro [4.4](#) se presenta un resumen de los principales elementos de los cuatro enfoques anteriores.

#### 4.5.3 Bioinsumos

Los bioinsumos agrícolas comprenden un conjunto de productos de base biológica obtenidos a partir de organismos vivos, sus derivados o compuestos bioactivos que se generan mediante procesos biotecnológicos. Incluyen biofertilizantes, biopesticidas, bioinoculantes, bioestimulantes y agentes de biocontrol (Abbey et al., [2019](#)). Entre ellos, destacan los inoculantes microbianos, que pueden actuar como biofertilizantes, bioherbicidas, biopesticidas y agentes biocontroladores (Sansinenea, 2021). En este contexto, los bioinsumos se han consolidado como uno de los segmentos más dinámicos de la bioeconomía no energética y, aunque es poco probable que sustituyan completamente a los insumos de síntesis química, se integran crecientemente al manejo integrado de cultivos y a los procesos de transición agroecológica (véase [4.6](#)).

Los biofertilizantes constituyen el grupo más difundido de bioinsumos y se clasifican, según su función, en fijadores de nitrógeno, solubilizadores de fósforo, potasio y zinc, y secuestradores de hierro (Abbey et al., [2019](#)). La evidencia documenta beneficios relevantes asociados a su uso, incluyendo la mejora de la estructura del suelo, el aumento del contenido de materia orgánica y una mayor protección frente a la sequía y a enfermedades del suelo, aspectos particularmente relevantes en un contexto de mayor variabilidad climática (Gupta, 2021).

Las tecnologías de agricultura de precisión (véase sección [4.4](#)), en especial las herramientas de aplicación de precisión, han permitido el avance en el uso optimizado de insumos agrícolas.

La nano-biotecnología puede desempeñar un rol creciente en la gestión de nutrientes y el control de plagas, a partir del potencial de los nanofertilizantes y nanopesticidas. Su adopción requerirá fortalecer marcos de bioseguridad y acciones de educación, comunicación y extensión (Gade et al., 2023; Rocha, [2015](#); Yadav et al., 2023).

**Cuadro 4.4:** Comparación entre el manejo convencional de nutrientes, el **MIP**, el **MIN** y el manejo integrado optimizado.

Criterio	Manejo convencional	Manejo integrado de nutrientes	Manejo integrado de plagas	Manejo integrado optimizado
<b>Enfoque</b>	Reactivo, intensivo en insumos y centrado en una única solución.	Aporte de nutrientes proactivo, holístico y equilibrado en cuanto a proceder de múltiples fuentes.	Gestión proactiva y ecológica de plagas en lugar de erradicación.	Integración holística, basada en sistemas y sinérgica de MIN e <b>MIP</b> , basada en datos.
<b>Objetivo principal</b>	Maximizar el rendimiento mediante la alta aplicación de insumos.	Mantener la productividad, conservar la fertilidad del suelo y optimizar la eficiencia del uso de nutrientes.	Reducir los daños causados por las plagas, minimizar la dependencia de los pesticidas y proteger el ecosistema.	Maximizar el rendimiento y la rentabilidad, minimizar el impacto ambiental y mejorar la resiliencia del sistema.
<b>Prácticas clave (fertilizantes / nutrientes)</b>	Aplicación generalizada de fertilizantes sintéticos.	Abonos orgánicos, fertilizantes minerales, bioinoculantes, reciclaje de residuos, rotación de cultivos, análisis de suelos, fertilización equilibrada.	Indirectamente a través de cultivos más sanos; el manejo adecuado de los nutrientes reduce la susceptibilidad a las plagas.	Todas las prácticas del MIN, fertilización de precisión (VRA, colocación dirigida, liberación lenta), recomendaciones de nutrientes basadas en datos.
<b>Prácticas clave (plagas / enfermedades)</b>	Aplicación de plaguicidas químicos de amplio espectro.	Indirectamente a través de una mejor salud y resiliencia de los cultivos.	Prevención, controles biológicos, prácticas culturales, uso específico de productos químicos, monitoreo, identificación de plagas.	Todas las prácticas de <b>MIP</b> , variedades resistentes a plagas (incluidas las editadas genéticamente), análisis predictivo de brotes, manejo integrado de malezas.
<b>Impactos ambientales</b>	Alto riesgo de contaminación (escorrentía, lixiviación), degradación del suelo, pérdida de biodiversidad.	Minimización de pérdidas de nutrientes, secuestro de carbono, mejora de la calidad del suelo y del agua, reducción de las emisiones de <b>GEI</b> .	Reducción de la escorrentía química, conservación de la biodiversidad, estructura del suelo más sana, menor contaminación.	Reducción significativa de la contaminación (fertilizantes/pesticidas), mayor biodiversidad, mejor salud del suelo, mitigación del cambio climático.
<b>Impactos económicos</b>	Altos costos de insumos, potencial de rendimientos decrecientes, volatilidad del mercado.	Ahorro de costes gracias a la reducción de insumos químicos, mejores rendimientos y mayor rentabilidad.	Ahorro de costos a largo plazo (menos insumos, menos resistencia), mejor acceso al mercado.	Ahorros sustanciales de costos, aumento de los ingresos agrícolas, optimización de recursos, reducción de pérdidas postcosecha, mayor rentabilidad.
<b>Salud del suelo</b>	Deterioro de las propiedades físicas, químicas y biológicas	Mejora y mantenimiento del funcionamiento físico, químico y biológico, mejora de la fertilidad.	Preservación de la estructura del suelo, reducción de la degradación.	Mejora significativa de la fertilidad, la estructura y la actividad microbiana, sostenibilidad a largo plazo.
<b>Biodiversidad</b>	Impacto negativo por uso de químicos y pérdida de hábitat	Promueve comunidades microbianas beneficiosas y apoya una diversidad más amplia de agroecosistemas.	Preserva los insectos beneficiosos (polinizadores, depredadores naturales), apoya el equilibrio ecológico.	Mayor agrobiodiversidad, protección de organismos benéficos, ecosistemas resilientes.

Fuente: Elaboración propia (utilizando Gemini 2.5 como apoyo), a partir de FAO (2025a), Kumar et al. (2024), Ryman (2024), Sustainability Directory (2025) y UNEP (2020).

No obstante, la adopción y el escalonamiento de los biofertilizantes enfrentan desafíos persistentes. Entre ellos se incluyen la limitada disponibilidad de información para los agricultores, la especificidad de su desempeño según cultivos y contextos agroecológicos y su sensibilidad a condiciones ambientales como la temperatura, dado su carácter de

insumos basados en microorganismos. A ello se suman debilidades en los estándares de formulación, empaque, etiquetado y fijación de precios, así como restricciones asociadas a la calidad y disponibilidad de materiales portadores, factores determinantes para asegurar la eficacia y estabilidad del producto (Gupta, 2021).

El tamaño del mercado mundial de biofertilizantes se estima en USD 1.41 mil millones de dólares en 2024 y se prevé que alcance alrededor de USD 4.71 mil millones en 2034, impulsado por el rápido crecimiento de la industria agrícola mundial, junto con la creciente preocupación por la seguridad alimentaria (Precedence Research, [2025](#)).

#### Recuadro 4.20. Plataforma Hemisférica de Bioinsumos (PHB)

En [ALC](#), la Plataforma Hemisférica de Bioinsumos (PHB), impulsada por el [Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura \(IICA\)](#), ha liderado un proceso de construcción colectiva orientado a definir principios estratégicos comunes para el desarrollo del sector de los bioinsumos en [ALC](#). Estos principios establecen un marco de referencia compartido que, respetando las realidades nacionales, promueve la convergencia regional, la coherencia de políticas y marcos regulatorios y la articulación de capacidades técnicas e inversiones, lo que fortalece el posicionamiento de la región en soluciones biológicas sostenibles.

Los lineamientos se sustentan en ejes comunes, entre los que destacan el uso sostenible de la biodiversidad y la biomasa, el desarrollo sustentado en ciencia, tecnología e innovación, el enfoque bioeconómico para la valorización de recursos y cadenas de valor, el aseguramiento de la calidad, eficacia y seguridad de los bioinsumos, su contribución a la sostenibilidad de los sistemas productivos y la inclusión social y territorial. En conjunto, estos principios orientan decisiones de política, inversión y cooperación regional (Gamboa Morillo et al., [2025](#)).

En este marco, el diagnóstico regional sobre capacidades de [investigación, desarrollo e innovación \(I+D+i\)](#) en bioinsumos en [ALC](#), desarrollado por el [Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria \(FONTAGRO\)](#) y con el apoyo metodológico de [AGROSAVIA](#) (Colombia), evidenció en la región de [ALC](#) (15 países) una base científica sólida en investigación básica y aplicada y en etapas tempranas de desarrollo, junto con brechas críticas en escalamiento, validación, regulación y transferencia tecnológica. El análisis de madurez tecnológica mostró una concentración de desarrollos en niveles intermedios (TRL 4–5), con mayor avance en el Cono Sur, capacidades intermedias en la región Andina y rezagos en Centroamérica, lo que confirma el alto potencial regional y la necesidad de fortalecer financiamiento, infraestructura, marcos regulatorios y articulación público-privada para acelerar la adopción y escalamiento de estas soluciones.

La [inteligencia artificial \(IA\)](#) y la automatización están transformando el mercado de los biofertilizantes, al optimizar los procesos de investigación, formulación y producción y al fortalecer la [agricultura de precisión \(AP\)](#) mediante un manejo más preciso de los cultivos y del uso de biofertilizantes (Precedence Research, [2025](#)).

El reemplazo de una proporción significativa de fertilizantes sintéticos por alternativas biológicas constituye un proceso gradual. En línea con el enfoque de transición agroecológica, el objetivo central debe ser maximizar la eficiencia en el uso de todas

las fuentes de nutrientes disponibles — orgánicas e inorgánicas—, en función de las características específicas de los sistemas alimentarios y agroecosistemas de cada región (Dobermann et al., [2022](#)). Esto requiere desarrollar hojas de ruta

de gestión de nutrientes basadas en la mejor evidencia científica disponible, incorporar soluciones digitales, promover la recuperación y el reciclaje de nutrientes, impulsar fertilizantes climáticamente inteligentes y acelerar los procesos de innovación.

En [ALC](#), la producción en finca continúa siendo la principal fuente de bioinsumos, concentrando más del 60 % del total, especialmente en soluciones de baja complejidad tecnológica vinculadas a prácticas agroecológicas. De manera complementaria, el mercado formal abarca entre el 35 % y el 40 %, lo que refleja una transición gradual hacia esquemas más estandarizados y con mayor respaldo técnico y normativo. Esta coexistencia de modelos configura un ecosistema diverso que, con mayor articulación y marcos regulatorios claros, puede convertirse en una ventaja estratégica para la región (Bullor et al., [2023](#)).

Diversos países de la región han avanzado en el desarrollo de marcos normativos, programas e iniciativas institucionales para promover los bioinsumos como complemento o sustituto

de los insumos químicos convencionales. Algunos casos ilustrativos se presentan en el recuadro [4.21](#).

La **cooperación regional** resulta igualmente estratégica, en particular en ámbitos como la armonización de nomenclaturas, requisitos de registro, normas, bioseguridad y aseguramiento de la calidad. En un sector basado en organismos vivos, esta coordinación es clave para evitar marcos regulatorios nacionales contradictorios que limiten el comercio intrarregional y para garantizar la inocuidad y el desempeño de los bioinsumos. Asimismo, es fundamental fortalecer la cooperación regional en investigación, desarrollo y transferencia de conocimiento, especialmente considerando la heterogeneidad estructural de capacidades y recursos en la región. Un ejemplo prioritario es la cooperación para el fortalecimiento de capacidades en microbiología de suelos, esencial para la caracterización de microbiomas e identificación de microorganismos benéficos con mayor potencial según cultivos y contextos productivos (CEPAL, [2022](#)).

#### **Recuadro 4.21. Avances nacionales en marcos normativos e iniciativas sobre bioinsumos en [ALC](#)**

Las experiencias nacionales en bioinsumos en [ALC](#) evidencian la importancia de marcos regulatorios específicos, programas públicos dedicados y mecanismos de gobernanza que integren calidad, bioseguridad, innovación y producción.

**Argentina.** El desarrollo normativo de los bioinsumos se inicia en la década de 1990 y se consolida mediante la Resolución 350/2009, que incorporó biocontroladores al registro de plaguicidas, y la Resolución 264/2011, específica para fertilizantes biológicos. En 2013 se creó la Comisión Argentina de Bioinsumos Agropecuarios (CABUA), con funciones de asesoramiento en materia de calidad, eficacia y bioseguridad. En el ámbito privado, en 2017 se constituyó la Cámara Argentina de Bioinsumos (CABIO). En 2021 se lanzó el Programa de Bioinsumos Agropecuarios Argentinos (PROBIAAR, Resolución 144/2021) y el Sello Bioproducto Argentino (Resolución 132/2021). A partir de 2025, la Resolución 128/2025 modernizó el marco regulatorio mediante nuevas definiciones, categorías técnicas y la reestructuración de la CABUA (Starobinsky et al., [2022](#)).

**Recuadro 4.21 (Continuación)**

**Brasil.** El Programa Nacional de Bioinsumos fue instituido por medio del Decreto n.º 10.375/2020 y las Ordenanzas n.º 102 y 103 (mayo de 2020), con el objetivo de promover el uso de recursos biológicos en la agricultura, reducir la dependencia de insumos importados y valorizar la biodiversidad. El programa contempla la actualización normativa, la promoción de buenas prácticas, la realización de campañas de difusión, la creación de bases de datos, el apoyo a biofábricas y procesos de incubación empresarial, así como el fomento de la investigación, desarrollo e innovación. En materia de gobernanza, se creó el Consejo Estratégico con representación público-privada y el Observatorio Nacional de Bioinsumos, con su secretaría ejercida por el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Abastecimientos (MAPA) (Gobierno de Brasil, [2020](#)).

**Uruguay.** El Plan Nacional de Bioinsumos fue aprobado mediante el Decreto n.º 042/025, firmado el 20 de febrero de 2025. El plan se estructura en cuatro ejes estratégicos — Innovación e Investigación, Fortalecimiento de Capacidades Regulatorias, Gestión de la Información y el Conocimiento, y Herramientas de Financiamiento— complementados por un eje transversal de articulación entre actores públicos, privados, académicos y productivos, orientado a fortalecer capacidades nacionales y a promover la producción local de bioinsumos (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP), [2025](#)).

**Chile.** La Red Chilena de Bioinsumos, creada en 2014, articula investigadores, fabricantes, consultores, agricultores, laboratorios y entidades públicas. Opera mediante asambleas regionales y comisiones en los ámbitos técnico, de difusión y capacitación, servicios y financiamiento, desempeñando un rol central en la coordinación del ecosistema nacional de bioinsumos.

**México.** La Plataforma Mexicana de Productores de Bioinsumos integra a productores, instituciones gubernamentales y centros de investigación. A través de su portal, proporciona información sobre tipos de bioinsumos, productos, cultivos y distribución territorial, facilitando la difusión y adopción de estas tecnologías a escala nacional.

Más detalles en OPSAa ([2025](#))

#### 4.5.4 Los biocombustibles líquidos como instrumento clave para la sostenibilidad y descarbonización

Los biocombustibles líquidos representan una de las vías más eficientes y sostenibles de agregar de valor a la producción agropecuaria. A partir de materias primas como la caña de azúcar, el maíz, la soja o la palma, los países de [ALC](#) transforman recursos primarios en bioetanol, biodiésel y [combustibles sostenibles de aviación \(SAF\)](#), generando además una amplia gama de coproductos con alto valor agregado, como

harinas proteicas, biogás, bioelectricidad y el CO<sub>2</sub> biogénico, que contribuyen a diversificar ingresos, fortalecer la economía circular y reducir desperdicios (Torroba, [2021](#); Torroba & Chiara, [2024](#)). Asimismo, las políticas de biocombustibles han permitido crear una demanda interna estable de materias primas agropecuarias, lo que ha reducido la exposición de los productores a la volatilidad de los mercados internacionales, ha fomentado la inversión y ha fortalecido el empleo y los encadenamientos productivos en las zonas rurales.

Los biocombustibles líquidos son clave para los [sistemas agroalimentarios \(SAa\)](#), al agregar valor, fomentar la industrialización de materias primas y contribuir a la descarbonización global mediante la provisión de energías y activos ambientales sostenibles.

La región de [ALC](#) cuenta con ventajas comparativas clave para posicionarse como proveedora global de [SAF](#), a partir de rutas tecnológicas maduras como la [hidrogenación de aceites vegetales \(HEFA\)](#) y [alcohol-to-jet \(ATJ\)](#).

El agro de [ALC](#) tiene una oportunidad única de liderar la transición energética a partir de la producción de biocombustibles con baja huella de carbono. Tanto el bioetanol como el biodiésel producidos en la región permiten reducciones netas significativas de las emisiones de [gases de efecto invernadero \(GEI\)](#) respecto de sus equivalentes fósiles (AIE, [2024](#); IPCC, [2011](#)).

La edición génica impulsa cultivos con mayores rendimientos, mejor calidad y mayor tolerancia a plagas y enfermedades, como arroz, soya, moras y bananas (Chavarriaga, [2025](#); Pairwise, [2025](#); Tropic Biosciences, [2025](#)).

Según el documento *Cerrando las brechas de rendimiento agrícola* (Torroba & Chiara, [2025](#)), con un consumo actual de biocombustibles de aproximadamente 4,6 [exajulios \(EJ\)](#), cerrar las brechas de productividad en cultivos como maíz, caña, soja, trigo, palma y colza podría elevar la producción a 22 [EJ](#) sin ampliar la frontera agropecuaria. Esta estrategia permitiría suplir el 100 % de la demanda prevista por la Agencia Internacional de Energía (AIE, [2023](#)) para 2050 (Escenario de Emisiones Netas Cero) y el 93 % de la estimada por la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA, 2021).

Los [SAF](#) constituyen una de las principales soluciones para reducir las emisiones del transporte aéreo, que es responsable del 2-3 % de las emisiones globales y con escasas alternativas tecnológicas. El cierre de brechas de rendimiento en cultivos convencionales permitiría cubrir la demanda proyectada de [SAF](#) en los escenarios internacionales, lo que contribuye a cumplir los objetivos climáticos de la [Organización de Aviación Civil Internacional \(OACI\)](#) y genera nuevas oportunidades para el agro regional (IATA, [2023](#); Torroba & Chiara, [2025](#)).

El potencial de [ALC](#) como región proveedora global de alimentos y energía depende de su capacidad de valorizar de manera sostenible su base agropecuaria. En este contexto, los biocombustibles líquidos deben ocupar un lugar central en las estrategias de desarrollo agropecuario y alimentario de [ALC](#), al fomentar la agregación de valor, la generación de empleo y la diversificación de las exportaciones, sin comprometer la seguridad alimentaria ni los ecosistemas. En esta línea, se sugiere a los gobiernos y organismos regionales:

- Integrar los biocombustibles en las estrategias de desarrollo agroindustrial y rural.

- Priorizar políticas de cierre de brechas de productividad para aumentar la oferta sin expandir el uso del suelo.
- Promover marcos normativos armonizados tendientes a valorizar los activos ambientales derivadas de los biocombustibles.
- Impulsar criterios de sostenibilidad homogéneos y de reconocimiento recíprocos entre legislaciones de distintos países.
- Impulsar el desarrollo de nuevos biocombustibles como los combustibles sostenibles de aviación.

#### 4.5.5 Variedades mejoradas

Las variedades mejoradas son desarrolladas científicamente para exhibir rasgos deseables, distinguiéndose por su uniformidad y estabilidad en calidad y productividad (Bellon et al., 2006). Su desarrollo se basa en distintas metodologías de fitomejoramiento, que incluyen: a) el mejoramiento convencional de plantas (Hefferon, [2015](#); Winkelmann & Listman, 1993), b) técnicas de biotecnología avanzada, como la selección asistida por marcadores, estudios de asociación de genoma completo, la edición genética con [CRISPR-Cas](#) y tecnologías de silenciamiento de [ARN](#) (Hefferon, [2015](#); Lazaridi et al., [2024](#); Zhang et al., [2022](#)), y c) el pre-mejoramiento, orientado a incorporar características de especies silvestres relacionadas en variedades localmente adaptadas (Lazaridi et al., [2024](#); Van Lenteren et al., [2018](#)). En este contexto, la biotecnología, incluida la ingeniería genética y la edición genómica, permite introducir modificaciones precisas que difícilmente podrían lograrse mediante el mejoramiento convencional (Hefferon, [2015](#)).

Históricamente, la domesticación de especies de interés agrícola se basó en procesos empíricos de selección y cruzamiento que, aunque permitieron avances relevantes, progresaron lentamente a lo largo de los siglos. La comprensión de las leyes de la herencia, dados los avances en genética y biología molecular, marcó un punto de inflexión al acelerar significativamente la mejora genética y permitir la incorporación de nuevas características en plazos más cortos. Este conocimiento ha permitido resultados concretos, entre los que destacan:

- **Mayor rendimiento y productividad**, especialmente cuando las variedades mejoradas se integran en paquetes tecnológicos. Por ejemplo, variedades forrajeras desarrolladas por programas del [CGIAR](#), como *Brachiaria*, *Stylosanthes* y *Vigna unguiculata*, se han adoptado en más de 12 millones de hectáreas en países en desarrollo, lo que ha generado beneficios económicos netos anuales superiores a los USD 5.8 mil millones, concentrados mayoritariamente en [ALC](#) (Fuglie et al., [2021](#)).
- **Mejora del contenido nutricional**, incluida la biofortificación mediante el aumento de micronutrientes esenciales (hierro, zinc, selenio y vitamina A) y de aminoácidos, la cual genera beneficios para la salud humana y animal (Hefferon, [2015](#); Martínez et al., [2023](#)). La biofortificación resulta especialmente relevante en contextos donde la suplementación y la fertilización son limitadas, como lo ilustran los casos emblemáticos del *Golden Rice*, la yuca biofortificada y el maíz enriquecido con betacaroteno, ascorbato y folato (Hefferon, [2015](#)).
- **Resistencia y tolerancia a estreses bióticos y abióticos**. Los primeros incluyen plagas y enfermedades causadas por insectos y patógenos, mientras que los segundos comprenden la sequía, el calor, el frío, la salinidad, el anegamiento, las deficiencias nutricionales y los suelos ácidos (Cabello et al., [2013](#); Fuglie et al., [2021](#); Hefferon, [2015](#); Lazaridi et al., [2024](#)). Por ejemplo, el mejoramiento molecular ha permitido desarrollar arroz tolerante a la sequía y resistente a enfermedades como el tizón y la marchitez bacteriana, mediante la introgresión de genes de resistencia (Pi2, xa5 y Xa23) usando la selección asistida por marcadores (Zhang et al., [2022](#)).
- **Adaptación a entornos diversos y cambiantes**, incluyendo condiciones agroecológicas específicas y la mejora de rasgos agronómicos como la arquitectura de la planta, el tiempo de floración, la vida poscosecha, la esterilidad masculina, los frutos sin semillas y la eficiencia en el uso del agua (Badstue et al., 2007; Bellon et al., 2006; Donoso & Salazar, [2023](#); Kayastha et al., [2024](#); Lazaridi et al., [2024](#); Martínez et al., [2023](#); Zhang et al., [2022](#)).

En Honduras, el mayor costo inicial de la semilla transgénica (35 %) para el cultivo de maíz amarillo se compensa con aumentos de la productividad cercanos al 30 %, con mejoras de la rentabilidad superiores al 65 % y con beneficios ambientales y sanitarios derivados de la reducción del uso de agroquímicos.

**Recuadro 4.22. Ejemplos de mejoramiento convencional de variedades tradicionales en ALC**

Junto a los avances en biotecnología, en [ALC](#) se mantienen y fortalecen procesos de mejoramiento convencional en especies tradicionales, con resultados relevantes en productividad, resiliencia y rentabilidad. Algunos ejemplos recientes incluyen:

**Papa en Perú**

El [Centro Internacional de la Papa \(CIP\)](#) desarrolló las variedades Matilde (liberada en 2024) y Asiryq (en fase final de liberación), resistentes a la racha (*Phytophthora infestans*). Evaluadas en Huancayo, Cusco y Puno junto a variedades tradicionales, mostraron incrementos de productividad cercanos al 30 % y una reducción del uso de fungicidas del 40 %, respecto a variedades como Yungay y Amarilla (CIP, [2024](#)).

**Arroz en Colombia**

En 2024 se liberó la variedad [Fedearroz 776](#), de ciclo corto y recomendada para los Llanos Orientales. Tras 12 años de ensayos, demostró alta adaptación y tolerancia a condiciones climáticas adversas, integrándose al programa [Adopción Masiva de Tecnología \(AMTEC\)](#). Esta variedad alcanza rendimientos de hasta 8,5 t/ha, superando ampliamente los de variedades predecesoras como [Fedearroz 50](#) (5,5 t/ha), [Fedearroz 60](#) (6,0 t/ha) y [Fedearroz 2000](#) (6,5 t/ha) (Gómez et al., 2024).

**Cacao en Ecuador**

El [Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias \(INIAP\)](#) liberó las variedades de cacao fino de aroma [INIAP EETP 800 \(Aroma Pichilingue\)](#) e [INIAP EETP 801 \(Fino Pichilingue\)](#). Ensayos en parcelas de productores mostraron rendimientos de hasta 2,5 t/ha, inicio temprano de producción (14 meses) y alta calidad sensorial. En comparación con variedades comerciales, *Fino Pichilingue* incrementó el rendimiento en 53,2 % frente a EET-103, mientras que *Aroma Pichilingue* superó a EET-103 en 126,3 % y a CCN-51 en 18,5 %, destacándose como una alternativa viable para mejorar la rentabilidad del cacao fino de aroma bajo condiciones de secano (Loor Solórzano et al., 2018).

El mejoramiento convencional de cultivos tradicionales en [ALC](#) sigue generando aumentos significativos de productividad, resiliencia sanitaria y rentabilidad, incluso sin recurrir a tecnologías genéticas avanzadas.

**Percepción de los agricultores y factores de adopción**

Los agricultores valoran múltiples rasgos en sus cultivos, más allá del rendimiento, y sus preferencias responden a necesidades productivas, alimentarias y contextos de riesgo (Badstue et al., 2007; Kramer & Spielman, [2025](#)). En el caso del maíz, por ejemplo, atributos como el rendimiento de masa para tortilla y la facilidad de descascarado son particularmente relevantes para agricultores de subsistencia; además, se ha observado

que las mujeres agricultoras suelen otorgar mayor importancia a características asociadas al consumo y a la resiliencia frente a factores de vulnerabilidad, como la sequía y la pudrición del grano (Bellon et al., 2006).

En Bolivia, se ha identificado que la decisión de adoptar variedades mejoradas y fertilizantes se asocia positivamente con el tamaño de la finca, la importancia relativa del cultivo en el sistema productivo, la membresía en asociaciones, el acceso a servicios de extensión y la disponibilidad

de crédito agrícola (Martínez et al., 2023). En México, prácticas como la “criollización” —hibridación entre variedades mejoradas y locales— son valoradas por los productores, ya que permiten incorporar rasgos deseables y adaptar las variedades a condiciones específicas (Bellon et al., 2006).

En términos generales, la adopción de tecnologías agrícolas enfrenta desafíos persistentes. Un metaanálisis de 218 estudios destaca como factores predictivos clave el tamaño de la tierra, el acceso al crédito, la seguridad de la tenencia, la posesión de ganado, los ingresos no agrícolas, el acceso a la extensión y la participación en organizaciones (Ruzzante & Bilton, 2021). Asimismo, la coherencia entre objetivos de política pública influye en los resultados: en Bolivia, por ejemplo, políticas recientes buscan ampliar el acceso a tecnologías mejoradas con fines de autosuficiencia y de inserción exportadora (Martínez et al., 2023).

Otros factores que afectan la percepción y la adopción trascienden el desempeño agronómico, la implementación exitosa de programas como el MIP y la adopción de variedades mejoradas. También se requiere un *enfoque integral* que considere la biología de las plagas, las características del cultivo, el contexto socioeconómico y las preferencias de los agricultores (Aristizábal et al., 2016; Zhou et al., 2023); la *colaboración y transferencia de conocimientos* entre productores, servicios de extensión e instituciones de investigación; y mecanismos de capacitación que fortalezcan la comprensión y aplicación de estos enfoques (Aristizábal et al., 2016; Ferreira et al., 2025).

Asimismo, el *valor de la diversidad genética* —incluidas variedades locales y autóctonas— constituye un recurso estratégico para desarrollar cultivos más resilientes y con atributos de calidad

relevantes para la seguridad alimentaria. Herramientas como GWAS y CRISPR-Cas facilitan su incorporación al mejoramiento moderno (Lazaridi et al., 2024). Finalmente, persisten barreras como la resistencia a los *organismos genéticamente modificados (OGM)* y la falta de marcos normativos claros que pueden limitar la adopción, pese a los avances comprobados en cultivos con tolerancia a herbicidas, resistencia a insectos y adaptación a estrés hídrico o salinidad. En este contexto, la comunicación y la difusión de información basada en evidencia científica resulta determinante.

#### 4.5.6 Avances hacia un riego eficiente

Los avances tecnológicos ofrecen oportunidades significativas para mejorar la eficiencia y sostenibilidad del riego agrícola en un contexto de creciente presión sobre los recursos hídricos. La adopción progresiva de sistemas de riego tecnificado, inteligente y de precisión —basados en sensores, automatización, análisis de datos, inteligencia artificial, drones y robótica— permite superar las limitaciones de los métodos tradicionales y optimizar la gestión del agua. Entre las principales tecnologías de riego se destacan las siguientes:

- **Riego presurizado**, que reduce pérdidas al dirigir el agua directamente a la zona radicular, aunque requiere energía externa (Fundación Chile, 2019).
- **Riego localizado subterráneo (RLS)**, que integra la aplicación de agua y fertilizantes mediante emisores enterrados, minimizando pérdidas por evaporación y logrando ahorros de entre 15 % y 25 % en cultivos como cítricos, almendros y aguacates, además de facilitar el uso de aguas residuales depuradas (Conesa et al., 2024).
- **Riego deficitario controlado (RDC)**, que aplica déficits hídricos controlados en fases fenológicas no críticas,

La evolución tecnológica ha impulsado la incorporación de soluciones digitales al riego agrícola, lo que ha permitido optimizar el uso del agua frente a crecientes restricciones hídricas.

La integración de tecnologías digitales, riego localizado y prácticas sostenibles ha permitido prevenir el estrés hídrico en época seca y maximizar el uso del agua en cultivos de café en **Guatemala**.

El proyecto **PLAS-ALC** integra tecnologías satelitales, plataformas digitales y metodologías de gestión del riego para mejorar la eficiencia hídrica en Chile, Argentina, Uruguay y Colombia (Balbontin et al., 2025).

manteniendo el rendimiento y la calidad del fruto (Conesa et al., 2024; Fundación Chile, 2019).

- **Riego deficitario sostenido (RDS)**, que distribuye de forma uniforme un déficit hídrico a lo largo del ciclo del cultivo, requiriendo monitoreo preciso del estado hídrico de la planta (Alomari-Mheidat, 2024).
- **Riego de precisión** (véase 4.4), basado en sensores de humedad del suelo, equilibrio hídrico planta-suelo y herramientas como sondas de humedad y sensores de turgencia para ajustar el riego a cada fase del cultivo (Fundación Chile, 2019).
- **Riego asistido por imágenes satelitales y drones**, que permite identificar estrés hídrico y orientar el riego de forma localizada. Tecnologías como Hydrosat e IrriWatch generan recomendaciones diarias integradas con modelos agronómicos.

En **México**, la empresa *REX Huasteca* ha registrado ahorros de agua superiores al 30 % y aumentos de productividad de hasta 50 % en maíz, caña y aguacate (Hydrosat, 2024; IrriWatch, 2025; Rexhuasteca, 2025). En **Ecuador**, estas herramientas han permitido sincronizar riego y fertirriego en cultivos florícolas, lo cual ha mejorado la calidad comercial (FAO, 2023).

A nivel regional, se han desarrollado iniciativas orientadas a mejorar la eficiencia del riego, como el proyecto **PLAS-ALC**, liderado por el **INIA** de Chile desde 2018. Sus resultados, validados en diversos cultivos y condiciones climáticas, muestran impactos significativos en productividad y eficiencia hídrica. En **Argentina**, ensayos en maíz alcanzaron rendimientos de 15 400 kg/ha y una productividad del agua de 1,8 kg/m<sup>3</sup>, frente a 12 000 kg/ha y 1,6 kg/m<sup>3</sup> en parcelas sin seguimiento. En Chile, la aplicación en lechuga incrementó la productividad del agua en 30 % y redujo el volumen de riego en 33 %, mientras que en poroto verde se registraron aumentos de 10,85 % en producción y de 31 % en productividad del agua, junto con una reducción del 20 % en el riego (Balbontin et al., 2025).

El avance de las tecnologías digitales (véase 4.4) ha permitido escalar soluciones basadas en sensores y plataformas de datos. En Colombia, el proyecto “Manejo eficiente del riego en cultivos tropicales asistido por sensores y redes **IoT**” implementó una red de sensores de humedad conectados a la **Internet de las cosas (IoT)**, gestionados mediante la plataforma *Apgricultor.com*. Los resultados incluyen reducciones superiores al 70 % en el consumo de agua sin afectar la productividad; en maíz, el uso de agua se redujo de 16 000 a 3000 m<sup>3</sup>/ha-año, y en guayaba el rendimiento aumentó de 8,51 a 9,9 t/ha (Balbontin et al., 2025).

La mejora de la productividad en los **SAA** de **ALC** exige impulsar sistemas productivos diversificados, resilientes y sostenibles; promover el manejo integrado y las prácticas regenerativas y contar con una mayor capacidad de innovación a nivel territorial.

#### 4.6 Sistemas productivos y buenas prácticas para mejorar la productividad

Los **SAA** en **ALC** enfrentan crecientes desafíos para sostener e incrementar su productividad en un contexto de presiones climáticas, degradación ambiental, transformaciones tecnológicas y una demanda alimentaria más exigente. Tal como se ha indicado anteriormente (3.1; 3.5; 4.4), la región requiere transitar hacia

modelos productivos capaces de aumentar la eficiencia y, al mismo tiempo, preservar los recursos naturales, reducir riesgos y fortalecer el bienestar rural.

Si bien las prácticas convencionales basadas en el uso intensivo de insumos y en esquemas de producción homogéneos

desempeñaron un papel relevante en el aumento de la producción en décadas pasadas, también han contribuido al deterioro de los suelos, a la pérdida de la biodiversidad y al aumento de la presión sobre el agua. En respuesta, la evidencia reciente destaca la importancia de sistemas que integren mejor el manejo de recursos, la diversificación productiva, la conservación de la agrobiodiversidad, el uso eficiente de insumos y la adopción de prácticas regenerativas que permitan incrementar la productividad sin comprometer la sostenibilidad.

En esta sección se profundiza en esas estrategias y se presentan ejemplos de cómo los países de la región están avanzando hacia sistemas agroalimentarios más productivos, sostenibles, resilientes e inclusivos.

#### 4.6.1 Manejo integrado del suelo, el agua y la biomasa

La gestión integrada de recursos como el suelo, el agua y la biomasa es fundamental para mejorar la productividad y la sostenibilidad de los SAa (FAO, 2023a; Wang et al., 2025). Tal como se analizó en los capítulos 2 y 3, estos recursos en ALC se encuentran crecientemente degradados, sobreexplotados y expuestos a eventos climáticos extremos (Recuadro 4.23), lo que

limita la capacidad productiva y la resiliencia de los agroecosistemas (IICA et al., 2017).

En este contexto, el crecimiento reciente de la producción agropecuaria ha dependido principalmente de un mayor uso de insumos —especialmente fertilizantes y alimentos balanceados— más que de mejoras en la eficiencia del uso de los recursos naturales (GAP, 2023). Esta dinámica, ya documentada en el capítulo 2 y sección 3.1, refleja una transición desde la productividad basada en innovaciones y manejo eficiente hacia una mayor dependencia de insumos externos.

La desaceleración de la productividad total de los factores descrita en la sección 2.3) coincide con un incremento sostenido en el uso de insumos: por ejemplo, el consumo de fertilizantes y alimentos balanceados se multiplicó por 2,5 entre 1980 y 2012 (Kaufman et al., 2024; Nin-Pratt et al., 2015). Este patrón revela ineficiencias en el manejo del suelo, el agua y la biomasa y aumenta la vulnerabilidad ante la degradación, la escasez hídrica y los impactos climáticos.

Esto refuerza la necesidad de avanzar hacia una gestión integrada y sostenible de los recursos, capaz de mejorar la eficiencia, reducir los costos, recuperar la fertilidad y fortalecer la resiliencia productiva.

En ALC, la recuperación de la productividad requiere avanzar desde la dependencia de insumos hacia una gestión más eficiente e integrada del suelo, el agua y la biomasa.

#### Recuadro 4.23. Desafíos de los recursos en ALC

##### Degradación del suelo

- El 75% de los suelos en ALC enfrenta procesos de degradación, lo que genera pérdidas económicas estimadas en USD 60 000 millones anuales (FAO, 2015; FAO, FIDA, OPS et al., 2024).
- La erosión de los suelos en ALC afecta alrededor de 200 millones de hectáreas, equivalentes al 30% de las tierras agrícolas de la región, las cuales presentan degradación física, química o biológica que reduce su fertilidad y capacidad de retención de agua (FAO, 2015).

En [ALC](#), el 75% de los suelos están degradados, la agricultura usa hasta el 80% del agua dulce con baja eficiencia y solo el 8,4% de la biomasa se aprovecha para generar energía, lo que evidencia graves desafíos en la gestión de recursos naturales.

#### Recuadro 4.23 (Continuación)

##### Estrés hídrico e ineficiencias

- La agricultura representa entre el 70% y el 80% de la extracción de agua dulce en la región (O. Salazar et al., [2022](#)).
- En algunos países, el uso del agua en el sector agrícola oscila entre el 35% y el 86% del total disponible de ese recurso, lo que refleja una presión extrema sobre los suministros locales (O. Salazar et al., [2022](#)).
- La eficiencia en el uso del agua en los sistemas agrícolas puede ser inferior al 40% en varios países andinos y caribeños (CEPAL, [2021](#)).

##### Gestión de la biomasa

- Los residuos agrícolas y la cobertura vegetal están subutilizados, lo que limita su potencial para conservar humedad, aportar nutrientes y mejorar la estructura del suelo.
- [ALC](#) genera más de 700 millones de toneladas métricas de residuos agrícolas al año, de los cuales cerca del 30% no se recolecta o se gestiona inadecuadamente (Grand View Research, [2023](#); Market Data Forecast, [2025](#)).
- A pesar de este excedente, solo el 8,4% de la biomasa en la región se utiliza para la generación de electricidad, por debajo de su potencial (Grand View Research, [2023](#); Market Research Intellect, [2025](#)).

Los enfoques de manejo integrado promueven el uso coordinado del suelo y el agua mediante prácticas de conservación como la labranza mínima, la rotación de cultivos y la siembra directa, las cuales mejoran la eficiencia, la fertilidad y la sostenibilidad agrícolas.

#### Enfoques de manejo integrado

Guiados por principios de conservación, eficiencia y resiliencia, los enfoques de gestión integrada promueven la planificación y el uso coordinado de los recursos en múltiples escalas, que van desde la parcela y la microcuencia hasta los niveles nacional y regional. Las prácticas de conservación mejoran la calidad del suelo, aumentan la disponibilidad de agua y reducen la erosión, la degradación y la pérdida de fertilidad. En consecuencia, la gestión óptima de los recursos suelo y agua es crítica para una agricultura sostenible (Montiel, [2021](#)).

Las prácticas de conservación como la labranza mínima, la siembra directa, el nivelado de tierras, el uso de cultivos de cobertura y la rotación de cultivos son

esenciales para optimizar el uso del agua y mantener o mejorar la salud del suelo (ver recuadro [4.24](#)). En contraste, la labranza convencional incrementa el riesgo de erosión, reduce la fertilidad y aumenta las emisiones de [GEI](#).

Una dimensión clave de estas prácticas es su impacto en el contenido de carbono del suelo, estrechamente vinculado con la biodiversidad, la productividad agrícola y la provisión de servicios ecosistémicos — como el ciclo de nutrientes, la retención del agua y la salud del suelo— (Brady et al., [2015](#); Jiménez-Castañeda, [2022](#)). La biomasa agrícola —residuos de cosecha, estiércol y restos de poda— representa un recurso vital para mantener y mejorar la calidad del suelo. Cuando se reincorpora mediante compost, biofertilizantes, acolchado orgánico o cultivos de cobertura

contribuye a aumentar la materia orgánica, la captura de carbono, la retención del agua y la actividad biológica del suelo.

En conjunto, estas prácticas fortalecen la gestión del suelo y el agua, lo que reduce la degradación y mejora la productividad y la resiliencia. Los casos presentados en el recuadro 4.24 ilustran cómo estos enfoques pueden aplicarse exitosamente en distintos agroecosistemas de [ALC](#).

Las estrategias de gestión hídrica inteligente en la agricultura, que incluyen la cosecha de agua de lluvia, la irrigación tecnificada y las prácticas de retención de humedad (por ejemplo, acolchado orgánico, curvas de nivel y manejo de cuencas), son más efectivas cuando se integran con la conservación del suelo (Kueneman et al., [2020](#)). En conjunto, reducen la erosión, mejoran la infiltración, estabilizan la disponibilidad de agua y fortalecen la resiliencia climática.

El apoyo institucional desempeña un papel esencial en la promoción de la eficiencia, la equidad y la sostenibilidad ambiental en la gestión del agua y el suelo (FAO, [2025a](#)). La adopción de prácticas de riego eficientes,

tecnologías apropiadas y germoplasma y ganado tolerantes al clima les permite a los agricultores mantener o incrementar la producción bajo condiciones climáticas extremas.

Algunas estrategias clave incluyen (ver caso en recuadro [4.24](#)):

- **Manejo integrado de cuencas y microcuencas:** facilita la gestión colectiva del agua y el suelo con participación comunitaria.
- **Prácticas de conservación del suelo:** terrazas vivas, barreras vegetativas, labranza mínima y cultivos de cobertura.
- **Captura y almacenamiento de agua:** reservorios, cosecha de agua de lluvia, tecnologías de riego eficiente y soluciones innovadoras como hidrogeles.
- **Aprovechamiento de biomasa:** compostaje, biofertilizantes y coberturas orgánicas para reciclar nutrientes y mejorar la salud del suelo.

La reincorporación de la biomasa y las prácticas de gestión hídrica inteligente aumentan el carbono y la materia orgánica del suelo, mejoran la retención del agua y fortalecen la resiliencia climática y la productividad agrícola

#### Recuadro 4.24. Casos exitosos de gestión del agua y resiliencia agropecuaria frente al cambio climático

- **Nicaragua: Proyecto “Adaptación de la agricultura al cambio climático a través de la cosecha de agua”.** Permitió que 2500 familias mejoraran su seguridad alimentaria mediante reservorios, prácticas de conservación y sistemas productivos más resilientes (CATIE, [2025](#)).
- **Honduras: Sistema Quesungual.** Combina labranza mínima, cobertura orgánica y árboles en laderas. Duplicó los rendimientos del maíz bajo sequía, redujo la erosión, mejoró la fertilidad y la humedad del suelo y fortaleció la resiliencia local (Ordoñez & H., [2005](#)).

En [ALC](#), proyectos en Nicaragua, Honduras, Perú, Costa Rica, Chile y el Caribe demuestran que la gestión integrada del agua y del suelo mejora la productividad, reduce la erosión y fortalece la resiliencia climática de miles de familias rurales.

#### Recuadro 4.24 (Continuación)

- **Perú: reservorios y sistemas de manejo hídrico en zonas altoandinas.** Posibilitaron extender el ciclo productivo y asegurar agua de riego para más de 3000 familias campesinas (Cárdenas et al., [2024](#)).
- **Costa Rica: Agroforestería sostenible en cafetales.** Se impulsaron sistemas agroforestales con manejo dinámico de sombra, red de viveros liderados en un 40% por mujeres y entrega de 515 000 árboles a más de 900 productores, gracias a lo cual se diversificaron los sistemas productivos y se mejoró su sostenibilidad (CATIE, [2023](#)).
- **Chile: uso de hidrogeles para sequía.** La incorporación de hidrogeles en la zona de Ovalle redujo la mortalidad de plantas (uva de mesa, paltos, cítricos) del 30% al 1%, lo que mejoró la retención de agua y la supervivencia en condiciones de escasez hídrica (Fuentes, [2022](#)).
- **Granada y San Vicente y las Granadinas: sistemas comunitarios de cosecha de agua.** El programa J-CCCP instaló sistemas de captación e irrigación que extendieron la temporada agrícola entre 4 y 6 semanas, redujeron pérdidas de cosechas en 10% y mejoraron la eficiencia del riego mediante microaspersión y goteo (*Japan-Caribbean Climate Change Partnership*, [2019](#)).
- **Trinidad y Tobago: manejo integrado del suelo y el agua en suelos arcillosos pesados.** Los productores adoptaron prácticas integradas: subsolado de *hardpan*, labranza mínima, drenaje, encalado, fertilización, camellones y reservorios con riego semiautomatizado. Se redujo la compactación, se mejoró el drenaje y se aumentaron la rentabilidad y la resiliencia climática (Roop & St. Martin, [2021](#)).

Fuente: Los autores con base en las fuentes citadas.

El manejo integrado del suelo, el agua y la biomasa mejora la productividad y la resiliencia agrícola, en línea con compromisos internacionales como la [CNULD](#) y las [CDN](#), mientras que la diversificación productiva —incluidos los [SSP](#)— aumenta la eficiencia, los ingresos y la sostenibilidad en [ALC](#).

El manejo integrado del suelo, el agua y la biomasa apoya la conservación de los recursos naturales y al mismo tiempo mejora la productividad, la rentabilidad y la sostenibilidad. Al fortalecer la resiliencia de los sistemas agrícolas, contribuye directamente a la seguridad alimentaria y nutricional frente a las crecientes presiones climáticas, hídricas y sociales.

#### Relevancia para las políticas

El manejo integrado de los recursos naturales se articula con los compromisos nacionales establecidos en la [Convención de Lucha contra la Desertificación \(CNULD\)](#) y en las [CDN](#), que reconocen la restauración de los suelos, la retención del

agua y el aumento del carbono del suelo como prioridades para la adaptación y la mitigación climáticas. Asimismo, constituye un eje central de iniciativas regionales como la Iniciativa 20x20 ([2022](#)), orientada a la restauración a gran escala de tierras degradadas en [ALC](#), lo que permite reforzar la necesidad de políticas que integren sostenibilidad, productividad y resiliencia.

#### 4.6.2 Diversificación productiva (rotación, policultivos, [SSP](#))

La diversificación productiva es clave para aumentar la eficiencia de los sistemas agroalimentarios, reducir riesgos asociados al clima y mejorar la resiliencia y los ingresos de los productores. La

diversificación incorpora distintas especies vegetales o animales, prácticas de manejo integradas y enfoques agroecológicos que aprovechan mejor los recursos disponibles y fortalecen la sostenibilidad del sistema.

El manejo rotacional del pastoreo y el uso eficiente de la biomasa forrajera regeneran pasturas degradadas, mejoran la dieta animal y reducen las emisiones de los sistemas ganaderos. En [SSP](#) y de [Integración Agricultura-Ganadería-Bosque](#)

([ILPF](#)), comunes en Brasil, la combinación de árboles, forrajes y animales genera sinergias ecológicas y económicas, incluyendo la documentación de casos en que la productividad ganadera ha aumentado hasta 70%, junto con mejoras en la eficiencia del uso del suelo y en el secuestro de carbono (Feltran-Barbieri & Féres, [2021](#)).

Diversos estudios (CGIAR, 2024) muestran los beneficios productivos y económicos de los [SSP](#), como se resume en el cuadro [4.5](#).

La diversificación productiva —mediante rotación, policultivos, silvopastoreo y producción mixta— mejora la fertilidad del suelo, aumenta la productividad y la resiliencia, reduce el uso de insumos y diversifica los ingresos rurales.

**Cuadro 4.5: Variación promedio de indicadores de productividad frente a sistemas convencionales**

Indicador	Variación (%)
Carga animal (UGG/ha)	23,0
Productividad láctea (L/ha/año)	37,1
Costos de producción de leche	-11,61
Costos de producción en carne	-24,19

Fuente: Elaboración propia con base en CGIAR (2024).

**Principales enfoques de diversificación**

- **Rotación de cultivos:** mejora la fertilidad del suelo, reduce las plagas y enfermedades y optimiza el uso de nutrientes. Ejemplo: alternancia de leguminosas con cereales.
- **Policultivos:** cultivo simultáneo de varias especies en una misma parcela (p. ej., maíz, frijol y calabaza), que promueve sinergias ecológicas y mejora la estabilidad productiva.
- **Silvopastoreo:** integración de árboles, pastos y animales en un mismo sistema productivo, lo que aumenta la productividad forrajera, regula el microclima y disminuye la presión sobre los ecosistemas.

- **Producción mixta agrícola-pecuaria:** favorece el reciclaje de nutrientes y reduce la dependencia de insumos externos.

**Beneficios agronómicos y económicos**

- Incremento de la productividad total por unidad de área.
- Mejora de la calidad del suelo y reducción del uso de agroquímicos.
- Mayor estabilidad frente a eventos climáticos extremos.
- Diversificación de ingresos y fortalecimiento de la seguridad alimentaria.

#### Recuadro 4.25. Casos exitosos de integración productiva y sostenibilidad agropecuaria

Experiencias en México, Colombia y Brasil muestran que los sistemas diversificados —como la milpa, el silvopastoreo y el [ILPF](#)— aumentan la productividad, mejoran la biodiversidad y reducen las emisiones, lo que fortalece la sostenibilidad agropecuaria regional.

- **México:** sistemas milpa maya y milpa tradicional. Basados en policultivos de maíz, frijol, calabaza y otros productos, han demostrado alta resiliencia climática y capacidad de sostener hasta el 60% de la dieta básica en comunidades rurales (FAO, [2022a](#)) con bajos requerimientos de insumos externos.
- **Colombia: SSP intensivos:** Implementados por la Fundación CIPAV, la Federación Colombiana de Ganaderos (FEDEGAN) y el Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible, han mostrado incrementos de hasta el 300% en la producción de leche, mejoras en la biodiversidad y reducciones en las emisiones de metano (Chará et al., [2020](#)).
- **Brasil: cultivos intercalados en el estado de Mato Grosso,** El sistema de [ILPF](#) ha sido adoptado en más de 17 millones de hectáreas, lográndose mejoras en la cobertura vegetal, la captura de carbono y la productividad de carne y grano (EMBRAPA, [2021](#)).

#### Implicaciones para las políticas públicas

La diversificación productiva ha sido eficaz para reducir la vulnerabilidad económica y climática de los productores, en especial de pequeña escala. Varios países de la región han incorporado la diversificación productiva en sus planes nacionales de desarrollo rural, [CDN](#) y políticas de seguridad alimentaria; además, iniciativas regionales, como la Grupo de Acceso a la Tierra de la Reunión Especializada de Agricultura Familiar ([REAF-MERCOSUR](#)) la han incorporado como un eje transversal.

#### 4.6.3 Enfoques integrados: [Agricultura Climáticamente Inteligente \(ACI\)](#) y [Agricultura Nutricionalmente Inteligente \(ANI\)](#)

[ALC](#) concentra el 23% de las tierras agrícolas y el mismo porcentaje del área forestal del planeta; sus bosques almacenan alrededor del 36% de las reservas de CO<sub>2</sub>, la región posee el 31% del agua dulce mundial y alberga una de las mayores reservas de biodiversidad del mundo (datos de BID-INTAL (2007), citados por Cristini ([2024](#)), y

de Díaz-Bonilla et al. ([2024](#))). Este acervo de recursos naturales sitúa a la región en una posición estratégica para contribuir a la seguridad alimentaria global, pero también la hace más vulnerable a los impactos de la variabilidad climática, a la creciente presión sobre los recursos naturales y a la necesidad de mejorar la calidad de las dietas y los ingresos rurales.

La [ACI](#) busca simultáneamente aumentar la productividad, fortalecer la resiliencia y reducir las emisiones de [GEI](#) mediante la adopción de tecnologías y prácticas climáticamente inteligentes, tales como las variedades resilientes, la agricultura de conservación, los sistemas agroforestales, la agricultura de precisión y las estrategias de manejo de la ganadería y del agua.

A partir de la experiencia y aprendizajes de la [ACI](#), se desarrolló la [ANI](#), un enfoque que pone en el centro la calidad de la dieta y la nutrición, complementando la productividad agrícola con un énfasis explícito en la disponibilidad, diversidad y densidad nutricional de los alimentos. La [ANI](#) incluye prácticas como la

biofortificación, la diversificación productiva, los sistemas alimentarios locales y el manejo integrado de plagas y enfermedades. Su relevancia es particularmente alta en [ALC](#), donde persiste la *triple carga de la malnutrición*: desnutrición, deficiencias de micronutrientes y sobrepeso u obesidad. Esta triple carga genera elevados costos económicos y sociales —estimados entre 2% y 7% del [PIB](#) anual— debido a pérdidas de productividad, a un mayor gasto público en salud y a afectaciones en el desarrollo infantil (FAO y OPS, [2019](#); Initiatives, 2021; World Bank, [2020](#)).

Estos enfoques son particularmente pertinentes en un contexto regional (ver [2.2.1](#)) donde, si bien el hambre ha mantenido una tendencia a la baja, llegando a 5,1% en 2024, persisten importantes desafíos, especialmente en el Caribe, donde la prevalencia sigue por encima de los niveles previos a la pandemia de covid-19 (FAO et al., [2025](#)). A ello se suma el incremento sostenido de la malnutrición por exceso: en 2022, cerca de uno de cada tres adultos en [ALC](#) tenía sobrepeso, casi el doble del promedio mundial, y la obesidad en menores de cinco años alcanzó 8,6%, superando en tres puntos porcentuales el promedio global. Estas tendencias están estrechamente asociadas al limitado acceso económico a dietas saludables: en 2024, el costo diario de una dieta saludable en la región fue de USD 5,16 [PPA](#) per cápita, el más alto del mundo y superior al promedio global de USD 4,46 (FAO et al., [2025](#)).

En paralelo, [ALC](#) genera cerca del 9% de las emisiones globales, pero los [SAa](#) de la región aportan aproximadamente el 17% de todas las emisiones mundiales que se originan en los propios [SAa](#). Desde la perspectiva regional, las emisiones provenientes de los [SAa](#) de [ALC](#) representan alrededor del 67% del total de emisiones de la región (Díaz-Bonilla et al., [2024](#)). Esta

doble dimensión —relevancia global y peso relativo dentro de la región— evidencia tanto el desafío como la oportunidad que representan los [SAa](#) para la adaptación y la mitigación climáticas (FAO, [2023b](#)).

Con la creciente variabilidad climática, hacia 2050 se proyectan reducciones de entre 10% y 25% en los rendimientos de cultivos básicos en [ALC](#), junto con efectos negativos sobre la calidad nutricional de los alimentos, incluyendo disminuciones de 3% a 6% en proteínas y de 5% a 15% en minerales esenciales (IPCC, [2022](#); Myers et al., [2017](#)).

A nivel global, persiste una marcada desalineación entre los requerimientos nutricionales y la estructura actual de la producción agrícola: el mundo produce menos de una cuarta parte de las frutas y verduras necesarias para garantizar dietas saludables (Woodhill et al., [2022](#)). En [ALC](#), la agricultura familiar es clave para cerrar estas brechas: en varios países, representa más del 50% de la superficie cultivada de hortalizas, frutas, cereales, raíces y tubérculos. Sin embargo, sus capacidades productivas se ven limitadas por el acceso restringido a activos, servicios y mercados (FAO & PNUD, [2025](#)), lo que reduce su potencial para satisfacer la creciente demanda de alimentos frescos y nutritivos.

### Casos de [ANI](#)

La biofortificación es una tecnología y estrategia prometedora para mejorar la densidad nutricional de los cultivos y, al mismo tiempo, para mantener o incrementar la productividad. En [ALC](#), los programas de mejoramiento genético han desarrollado variedades enriquecidas con micronutrientes esenciales, como frijoles altos en hierro, maíz rico en provitamina A y yuca biofortificada con betacaroteno. Estas variedades, además de tener un alto valor nutricional, han mostrado buena tolerancia a estreses abióticos como

Los enfoques de [ACI](#) y [ANI](#) buscan aumentar la productividad y la resiliencia agrícola, reducir las emisiones, mejorar la nutrición y enfrentar la triple carga que limita el desarrollo e impone elevados costos económicos y sociales.

temperaturas extremas, sequías y otros factores climáticos adversos.

Además de estos avances en biofortificación, diversos países han implementado innovaciones tecnológicas

y prácticas integradas que han demostrado mejoras significativas en productividad, eficiencia en el uso de insumos y calidad nutricional. Algunos de estos casos se sintetizan en el recuadro 4.26.

#### Recuadro 4.26. Casos exitosos de innovación tecnológica y manejo integrado de la producción agrícola

- **A nivel global: implementación del MIP en países en desarrollo.** Un análisis de 85 proyectos de MIP en 24 países durante los últimos 20 años demostró que estos enfoques generan beneficios sustanciales, con un incremento promedio del rendimiento de 40,9% y una reducción de 30,7% en el uso de plaguicidas con respecto a la línea de base (Pretty & Bharucha, 2015).
- **Brasil, Colombia y Guatemala: variedades de frijol biofortificadas.** Estas variedades han incrementado el contenido de hierro en 40-90%, han mantenido la competitividad de los rendimientos y han aumentado la tolerancia a la sequía (HarvestPlus, 2023). La adopción de maíz biofortificado con provitamina A en México y Centroamérica supera las 300 000 hectáreas y beneficia a cerca de 150 000 familias agricultoras al aumentar los ingresos y mejorar la seguridad nutricional (CIMMYT, 2024).
- **México: programas de control biológico en cultivos hortícolas.** Estos programas han logrado reducir el uso de insecticidas sintéticos en 40-60%, mantener la calidad y el valor nutricional de las hortalizas y disminuir los costos de producción en 15-25% (SENASICA, 2023).
- **Chile: sistemas de riego por goteo y fertirrigación en hortalizas.** Estos sistemas han incrementado la eficiencia en el uso del agua en 30-40% y han mejorado el contenido de vitaminas y antioxidantes en los productos, lo que ha generado precios 10-20% más altos en mercados especializados (ChileBio, 2023).

Experiencias en distintos países muestran que innovaciones como el MIP, la biofortificación y el riego tecnificado aumentan los rendimientos hasta en 40%, reducen el uso de insumos y mejoran la calidad y densidad nutricional de los alimentos.

Los sistemas agroforestales de cacao en Centroamérica y el Caribe han demostrado que capturan entre 50 y 150 toneladas de CO<sub>2</sub> por hectárea, al mismo tiempo que generan ingresos diversificados por la venta de cacao, frutas y madera, contribuyendo así a mejorar la seguridad alimentaria de los hogares (Somarriba et al., 2022).

El MIP, aplicado en el marco de la ANI, refuerza la producción de alimentos seguros y de alta calidad nutricional, al reducir la dependencia de plaguicidas sintéticos y minimizar los residuos que pueden afectar la inocuidad alimentaria. Sus estrategias combinadas —biológicas, culturales y químicas de bajo riesgo— permiten mantener la sanidad del cultivo sin comprometer su valor nutricional. Con ello, el MIP complementa otras prácticas de la ANI, al favorecer la disponibilidad de

alimentos densos en nutrientes y seguros para el consumo.

#### Casos de ACI

Los sistemas agroforestales constituyen una práctica central en el marco del enfoque de la ACI, al integrar árboles frutales, maderables y de usos múltiples con cultivos agrícolas o pecuarios en una misma parcela, lo que crea sinergias que mejoran la productividad. Al mismo tiempo, aumentan la captura de

carbono, diversifican los ingresos, proveen servicios ecosistémicos y contribuyen a la conservación de la biodiversidad.

Por otro lado, la agricultura de precisión y el uso de tecnologías digitales complementan las prácticas basadas en la naturaleza dentro de la [ACI](#) (ver [4.4](#)). Estas herramientas permiten monitorear en tiempo real el estado de los cultivos, optimizar la aplicación de insumos, reducir los desperdicios y minimizar las emisiones de [GEI](#). Asimismo, mejoran la trazabilidad,

facilitan la planificación y fortalecen la toma de decisiones, mediante lo cual maximizan la productividad y promueven mejoras en la calidad de los alimentos.

Además de estas prácticas, diversos países están incorporando innovaciones tecnológicas que fortalecen la sostenibilidad agrícola y mejoran la eficiencia en el uso de los recursos. Algunos ejemplos se presentan en el recuadro [4.27](#) (ver también [4.4](#)).

**Recuadro 4.27. Casos de innovación tecnológica y prácticas de precisión para la sostenibilidad agrícola**

- **Argentina: uso de sensores de suelo y drones en cultivos de soya.** La incorporación de sensores y drones ha permitido reducir el uso de fertilizantes y pesticidas en 20-30%, al tiempo que mantiene los rendimientos y mejora la eficiencia en el uso de nutrientes (INTA, [2023](#)).
- **Colombia: plataformas digitales para pequeños productores.** La utilización de plataformas digitales ha contribuido a reducir las pérdidas poscosecha en 25% y a mejorar la planificación de cultivos a partir de predicciones climáticas, lo que ha aumentado la disponibilidad de alimentos nutritivos en los mercados locales (AGROSAVIA, [2024](#)).
- **India – Sistema Inteligente de Monitoreo de Riego (SIMS):** La implementación de redes de sensores inalámbricos con sensores capacitivos FR4 alcanzó una precisión del 85% en la detección de fluctuaciones de humedad del suelo. El sistema, de bajo consumo energético, controla automáticamente las bombas de riego según datos en tiempo real y pronósticos de lluvia, lo que ha permitido mejorar la eficiencia hídrica en sistemas de pozos tubulares (Kushwaha et al., [2024](#)).

Aunque el [MIP](#) es un componente central de la [ANI](#), también complementa las prácticas de la [ACI](#), al reducir la dependencia de plaguicidas sintéticos, proteger los servicios ecosistémicos y minimizar los riesgos para la salud humana y el ambiente. Su integración con prácticas de manejo basado en la naturaleza contribuye a incrementar la eficiencia y sostenibilidad de los sistemas productivos, sin comprometer la productividad ni la calidad de los alimentos.

La resiliencia hídrica en los sistemas de [ACI](#) incorpora tecnologías de riego eficiente, cosecha de agua y reciclaje de nutrientes que optimizan el uso del agua y reducen las pérdidas, al mismo tiempo que se mantiene la productividad y, en algunos casos, se mejora la calidad nutricional. Estas prácticas son particularmente relevantes en regiones semiáridas de [ALC](#), donde la escasez hídrica limita la producción agrícola.

En la Amazonía, los sistemas agroforestales multiestratificados pueden producir hasta 40 especies diferentes de frutas, hortalizas, granos y plantas medicinales por hectárea, gracias a lo cual la diversidad dietética de los hogares se incrementa en más de 60% en comparación con los monocultivos (ICRAF, [2023](#)).

Casos en Argentina, Colombia e India muestran que la agricultura de precisión, las plataformas digitales y los sistemas de sensores inteligentes reducen el uso de insumos y las pérdidas poscosecha, lo que mejora la eficiencia y sostenibilidad agrícolas.

Un enfoque combinado de [ACI](#) y [ANI](#) posibilita que cada inversión productiva genere simultáneamente múltiples beneficios (productividad, resiliencia, mitigación, salud y nutrición), optimice los recursos y construya sistemas agroalimentarios más sostenibles e inclusivos.

La agricultura regenerativa restaura la salud del suelo y los servicios ecosistémicos, convierte los suelos en sumideros de carbono y gana impulso en [ALC](#) ante la creciente demanda global y el interés por prácticas sostenibles.

La integración de los enfoques climático y nutricional representa una oportunidad transformadora para abordar los desafíos prioritarios de la región.

#### 4.6.4 Prácticas agrícolas regenerativas para la conservación de recursos naturales y la resiliencia climática

Las prácticas agrícolas regenerativas promueven la restauración de los agroecosistemas y su resiliencia frente a condiciones climáticas adversas. A diferencia de enfoques convencionales, que buscan únicamente mitigar impactos, la agricultura regenerativa propone regenerar la salud del suelo, fomentar ciclos biológicos naturales y fortalecer servicios ecosistémicos mediante un manejo integral, participativo y adaptativo.

Este enfoque ha ganado relevancia en [ALC](#) como alternativa para abordar la pérdida de la fertilidad del suelo, la escasez hídrica, las emisiones de [GEI](#) y la disminución de la biodiversidad agrícola. La agricultura regenerativa constituye la base de la agricultura de carbono, definida como la adopción de prácticas que restauran la base edáfica y generan balances positivos de carbono en suelos y biomasa. Prácticas como el manejo de residuos, la maximización del aporte de las raíces profundas, la diversificación de especies y la integración agroforestal y silvopastoril convierten a los suelos agrícolas en verdaderos sumideros de carbono, lo que contribuye a la mitigación climática, a la productividad y a la generación de ingresos adicionales (Lal, [2018](#)).

Se estima que la demanda global del mercado de la agricultura regenerativa se va a duplicar antes de 2033 (de USD 15,1 millones en 2024 a USD 32,5 millones), debido a una transformación impulsada por los avances tecnológicos en la producción primaria, así como al creciente interés de los inversores, a las necesidades

empresariales en evolución de múltiples sectores de consumo y al aumento de las presiones regulatorias (Market Research Intellect, [2025](#)).

#### Principales prácticas regenerativas

- **Labranza mínima o cero:** disminuye la perturbación del suelo y mejora su estructura y capacidad de retención de agua.
- **Uso de cultivos de cobertura y abonos verdes:** protege el suelo, reduce la erosión y aumenta el contenido de materia orgánica.
- **Aplicación de compost y biofertilizantes:** enriquece el suelo con microorganismos benéficos y nutrientes disponibles.
- **Asociaciones agroecológicas:** promueven interacciones positivas entre cultivos y favorecen el control biológico de plagas.
- **Diseño hidrológico del paisaje:** incluye zanjas de infiltración, barreras vivas y terrazas para manejar las escorrentías y conservar la humedad.

#### Beneficios ambientales y productivos

- Recuperación de la materia orgánica y de la actividad biológica del suelo.
- Mayor eficiencia del uso del agua y reducción de la erosión.
- Disminución del uso de agroquímicos y de la dependencia de insumos externos.
- Aumento de la resiliencia ante sequías, lluvias intensas y olas de calor.
- Mitigación de emisiones agrícolas y captura de carbono en el suelo.

**Recuadro 4.28. Casos exitosos de agricultura regenerativa y restauración de ecosistemas productivos**

- **Argentina: Movimiento de Agricultura Regenerativa en la región pampeana.** Agricultores han adoptado rotaciones intensivas de cultivos, siembra directa y cultivos de cobertura. Estudios muestran mejoras del 20% en la capacidad de infiltración del agua y aumento sostenido de los rendimientos (Wilson, [2017](#)).
- **Guatemala: agricultura sintrópica en comunidades indígenas de Alta Verapaz.** Esta práctica integra principios de sucesión ecológica y manejo intensivo de la biomasa, lo que permite restaurar los suelos degradados, diversificar la dieta y mejorar los ingresos comunitarios (Instituto Mesoamericano de Permacultura (IMAP), [2026](#)).
- **Chile: restauración agroforestal en zonas costeras de secano.** El uso combinado del compost, la cobertura vegetal permanente y la reforestación productiva ha permitido rehabilitar suelos áridos y establecer sistemas productivos resilientes al estrés hídrico (Pérez, [2025](#)).

Experiencias en Argentina, Guatemala y Chile muestran que la agricultura regenerativa mejora la infiltración del agua, restaura los suelos degradados y fortalece la resiliencia y los ingresos rurales mediante prácticas agroforestales y sintrópicas.

**Proyecciones e institucionalidad**

Diversos gobiernos de la región han comenzado a incluir prácticas regenerativas en sus estrategias nacionales de adaptación al cambio climático y planes de restauración de tierras. Además, iniciativas como el Decenio de las Naciones Unidas sobre la Restauración de los Ecosistemas (2021-2030) brindan un marco propicio para escalar estas prácticas con apoyo técnico y financiero internacional.

**4.6.5 Conservación y uso sostenible de la biodiversidad agrícola**

La biodiversidad agrícola, entendida como la variedad y variabilidad de animales, plantas, microorganismos y ecosistemas que sustentan la producción agroalimentaria, es un componente esencial para garantizar sistemas productivos sostenibles, resilientes y adaptados a las condiciones locales. En [ALC](#), esta biodiversidad representa una ventaja estratégica, al concentrar gran riqueza de especies domesticadas y silvestres, clave para enfrentar condiciones climáticas adversas, plagas emergentes y cambios en la demanda alimentaria.

Sin embargo, la intensificación no planificada, la pérdida de hábitats y la homogeneización de los sistemas productivos han generado una erosión genética progresiva que ha comprometido la sostenibilidad a largo plazo.

**Estrategias de conservación y uso sostenible**

- **Conservación in situ:** mantenimiento de variedades tradicionales en su entorno productivo original, lo que fomenta los conocimientos campesinos, la selección participativa de semillas y los sistemas agroecológicos.
- **Conservación ex situ:** recolección y almacenamiento de semillas, germoplasma y materiales genéticos en bancos de semillas e instituciones de investigación.
- **Uso sostenible:** integración de cultivos nativos o subutilizados en mercados locales y sistemas productivos diversificados, lo que promueve su valorización económica y cultural.

- **Educación y participación comunitaria:** fortalecimiento del conocimiento tradicional, los derechos de los agricultores y el diálogo entre la ciencia y el saber local.
- Diversificación alimentaria y nutricional.
- Conservación de conocimientos ancestrales asociados a la producción y el uso de especies nativas.

**Beneficios asociados**

- Incremento de la resiliencia genética frente a enfermedades, sequías y otros estresores ambientales.
- Protección de cultivos silvestres que podrían ser clave en programas de mejoramiento genético.

**Recuadro 4.29. Casos exitosos de conservación comunitaria y soberanía de semillas**

Iniciativas en Perú, México y Brasil muestran que la conservación comunitaria de semillas fortalece la soberanía alimentaria, preserva la biodiversidad agrícola y mejora la resiliencia frente al cambio climático.

- **Perú: Parque de la Papa (Cusco).** Esta es una iniciativa liderada por comunidades quechuas en el Valle Sagrado de los Incas, donde se conservan más de 1300 variedades de papa nativa, y que integra turismo, educación y soberanía alimentaria. El parque forma parte de un biocorredor de conservación in situ reconocido internacionalmente (ANDES, 2020).
- **México: Red de Guardianes de Semillas.** Integrada por agricultores, organizaciones y centros de investigación, esta red promueve la recuperación, el intercambio y la reproducción de semillas criollas y nativas, mediante lo cual fortalece la autonomía productiva y la conservación agroecológica (CONABIO, 2021).
- **Brasil: banco de semillas comunitario en el Semiárido.** En el noreste del país, organizaciones campesinas han creado más de 700 bancos de semillas criollas, para lo cual han contado con el apoyo del gobierno y la cooperación internacional. Estas iniciativas han incrementado la disponibilidad de semillas adaptadas a condiciones de sequía y han fortalecido la seguridad alimentaria local (Barros et al., 2022).

**Avances institucionales**

La conservación de la biodiversidad agrícola está reconocida en múltiples marcos internacionales, como el Convenio sobre la Diversidad Biológica y el Tratado Internacional sobre los Recursos

Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura. En la región, varios países han adoptado políticas de soberanía alimentaria, estrategias de agrobiodiversidad y normativas que reconocen los derechos de los agricultores sobre las semillas, en línea con los principios de la [FAO](#) y del [IICA](#).

**4.7 Agregación de valor en origen (AVO)**

La [AVO](#) constituye una vía práctica para fortalecer la contribución de la agricultura a los sistemas agroalimentarios mediante mejoras de productividad y sostenibilidad,

al “producir más con menos” y reducir presiones ambientales, en línea con el enfoque de productividad sostenible de la [OCDE](#) (OECD, 2024a, 2024b). La evidencia

en [ALC](#) muestra que los esquemas de articulación comercial —como las alianzas productivas— elevan los rendimientos, la calidad y el acceso a financiamiento y tecnología, al tiempo que estabilizan la vinculación a mercados (Banco Mundial, [2016](#), [2025b](#)). Asimismo, estrategias basadas en atributos de origen (IG/DO, sellos territoriales y sistemas participativos de garantía) alinean incentivos privados con bienes públicos (calidad, biodiversidad, paisaje), reteniendo valor en los territorios (CEPAL et al., [2019b](#); FAO, [2021](#), [2022c](#)).

Complementariamente, el procesamiento local, la economía circular y la bioeconomía reducen pérdidas poscosecha, valorizan subproductos y mejoran la “productividad efectiva” del sistema (CEPAL et al., [2019a](#); FAO Investment Centre, [2025](#); Urugo et al., [2024](#)).

En un contexto regional de productividad total de los factores ([PTF](#)) heterogénea, la [AVO](#) opera como incentivo y estrategia para canalizar financiamiento y acelerar innovaciones políticas, institucionales, financieras y tecnológicas orientadas a una productividad agropecuaria sostenible (BID, [2024b](#)).

En particular, el acceso a mercados de alto valor refuerza este efecto mediante cinco vías complementarias:

1. al establecer incentivos claros para la calidad y la eficiencia productiva;

2. al facilitar el acceso a financiamiento, asistencia técnica y servicios de apoyo vinculados a contratos estables;
3. al promover la organización colectiva que genera economías de escala y reduce los costos de transacción;
4. al impulsar mejores prácticas poscosecha y de logística que reducen pérdidas y valorizan subproductos; y
5. al recompensar prácticas sostenibles como ventaja competitiva en nichos diferenciados (orgánicos, comercio justo, bajas emisiones).

Estos mecanismos confirman que la [AVO](#), articulada con mercados dinámicos y exigentes, eleva no solo la productividad económica sino también la productividad ecológica, contribuyendo así al desarrollo sostenible y equitativo de los territorios rurales (véase el recuadro [4.30](#)).

[ALC](#), en las últimas cuatro décadas, ha generado una masa crítica de pensamiento y experiencias aplicadas alrededor de la [AVO](#) y la vinculación sostenible a mercados dinámicos y remunerativos por parte de la agricultura de pequeña y mediana escalas y las micro, pequeñas y medianas empresas rurales, con diversos alcances y apreciaciones conceptuales (véase el cuadro [4.6](#)).

La [AVO](#), articulada con mercados de alto valor, impulsa la productividad económica y ecológica, lo que fortalece la sostenibilidad de los territorios rurales.

**Cuadro 4.6: Aproximación de alcances conceptuales de la agregación de valor.**

<p>Resultado de la aplicación de estrategias, procesos y mecanismos en uno o varios componentes de un sistema agroalimentario.</p>	<p>En los negocios agrícolas, toda actividad que el productor realiza, más allá de la obtención tradicional de bienes básicos, con el fin de recibir mayores retornos por unidad de producto vendido (Evans, <a href="#">2006</a>).</p>	<p>Características añadidas a un bien que aumentan su valor en general (de uso y cambio) (IICA, <a href="#">2022</a>).</p>	<p>En una empresa, valor del producto menos el costo de adquisición de los bienes y servicios utilizados para su obtención (IICA, <a href="#">2022</a>).</p>
--	---	--	--

Fuente: Riveros y Jaramillo ([2025a](#)).

La [AVO](#) no es solo transformación de productos, sino también retención de valor en el territorio, sostenibilidad y diferenciación competitiva

El valor en origen aprovecha recursos naturales y culturales, integra desarrollo territorial y abre caminos de sostenibilidad y competitividad.

A partir de estas definiciones, más allá de la transformación de un producto, se da énfasis a que el valor agregado se genere y retenga en los territorios donde se producen las materias primas y los servicios ofrecidos, no solo mediante la agregación de valor como proceso, sino también a través del reconocimiento y la valorización de prácticas de conservación y manejo sostenible de los recursos naturales, así como de la incorporación de atributos ambientales y sociales que sean apreciados y remunerados por los mercados. Este enfoque favorece también la diferenciación de productos con base en las características de los recursos locales o atributos territoriales, cuya gestión apropiada contribuye a una vinculación más competitiva con actores de la cadena de valor para acceder de manera sostenible a esos mercados.

Esos recursos locales incluyen tanto los naturales (el paisaje, por ejemplo) como los construidos por la sociedad local, tales como expresiones culturales, productos agrícolas, industriales, artesanales y gastronómicos. Así, el enfoque de valor agregado incorpora principios del desarrollo territorial (Champredonde & González, 2016). En consecuencia, se torna estratégico identificar y resaltar

las características particulares de cada territorio y sus ventajas comparativas, a partir de sus aptitudes y potencialidades. Además, “el agregado de valor en origen supone una vía de integración vertical, en general para productores familiares o pequeños, en un territorio concreto, que ayuda a sostener a la familia rural en la actividad agropecuaria, asociada con sus pares, para avanzar en los eslabones de mayor rentabilidad” (Acosta, 2017).

Esos conceptos se han aplicado mediante diferentes enfoques impulsados por instituciones académicas, gubernamentales o de la cooperación, en el marco de programas y proyectos de desarrollo rural: la [agroindustria rural \(AIR\)](#), los [sistemas agroalimentarios localizados \(SIAL\)](#), las cadenas de valor, las empresas ancla, las denominaciones de origen y las indicaciones geográficas, las marcas colectivas; los negocios inclusivos y de base de la pirámide, así como el favorecimiento de su vinculación a mercados públicos de alimentos; la sostenibilidad, expresada en abordajes como la agricultura regenerativa, los estándares de sostenibilidad, la gestión del agua y el suelo, la economía circular y la bioeconomía<sup>18</sup>, los servicios ambientales, entre otros.

#### **Recuadro 4.30. Caso de estudio: El Ceibo: Central Regional Agropecuario Industrial de Cooperativas Ltda. de Bolivia**

En Alto Beni, el cacao representa el 65 % de los ingresos; El Ceibo aporta 80 % de esa producción.

El Ceibo cuenta con 49 cooperativas de base afiliadas y distribuidas en toda la región del Alto Beni del departamento de La Paz. Industrializan chocolate y actualmente exportan sus productos a países de Europa como Alemania, Suiza, Italia y Francia; además, llegan a Japón, en Asia, con el sello boliviano de El Ceibo (Bolivia Emprende, 2021).

Actualmente, el 67 % del total de su producción es exportada y, de este porcentaje, el 90 % se dirige a organizaciones de comercio justo (PROYDE, s. f.).

<sup>18</sup> Que incluye la valorización del potencial de la biomasa (agricultura, bosques, ganadería, pesca, residuos y otros) mediante principios biológicos (fotosíntesis, fermentación, digestión, pigmentación, etc.) para la producción de nuevos bioproductos y bioservicios destinados, tanto a la industria agrícola y alimentaria, como a la energía, la cosmética, la medicina, la química y el turismo, entre otros, con principios de cuidado ambiental.

**Recuadro 4.30 (Continuación)**

Rápidamente El Ceibo logró hacer frente a la intermediación excesiva y fue pionero en contar con certificación de producción orgánica y, posteriormente, de comercio justo ([Ethiquable, s. f.](#)). El impacto global de esta organización se traduce en la consolidación de una organización social, campesina y productiva que integra diversas culturas y regiones del país, mediante el desarrollo de la cadena del cacao en sus distintos eslabones: producción de semillas, producción agrícola, industrialización y exportación.

El Ceibo convirtió a Bolivia en el primer país exportador de cacao orgánico en 1987; desde entonces, contribuye al desarrollo de la región con la compra de cacao orgánico, el desarrollo de cultivos bajo sistemas agroforestales, reforestación y la protección del bosque, el suelo, los recursos hídricos y la biodiversidad, gracias a lo cual ha mejorado las condiciones de vida de sus socios bajo la filosofía cooperativa. En la actualidad, el cacao representa el 65 % de los ingresos en Alto Beni, donde El Ceibo aporta el 80 % de la producción ([Coordinadora Nacional de Comercio Justo en Bolivia, s. f.](#)).

Fuente: Elaboración propia con base en las fuentes citadas.

Derivado del análisis de varias experiencias, se puede afirmar que, en cuanto a la temática del valor agregado en origen y la vinculación competitiva de la **AE** a mercados dinámicos y competitivos, existen diversas evidencias en diferentes países y regiones. Varias iniciativas, estrategias e instrumentos implementados desde los sectores público y privado, la sociedad civil, la cooperación internacional y otros, que han generado resultados e impactos relevantes y aprendizajes enriquecedores, permiten repensar su alcance, su importancia en los territorios rurales y la necesidad de su abordaje desde visiones de carácter estratégico, en especial mediante el impulso de políticas públicas que promuevan, canalicen y favorezcan el valor agregado en origen.

#### 4.7.1 Desarrollo de capacidades y condiciones favorables para la agregación de valor

Los mercados agroalimentarios han estado en constante evolución en respuesta a las cambiantes demandas de los consumidores y a las tendencias globales en la población y las formas de vida, lo que ha resultado en la aparición continua

de segmentos y nichos de mercado. La transformación más reciente y significativa ha sido el creciente nivel de preocupación de la mayoría de la población por los efectos del cambio climático y su impacto en los recursos naturales y en la supervivencia del planeta. Ello se ha reflejado en el establecimiento de acuerdos globales y regionales, en el desarrollo de normativas e instituciones y en la movilización de propuestas, iniciativas y recursos alrededor del desarrollo sostenible, lo que representa tanto desafíos como oportunidades para adecuar la oferta en aspectos de productividad, sostenibilidad, calidades, oportunidades y precios.

De una identificación preliminar realizada por el **IICA**<sup>19</sup> de más de 300 iniciativas o casos de apoyo a la **AE**, se sistematizaron cerca de 150 vinculados a políticas públicas, iniciativas privadas y estrategias de las propias organizaciones de la sociedad civil o de organismos de cooperación internacional que impulsan o favorecen la vinculación de la pequeña producción, las **mipymes** rurales, las organizaciones de agricultores familiares, las comunidades indígenas y las cooperativas u otras formas asociativas, a mercados dinámicos,

La **AVO** se consolida como un eje estratégico para impulsar la productividad y competitividad de los sistemas agroalimentarios, al mismo tiempo que fortalece su sostenibilidad y favorece el desarrollo equitativo de los territorios rurales.

Más de 150 iniciativas de valor en origen y vinculación a mercados dinámicos ya están sistematizadas en el **OPSAa** (<https://opsaa.iica.int/dimensions-area?thematic-area=66>)

<sup>19</sup> En el marco de la Acción Colectiva “Valor en origen y vinculación sostenible de la **AE** y **Micro, pequeña y mediana empresa (Mipymes)** rurales a mercados dinámicos”, impulsada por el Programa de Desarrollo Territorial y **AE**, junto con el Programa de Bioeconomía y el **Observatorio de Políticas Públicas para los Sistemas Agroalimentarios (OPSAa)**. Una relación de esta sistematización se encuentra disponible en el **OPSAa (2025)**: <https://opsaa.iica.int/dimensions-area?thematic-area=66>.

competitivos y remunerativos con productos y servicios con valor agregado en origen. La selección se basó en dos criterios: a) que los casos correspondieran a agricultura familiar con trayectoria comercial consolidada o en vías de consolidación, y b) que las iniciativas tuvieran suficiente tiempo de implementación para valorar sus aprendizajes y logros.

El análisis de este cúmulo de información permitió confirmar que las pequeñas producciones, cuando están organizadas y cuentan con condiciones favorables para su fortalecimiento y competitividad, logran responder a las señales del mercado de forma eficiente, como lo hace cualquier otro agente comercial; además, lo realizan equilibrando principios clave del desarrollo, como la sostenibilidad productiva, la inclusión social y la competitividad. Algunas de estas condiciones habilitantes son el resultado de:

- a) el grado de madurez que han alcanzado las formas asociativas para acceder a servicios de apoyo y capitales como insumos, asistencia técnica, financiamiento, servicios digitales, gestión logística y comercial, y educación;
- b) el ser, o haber sido, usuario o beneficiario de instrumentos de política pública, o de intervenciones de organizaciones de la sociedad civil, de cooperación internacional o del sector privado, dentro de esquemas como la responsabilidad social, los negocios inclusivos, los negocios de base de la pirámide y similares, y
- c) el estar establecidas en territorios con un mínimo de infraestructura que permita contar con medios de comunicación, conectividad, energía y agua, así como seguridad y tranquilidad social.

Es relevante destacar las condiciones generadas a través de políticas públicas, ya sea aplicadas por la propia institucionalidad gubernamental o impulsadas por actores directos e indirectos de las cadenas de valor, como se resalta en un documento reciente del [OPSAa](#) que indica lo siguiente: “existen al menos tres rutas clave para la transformación de los sistemas agroindustriales o alimentarios: desde la sociedad civil, desde el sector privado, y desde el propio sector público. En cada una de estas rutas, las políticas públicas juegan un rol fundamental, no solo al involucrar a todos los actores, sino también al facilitar y acelerar los procesos de cambio hacia transformaciones sostenidas y efectivas” (Arias et al., [2024](#)).

Sobre este tema, la Confederación de Organizaciones de Productores Familiares del [Mercosur](#) Ampliado (COPROFAM) ([2022](#)), al referirse a las políticas públicas sobre [AF](#) en los países del [MERCOSUR](#) Ampliado, destaca que se han propiciado desarrollos exitosos que han evolucionado en ambientes creados por la conjunción de tres elementos: a) instrumentos de política pública y alianzas público-privadas, b) la participación de la empresa privada, la sociedad civil y formas asociativas maduras o en situación de consolidación, y c) la existencia y posibilidad de acceso a oferentes de bienes y servicios en unidades y territorios donde prevalecen los sistemas agroalimentarios de la [AF](#).

Por otra parte, según Ramos ([2019](#)), esos desarrollos están enmarcados en una institucionalidad ampliada conformada por un conjunto de herramientas, más allá de las enfocadas en rubros de producción, que se combinan con otras de tipo transversal, que fortalezcan las capacidades de competencia, diversificación e integración de la unidad productiva a los mercados, al tiempo que generan condiciones adecuadas en el entorno de los negocios.

Productividad, sostenibilidad e inclusión: claves para que la pequeña producción compita en mercados dinámicos.

El fortalecimiento de la producción sostenible con valor agregado en origen requiere capacidades y condiciones habilitantes coordinadas entre el sector público, el privado y la sociedad civil, a través de políticas y alianzas que impulsen la productividad, la inclusión y la sostenibilidad en los territorios rurales.

**Cuadro 4.7: Favorecedores del clima de negocios y de la competitividad.**

<b>Favorecedores de clima de negocios y de la competitividad</b>	Impulso a espacios multi-actor.
	Cumplimiento de normas y estándares internacionales sanitarios y de inocuidad.
	Servicios de <a href="#">ATER</a> que promuevan la adopción de prácticas sostenibles (agricultura regenerativa, agricultura climáticamente inteligente, reducción de pérdidas y circularidad).
	Aprovechamiento de las agtech, las foodtech, las fintech, la georreferenciación y otros usos de las <a href="#">TIC</a> y la <a href="#">IA</a> .
	Desarrollo de capacidades en organizaciones de la <a href="#">AE</a> para la gestión de innovaciones tecnológicas, productivas, comerciales y ambientales.
	Inversiones de impacto para la canalización de recursos financieros para acceder a activos productivos, conocimientos, tecnología, innovación.
Promoción de la vinculación de grupos tradicionalmente excluidos en iniciativas empresariales asociativas.	

Fuente: Elaboración propia a partir de OPSAa ([2025a](#)).

#### 4.7.2 Articulación del valor agregado en origen con los mercados

Con base en lo anterior, la riqueza y diversidad de experiencias, lecciones aprendidas, actores impulsores, resultados e impactos encontrados en el análisis realizado a partir de las evidencias de iniciativas que impulsan el valor en origen y la vinculación sostenible de la [AE](#) a mercados en regiones y países de América Latina (OPSAa, [2025a](#)) permiten destacar al menos tres enfoques o estrategias que han probado su validez para vincular productos con valor agregado originados en la agricultura de mediana y pequeña escala y sus organizaciones:

##### Articulación con cadenas de valor con el enfoque de alianzas productivas o similares<sup>20</sup>

La [AVO](#) se entiende como el mecanismo mediante el cual la oferta proveniente de la producción primaria, en particular de la pequeña producción, la [AE](#) y las [mipymes](#) rurales, se vincula con eslabones más sólidos de la cadena de producción-

consumo (empresas, cooperativas, comercializadoras, agroindustrias), mediante acuerdos de cooperación o relaciones formales estables y sostenibles, para atender demandas específicas de mercado. Además de temas comerciales, se incluyen relaciones que reducen riesgos, que facilitan asistencia técnica y acceso a financiamiento y tecnologías, y que aumentan la escala y eficiencia comercial de los pequeños productores al integrarlos a cadenas de valor.

El [BM](#) fue pionero y es un actor importante en el apoyo a la aplicación de este enfoque en la región, mediante la financiación o cofinanciación de proyectos orientados a lograr un mayor acceso de los productores rurales a los mercados a través de alianzas productivas. Así, desde 2002 hasta la actualidad, se han desarrollado alrededor de 20 programas o proyectos con diferentes nombres en Colombia, Bolivia, Brasil, Guatemala, Panamá, Perú, Honduras, Jamaica, México y Argentina. También se deben destacar los esfuerzos institucionales de Colombia y Chile, países en donde desde 2015 se implementan

La [AVO](#) en alianzas productivas integra pequeños productores a cadenas de valor, lo que aumenta la productividad, la sostenibilidad y la inclusión territorial.

<sup>20</sup> Resumen elaborado con base en Riveros y Heinrichs ([2025](#)). Nota Conceptual de la Línea de acción Articulación con cadenas de valor – Alianzas Productivas de la Acción Colectiva “Valor en Origen y Vinculación Sostenible de la [AE](#) a Mercados Dinámicos”. [IICA](#). Documento no publicado.

programas de apoyo a alianzas productivas con presupuestos públicos nacionales y contrapartidas del sector privado y del sector de la economía solidaria.

En Colombia, los programas han sido formulados y desarrollados con el objetivo de contribuir al cumplimiento de los acuerdos del posconflicto y como estrategia de intervención para el fortalecimiento socioeconómico de las zonas afectadas por los cultivos ilícitos. En Chile, han estado focalizados en financiar la prestación de servicios de asesoría técnica, mediante aportes públicos que cubren hasta el 70 % del valor del servicio; el resto del

aporte, entre el 30 % y el 100 %, lo realiza el “poder comprador” o aliado comercial.

En el marco de las alianzas productivas, la [AVO](#) se concibe como un proceso integral en que productores organizados logran insertarse competitivamente en las cadenas de valor y, de esta manera, mantener y potenciar atributos diferenciadores desde el territorio. Ello debe ser apuntalado mediante la acción coordinada de actores públicos, privados y de la sociedad civil y respaldado por políticas públicas, instrumentos financieros y servicios de apoyo adecuados (véase el recuadro [4.31](#)).

Las alianzas productivas muestran que la coordinación público-privada facilita financiamiento, tecnología y mercados para la pequeña producción.

**Recuadro 4.31. Caso de estudio: Experiencias del sector privado a través de la [CNCH](#) de Colombia, parte del Grupo Nutresa.**

La Compañía Nacional de Chocolates ([CNCH](#)) estableció desde 1958 el área de Compras y Fomento Agrícola, con el objetivo de promover un abastecimiento sostenible de cacao. Cuenta con profesionales para fortalecer la cadena de valor cacao-chocolate en diversos componentes:

- Formación a través de asesorías técnicas y capacitaciones en las granjas y parcelas demostrativas de la empresa; promoción de buenas prácticas agrícolas y divulgación tecnológica.
- Distribución de material vegetal para las siembras nuevas, rehabilitaciones y renovaciones.
- Desarrollo de programas y alianzas productivas con los actores de la cadena.
- Acompañamiento a programas sociales y agroempresariales.
- Investigación que aporte soluciones pertinentes al sector.
- Herramientas digitales y canales de capacitación mediante redes sociales.
- Comercialización mediante una relación integral con los agricultores.

Formación, fomento e investigación: claves del modelo de abastecimiento inclusivo de cacao de la [CNCH](#).

**Recuadro 4.31 (Continuación)**

En un contexto de mercado de cacao fragmentado, con déficit para cubrir la demanda interna, desde 1995 la [CNCH](#) ha propiciado mecanismos para mitigar riesgos de desabastecimiento, lo que ha resultado en el fortalecimiento del pequeño cacaocultor y en el logro de su fidelización. Actualmente, implementa un modelo de abastecimiento cimentado en el cacao inclusivo, con tres objetivos:

- Mejorar el abastecimiento del grano (comercialización).
- Incrementar la productividad y calidad de los cultivos, trabajando de la mano con pequeños cacaocultores (fomento).
- Producir y transferir conocimiento (investigación).

Fuente: Compañía Nacional de Chocolates. (s. f. a). Área de compras y fomento agrícola. Disponible en <https://chocolates.com.co/compromiso-con-el-sector-cacaotero/>.

**Acceso a segmentos de mercados crecientes que valorizan atributos de calidad asociados al origen y las tradiciones<sup>21</sup>**

Se focalizan en la agregación de valor de los productos y servicios provenientes de los sistemas de producción que fundamentan su vinculación con los mercados en los atributos de calidad asociados con su origen: geografía, cultura, tradiciones, saberes, costumbres, historia, etc.

Son productos que se diferencian por su identidad local y su tipicidad, como resultado de su vínculo al terruño (espacio geográfico) en el que se dan múltiples interacciones entre los actores locales y su entorno a lo largo del tiempo. Esto da lugar a conocimientos propios y a una calidad específica vinculada al origen. Esta calidad tiene dos dimensiones: una objetiva (especialmente a través de características organolépticas, como el sabor, la textura, y la forma) y una subjetiva y simbólica (por ejemplo, los valores identitarios, la autenticidad, etc.) (Barjolle & Vandecandelaere, [2012](#)).

En particular, las oportunidades para la articulación de la [AE](#) con mercados a partir

de la valorización de atributos de calidad vinculados con el origen incluyen (véase el recuadro [4.32](#)):

- El origen de la materia prima y las características geográficas de ese territorio.
- La aplicación de conocimientos ancestrales, prácticas tradicionales, aspectos culturales o hechos históricos de los territorios en procesos de producción primaria, adaptación, transformación o preparación de esas materias primas (IICA, [2014](#)).
- La presencia de cualidades intangibles de los productos que influyen positivamente en la salud, la nutrición, la sostenibilidad de los recursos naturales, la conservación del paisaje y la cultura o en la calidad de vida de ciertos actores sociales (IICA, [2014](#)).
- Los sellos distintivos de la [AE](#) (campesina, comunitaria, solidaria o indígena), que difunden el origen social de los productos y procesos, así como sus formas de producción.

Los mercados que valoran la identidad y el origen les permiten a los pequeños productores competir con diferenciación y sostenibilidad.

La calidad vinculada al origen convierte al territorio en una ventaja competitiva en mercados dinámicos.

<sup>21</sup> Resumen elaborado con base en Riveros y Jaramillo ([2025b](#)). Nota Conceptual de la Línea de acción Articulación de la [AE](#) con Mercados a partir de la Valorización de Atributos de Calidad Vinculados con el Origen de la Acción Colectiva “Valor en Origen y Vinculación Sostenible de la [AE](#) a Mercados Dinámicos”. [IICA](#). Documento no publicado.

La integración de los saberes ancestrales y la ciencia impulsa la bioeconomía y los negocios verdes, lo que impacta en la sostenibilidad y los mercados.

El aprovechamiento sostenible de la biomasa y la circularidad fortalecen la productividad y el acceso a mercados de alto valor.

El Sello Manos Campesinas garantiza origen campesino y prácticas sostenibles, revalorizando la identidad rural en el mercado.

Los negocios verdes y la bioeconomía circular transforman los recursos locales en competitividad sostenible, con el apoyo de políticas y la articulación público-privada.

Revalorizan atributos asociados con lo local, lo artesanal, lo tradicional y lo saludable, entre otros, y promueven su consumo (Chiriboga Vega, [2015](#)).

- Los sistemas participativos de garantías o certificación asociativa, que aseguran la calidad o la aplicación de prácticas sostenibles en el ámbito local. Otorgan certificaciones con base en la participación eficaz de los actores y se fundamentan en la confianza, las redes sociales y el intercambio de conocimientos (FAO & INRAE, [2021](#)).

El proceso de crear valor requiere coordinar las relaciones horizontales y verticales de los actores a lo largo de la cadena de suministro, con el objetivo de fortalecer la red territorial. Gracias a estas redes de colaboración, los actores locales, incluso los pequeños productores, pueden competir con empresas más grandes.

### Negocios verdes: aplicaciones de la bioeconomía y la economía circular<sup>22</sup>

La progresiva relevancia global del aprovechamiento de la biomasa total; el mejoramiento de la gestión del agua y el suelo; la generación y el uso de energías limpias y renovables a lo largo de toda la cadena; el entendimiento y el diálogo entre los conocimientos ancestrales y los científicos, así como el acelerado y creciente desarrollo, a partir de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (1994), de enfoques, conceptos y propuestas de acción sobre bioeconomía, agricultura regenerativa, [negocios alimentarios regenerativos \(NAR\)](#), economía circular, negocios verdes y soluciones basadas en la naturaleza, entre otros temas relacionados, han generado impactos no solo en la sostenibilidad de las producciones agroalimentarias, sino también en su posicionamiento y valoración en los mercados (véase el recuadro [4.33](#)).

#### Recuadro 4.32. Caso de estudio: Programa Sello de Manos Campesinas de Chile

Este programa es el resultado de un trabajo conjunto entre las organizaciones campesinas, el [INDAP](#) y la Universidad de Chile. Es un sistema de acreditación para productos y servicios provenientes de la [AE](#) clasificados en cuatro tipos: 1) productos de origen vegetal, incluyendo también los procesados; 2) productos de origen animal, tanto alimentarios como no alimentarios (lanas, cueros, etc.), y procesados (como lácteos y cárnicos); 3) artesanías; y 4) turismo rural.

Para que estos productos puedan ser acreditados con el Sello Manos Campesinas deben garantizar las siguientes condiciones: origen campesino, elaboración con bajo impacto ambiental, comercio justo que favorezca el desarrollo económico de los pequeños productores y producción que cumpla con los requisitos de la normativa sanitaria vigente al momento de solicitar el sello ([INDAP, s.f.](#)).

Fuente: Elaboración propia con base en [INDAP \(s.f.\)](#).

En el marco de los negocios verdes y la bioeconomía circular, la [AVO](#) se fundamenta en aprovechar los recursos biológicos locales de manera sostenible,

para lo cual integra prácticas productivas innovadoras, el uso eficiente de insumos y energías renovables y la revalorización de los subproductos. Estos modelos

<sup>22</sup> Resumen elaborado con base en Riveros y Chazarin ([2025](#)). Nota Conceptual de la Línea de acción Negocios Verdes y Bioeconomía Circular a partir de la Valorización de Atributos de Calidad Vinculados con el Origen de la Acción Colectiva. "Valor en Origen y Vinculación Sostenible de la [AE](#) a Mercados Dinámicos". [IICA](#). Documento no publicado.

empresariales combinan el crecimiento económico, la sostenibilidad ambiental y el bienestar comunitario, reconociendo a los agentes de producción como actores clave de los sistemas agroalimentarios sostenibles y la necesidad de acceder a mercados dinámicos y retributivos.

Los enfoques y casos descritos pueden complementarse y enriquecerse con otros relacionados con la participación de la [AF](#) y la producción de pequeña escala en las compras públicas de alimentos y con los desarrollados bajo el enfoque de negocios inclusivos, específicamente los que privilegian la participación de mujeres y jóvenes rurales, así como de pueblos indígenas y otros grupos vulnerables.

En todos los abordajes destacados se observa como primera condición la existencia de instrumentos de política pública y la articulación y coordinación entre diferentes actores privados, públicos y de la sociedad civil en los ámbitos

internacional, nacional y local, lo que constituye una estrategia que aporta significativamente a la competitividad de los negocios de las organizaciones de la [AF](#) y de las [mipymes](#) rurales y, con ello, al desarrollo de sus territorios y de los sistemas agroalimentarios.

Potenciar ese efecto demanda enfoques sistémicos, territoriales y multisectoriales en el diseño e implementación de políticas orientadas a disminuir las brechas de acceso a servicios rurales, infraestructura y [TIC](#), que contribuyan al fortalecimiento y a la sostenibilidad a las formas organizativas en el territorio, mediante la inclusión de jóvenes y mujeres rurales, y que propicien la combinación de recursos financieros para cubrir las limitaciones de las fuentes públicas, integrando los provenientes de fondos internacionales, principalmente los asociados con acciones climáticas, así como inversiones privadas, el sistema bancario comercial y solidario, y la filantropía.

La [AVO](#) en bioeconomía circular impulsa la sostenibilidad y la inclusión de mujeres, jóvenes e indígenas en mercados dinámicos.

**Recuadro 4.33. Caso de estudio: Iniciativa Amazonía en Perú, Colombia y Brasil**

Con una visión de bioeconomía que prioriza las comunidades indígenas y locales, NESsT ha invertido en más de 50 pequeñas empresas y cooperativas de alto impacto en la Amazonía, en su mayoría lideradas por pueblos originarios. La iniciativa actúa también como entidad intermediaria entre inversionistas y organizaciones locales, lo que le permite facilitar procesos de financiamiento y acompañamiento.

NESsT integra la Red Pan-Amazónica por la Bioeconomía, una alianza multisectorial lanzada en 2024 durante la COP 16 con más de veinte socios internacionales. La Red busca posicionar la bioeconomía como un activo económico regional, para lo cual coordina inversiones, políticas y conocimiento. Entre sus grupos de trabajo destaca el de “Acceso a los mercados y comercialización”, orientado a ampliar el valor y la equidad de los mercados amazónicos sostenibles.

Fuente: Elaboración propia con base en información pública de NESsT (2024).

NESsT apoya más de 50 empresas indígenas en la Amazonía y lidera la Red Pan-Amazónica por la Bioeconomía.

**4.8 Comercio internacional como motor de productividad agropecuaria**

Fortalecer la política comercial, ampliar el acceso a mercados y promover el comercio de manera más efectiva

constituyen acciones clave de política. Estas medidas impulsan la especialización productiva, generan incentivos para la

2023–2032: el aumento de la producción mundial de cultivos provendrá sobre todo de la productividad: 79 % por mayores rendimientos, 15 % por expansión de tierras y 6 % por mayor intensidad de cultivos (OECD & FAO, [2024a](#)).

El aumento de 40 % en la [PTF](#) entre 2000 y 2019, junto con la mejora de la competitividad, respaldó el crecimiento histórico de las exportaciones (OECD & FAO, [2024a](#)).

Los países de [ALC](#) importan alrededor del 85 % de los fertilizantes que utilizan (incluidas las importaciones intrarregionales) (Perego et al., [2024](#)).

modernización, facilitan economías de escala, mejoran el acceso a tecnologías e insumos estratégicos y estimulan la inversión en infraestructura y servicios. En conjunto, contribuyen a que el comercio internacional incremente de manera sostenida la productividad agropecuaria, condición indispensable para responder a la creciente demanda de alimentos derivada del crecimiento poblacional y de los cambios demográficos.

#### 4.8.1 Contribución del comercio internacional para impulsar la productividad agropecuaria

La apertura comercial influye en la productividad agropecuaria tanto por el lado de la producción como por el de los insumos (Farrokhi & Pellegrina, [2020](#)). En términos de producción, permite que los países se especialicen en aquellos cultivos en los que poseen ventajas comparativas, incrementando así la eficiencia del sector. En cuanto a los insumos, muchos de ellos provienen de los mercados internacionales (Krugman, [2009](#)); el comercio facilita el acceso a maquinaria, fertilizantes y tecnologías agrícolas modernas, lo que favorece la innovación y el aumento de la eficiencia productiva.

En este sentido, la implementación de políticas comerciales orientadas a reducir los costos de importación de insumos clave —como fertilizantes, semillas y maquinaria— puede tener efectos significativos sobre la productividad agropecuaria, en especial en los países en desarrollo.

La existencia de políticas comerciales estables y previsibles resulta esencial para fomentar la inversión nacional y extranjera en el sector, así como para permitir una planificación a largo plazo por parte de productores y agroempresas. Asimismo, la integración en cadenas de valor globales y regionales no solo

amplía el acceso a insumos de mayor calidad y disponibilidad, sino que también favorece la adopción de buenas prácticas, el aprendizaje entre pares y la difusión de tecnologías, lo que se traduce en mejoras sostenidas en eficiencia, empleo y competitividad para el sector agroalimentario (Banco Mundial, [2020](#)).

El comercio internacional, especialmente cuando se vincula con la integración en cadenas de valor globales y regionales, desempeña un rol particularmente clave en la atracción de inversión extranjera directa en sectores estratégicos. Los países que logran insertarse en segmentos de mayor valor agregado tienden a captar mayores niveles de inversión, lo que fortalece sus capacidades tecnológicas y exportadoras. En este sentido, la participación en estas cadenas atrae [inversión extranjera directa \(IED\)](#) vinculada a actividades de procesamiento, logística, distribución y servicios complementarios. Esta retroalimentación positiva entre comercio, inversión y desarrollo productivo crea condiciones propicias para mejorar la productividad y aumentar la sofisticación de las exportaciones (Punthakey, [2020](#)).

La integración de los países en cadenas de valor agroalimentarias globales y regionales genera una creciente demanda por servicios especializados como certificación, logística en frío, análisis de laboratorio, seguros y financiamiento. Esta demanda dinamiza el desarrollo y la expansión de dichos servicios en los territorios, lo que conduce al fortalecimiento de los ecosistemas productivos locales. Estos servicios no solo facilitan el cumplimiento de requisitos de acceso a mercados internacionales, sino que también contribuyen directamente a mejorar la eficiencia operativa, reducir riesgos y elevar la productividad agropecuaria (OECD, [2016](#)).

El fortalecimiento de la capacidad institucional y técnica para cumplir con estándares internacionales (ambientales, sociales, de inocuidad, etc.) se ha convertido en un eje central para facilitar el comercio agropecuario y, al mismo tiempo, mejorar prácticas productivas agrícolas. La experiencia documentada por el [Fondo para la Aplicación de Normas y el Fomento del Comercio \(STDF\)](#) demuestra que los países en desarrollo que invierten en medidas sanitarias y fitosanitarias alineadas con estándares internacionales no solo acceden a mercados exigentes, sino que también elevan la calidad, la sostenibilidad y la eficiencia de su producción agrícola. Estas mejoras provienen del uso de herramientas como la evaluación de capacidades, la promoción de buenas prácticas regulatorias y el fomento de asociaciones público-privadas (FAO, [2020](#)).

El acceso a mercados internacionales posibilita que las empresas agrícolas amplíen su escala de producción, estimulen inversiones en tecnología y mejoren la eficiencia operativa (Melitz & Redding, [2022](#)). El aumento de los volúmenes de producción en el sector agrícola reduce los costos, gracias a las economías de escala, lo que permite optimizar procesos, especializar el trabajo y mejorar el acceso a insumos. A nivel de finca, las economías de escala surgen del aumento del tamaño productivo y se traducen en mejoras de desempeño y eficiencia (OECD, [2019](#)).

Por su parte, la presión competitiva derivada del comercio internacional actúa como un incentivo para que las empresas agropecuarias adopten mejores prácticas de gestión, tecnologías más eficientes y procesos innovadores.

La participación en los mercados globales motiva a las empresas a mejorar continuamente su desempeño para mantenerse competitivas, traduciéndose en aumentos sostenidos de productividad.

Además, las firmas que participan en el comercio internacional suelen tener mayor acceso a insumos y capital, y son más propensas a innovar y adoptar nuevas tecnologías (Banco Mundial, [2020b](#)).

Si bien el comercio internacional ofrece un enorme potencial para impulsar la productividad agropecuaria, su impacto no es automático. Para materializar estos beneficios, se requieren condiciones habilitantes como infraestructura adecuada, acceso a financiamiento, servicios técnicos, capacidades institucionales y políticas públicas activas que faciliten la integración efectiva de los productores, en especial los pequeños, a los mercados internacionales. Sin estas bases, las oportunidades comerciales raramente se traducirán en mejoras sostenidas de eficiencia, competitividad y desarrollo agroproductivo.

Según el *Congreso de las Organizaciones de Pequeños Productores Agrícolas como Entidades de Negocio en América Latina: Alcance, Retos, y Futuro*, desarrollado en San José, Costa Rica (2025), una condición clave para que los beneficios del comercio internacional sobre productividad agropecuaria alcancen a productores de pequeña y mediana escalas es el fortalecimiento de la asociatividad productiva para la exportación. A través de esquemas cooperativos o asociativos, estos productores pueden superar limitaciones de escala y capacidad individual, ordenar y estandarizar su producción, incorporar tecnologías modernas a lo largo de los procesos de cultivo y postcosecha, y acceder a certificaciones que facilitan el cumplimiento de requisitos sanitarios y comerciales de los mercados internacionales. Esta integración no solo fortalece su posición negociadora frente a compradores e intermediarios, sino que también promueve una mejor gestión administrativa, facilita el acceso a financiamiento especializado e incentiva

Pese a la contracción global de la [IED](#) en 2022 (-24 %), los flujos hacia [ALC](#) crecieron 55 % hasta USD 224 600 millones (4 % del [PIB](#)). Brasil 41 % (USD 91 000 millones), México 17 % (USD 39 000 millones). Sectores destacados: comercio 13,7 % y agricultura 9,4 % (OECD et al., [2023](#)).

En las últimas dos décadas los países de las Américas han suscrito poco más de 140 [ACP](#), a fin de incrementar y diversificar productos y mercados de exportación, mejorar su competitividad y fomentar la transformación productiva (CEPAL et al., [2019b](#)).

Los acuerdos comerciales reducen barreras arancelarias y no arancelarias, amplían oportunidades y otorgan certidumbre para atraer inversión. Ejemplos: Chile y Perú (Alianza del Pacífico), con mayor liberalización- En Perú, acuerdos extrarregionales facilitaron exportar palta y orégano, gracias a menos aranceles y trámites (FAO & BID, [2024](#)).

Reducir en 50 % las distancias regulatorias en la región aumentaría en 81 % la probabilidad de acceso a mercados y en 17 % los flujos intrarregionales. A nivel global, una convergencia similar elevaría en 143 % la probabilidad de acceso externo y en 17 % el comercio (Blyde, [2024](#)).

En países miembros de la [ALADI](#), 87 % de las medidas no arancelarias son [MSF](#) y 13 % [OTC](#); existe una fuerte heterogeneidad entre países (Paraguay 38 vs. Panamá 4276) ([ALADI](#), [2024](#)).

la adopción de tecnologías productivas. Al consolidar volúmenes y capacidades, las asociaciones generan economías de escala, reducen costos de transacción y aumentan su competitividad internacional, contribuyendo así de manera directa al incremento sostenido de la productividad agropecuaria.

#### 4.8.2 Fortalecimiento del rol del comercio para incrementar la productividad agropecuaria

Para fortalecer la contribución del comercio internacional a la productividad, conviene incentivar una mayor apertura comercial que amplíe las oportunidades de acceso a mercados para productores y empresas del sector agropecuario y, a la vez, se facilite la importación de tecnologías, maquinaria e insumos que permitan mejorar la eficiencia productiva. El aprovechamiento de estas oportunidades dinamiza el desarrollo agroexportador y genera impactos positivos en la productividad y competitividad. A medida que productores y empresas profundizan la inserción en mercados internacionales, se generan economías de escala que reducen costos, estimulan la inversión en tecnología y disminuyen ineficiencias. Asimismo, el desarrollo exportador favorece la atracción de [IED](#) y la expansión de servicios conexos al agro, lo que refuerza aún más la productividad sectorial.

#### Realizar esfuerzos para fortalecer la política comercial y ampliar el acceso a mercados

Para que el comercio internacional contribuya efectivamente al desarrollo del sector agropecuario, es necesario fortalecer la política comercial y facilitar el acceso a mercados. Esto implica no solo profundizar los acuerdos comerciales vigentes, sino también explorar nuevas oportunidades de integración. Entre las principales acciones destacan:

- **Avanzar en la convergencia regulatoria.** En [ALC](#), la alta densidad normativa y la heterogeneidad regulatoria entre países evidencian la necesidad de marcos más transparentes, eficientes y compatibles. La convergencia regulatoria en el sector agropecuario es clave para reducir la fragmentación normativa, facilitar el comercio y disminuir los costos de cumplimiento. Este proceso implica alinear medidas sanitarias, fitosanitarias y técnicas sin comprometer objetivos legítimos como la protección de la salud pública, la sanidad agropecuaria y el medio ambiente. Para ello, es fundamental promover la adopción de normas internacionales, el reconocimiento mutuo de regulaciones y evaluaciones de conformidad, así como fortalecer la cooperación mediante acuerdos comerciales.
- **Mejorar la facilitación del comercio y la logística agroalimentaria.** Un acceso competitivo a los mercados internacionales no depende únicamente de acuerdos comerciales, sino también de la eficiencia con que los productos se movilizan desde las unidades productivas hasta los destinos de exportación. Junto con la convergencia regulatoria, la facilitación del comercio y la mejora de la infraestructura logística constituyen pilares complementarios que inciden directamente en la eficiencia y la productividad del sector agropecuario. Procesos como almacenamiento, transporte en frío, trámites fronterizos y entrega oportuna resultan determinantes para garantizar la calidad, reducir pérdidas y controlar los costos. La reducción de tiempos de entrega, costos de transporte y pérdidas postcosecha se traduce en un uso más eficiente de los recursos productivos. Acciones

como la digitalización de certificados fitosanitarios y la simplificación de trámites aduaneros han demostrado

ser efectivas para mejorar el desempeño exportador (ver el recuadro 4.34).

La implementación de certificados fitosanitarios electrónicos entre 2010 y 2018 impulsó significativamente el valor de las exportaciones: 16 % en productos animales, 25 % en productos vegetales y 32 % en alimentos procesados (OECD, 2021).

Desde 2014, la IPPC implementa la Solución ePhyto para el intercambio electrónico de certificados fitosanitarios mediante un hub central o el GeNS. En 2024, 132 países la habían adoptado y 90 realizaban intercambios activos, con mejoras en eficiencia, trazabilidad y seguridad comercial (FAO & IPPC, 2024).

El 58 % de las medidas técnicas entre países de ALC enfrentan una alta fragmentación normativa. En la región, el 76 % de los productos provenientes de animales y carne están sujetos a OTC, mientras que el 60 % de los productos vegetales están regulados por MSF y el 77 % enfrentan OTC (Blyde, 2024).

#### Recuadro 4.34. Digitalización de certificados para facilitar el comercio agropecuario

Con la entrada en vigor del Acuerdo sobre Facilitación del Comercio de la Organización Mundial del Comercio (OMC), los países de ALC han impulsado iniciativas para agilizar el comercio transfronterizo. Entre ellas destaca la digitalización de certificados sanitarios y fitosanitarios, que reduce tiempos y costos logísticos, mejora la trazabilidad, previene fraudes y refuerza la confianza entre socios comerciales. En este marco, el IICA, con el apoyo del STDF, desarrolla un sistema genérico de certificación Veterinaria Electrónica (eVet) para la región. El proyecto apunta a fomentar la adopción de certificados electrónicos a través del análisis de experiencias subregionales y la identificación de buenas prácticas. El sistema, de carácter inclusivo y accesible, estará disponible en el primer semestre de 2027 (STDF, 2024).

- **Fortalecer las capacidades para las negociaciones comerciales y la administración de acuerdos.**

La formación técnica en negociaciones comerciales internacionales y administración de acuerdos ayuda a fortalecer capacidades institucionales en temas complejos como acceso a mercados; aranceles y barreras; MSF; salvaguardias, subvenciones y derechos antidumping; y solución de diferencias, entre otros. En el caso del sector agropecuario resulta clave

que los ministerios de agricultura fortalezcan su rol en las negociaciones y la administración de los acuerdos, además de generar o fortalecer espacios de diálogo entre actores clave como cancillerías, ministerios de comercio y, más recientemente, ministerios de ambiente, debido al surgimiento de normas ambientales con potencial de impacto sobre el comercio agropecuario (ver los recuadros 4.35 y 4.36 sobre acciones del IICA y la FAO en esta materia).

#### Recuadro 4.35. Capacitaciones del IICA en materia de política comercial y acceso a los mercados

El IICA ha desarrollado talleres de actualización y fortalecimiento de capacidades dirigidos a ministros, viceministros y altos funcionarios de los países del Consejo Agropecuario Centroamericano, así como de Ecuador, Paraguay, República Dominicana y Uruguay. Estas capacitaciones abordaron temas clave como la relevancia de los acuerdos comerciales internacionales, la normativa que los sustenta y su articulación con las reglas de la OMC. Asimismo, se analizaron los desafíos asociados a la administración e implementación de los compromisos agrícolas asumidos en dichos acuerdos, destacándose el rol estratégico del sector público en estos procesos.

**Incrementar la promoción comercial**

Para fortalecer la inserción internacional del sector agropecuario, es clave ampliar y diversificar las acciones de promoción

comercial. Estas no solo facilitan el acceso a nuevos mercados, sino que también generan incentivos directos para mejorar la productividad en las fincas y en la agroindustria.

**Recuadro 4.36. FAO e IICA promueven un curso sobre comercio internacional y agricultura**

Entre 2022 y junio de 2025, se realizaron cinco ediciones del curso virtual “Comercio Internacional y Agricultura”, en las que más de 900 personas, provenientes de los sectores público, privado y académico, así como de organismos internacionales, completaron satisfactoriamente el programa. El curso, que combina contenidos autogestionados con seminarios web en vivo, está estructurado en dos módulos: a) aborda los marcos normativos internacionales del comercio agrícola, el rol de la OMC y la formulación de estrategias comerciales agrícolas; y b) analiza las características de los tratados de libre comercio, su clasificación, los procesos de integración regional y los acuerdos comerciales más relevantes suscritos por países de ALC.

Varios países de ALC han fortalecido sus capacidades en I+D+i agropecuario.

En 2020, Perú superó los USD 100 millones en gasto, mientras que Bolivia, Costa Rica y Panamá registraron USD 65, 38 y 34 millones, respectivamente. En Bolivia los fondos provinieron de donantes y en Perú de préstamos internacionales. (Nin Pratt et al., 2023).

La identificación de tendencias de mercado, la conexión con compradores internacionales y el fortalecimiento de capacidades estimulan la modernización de los procesos productivos, la adopción de buenas prácticas y aumento de la competitividad de los productos agrícolas, mediante:

- **El fortalecimiento de la inteligencia comercial.** La inteligencia comercial es clave para promover el análisis y la difusión de datos de mercado, incluyendo tendencias de consumo, oportunidades de negocio, precios, requisitos de acceso y bases de datos de clientes, entre otros. Estos insumos son centrales para la toma de decisiones a lo largo de la cadena productiva. Productores, cooperativas y agroindustrias exportadoras pueden utilizar esta información para identificar oportunidades reales de exportación, adaptar su oferta a las exigencias de los mercados, optimizar la asignación de recursos y el manejo de inventarios, definir precios y gestionar

riesgo. Como resultado, se alcanza una planificación más eficiente, con menor desperdicio y mayor retorno sobre la inversión, lo que contribuye a mejorar los rendimientos, reducir pérdidas y aumentar la competitividad en los mercados internacionales.

- **El impulso de eventos de vinculación comercial con enfoque de cadena.** Los eventos de vinculación comercial, como ruedas de negocios (ver el recuadro 4.37), ferias y misiones comerciales son herramientas clave para conectar productores con compradores internacionales. Su impacto en la productividad puede potenciarse cuando se abordan con un enfoque de cadena de valor. Esto implica incorporar proveedores de insumos, ingredientes, maquinaria, envases y servicios especializados como desarrollo de productos, diseño de etiquetas, logística y financiamiento. Esta integración no solo facilita la identificación de oportunidades

comerciales, la diversificación de mercados y el entendimiento de la demanda, sino que también mejora el acceso a insumos y servicios más competitivos. Al incluir actores clave de la cadena, se favorece la transferencia de tecnología, la adaptación a estándares internacionales y el

desarrollo de productos de mayor valor agregado. Como resultado, estos eventos contribuyen directamente a mejorar la productividad, al facilitar el acceso a maquinaria moderna, empaques funcionales o soluciones logísticas que optimizan procesos y reducen pérdidas.

**Recuadro 4.37. Ruedas virtuales de negocios de las cadenas agroalimentarias de [ALC](#)**

Las ruedas virtuales de negocios son una iniciativa efectiva para impulsar el comercio agroalimentario intrarregional. Entre 2023 y 2025, más de 1700 firmas de 19 países participaron en tres ediciones consecutivas de las Ruedas Virtuales de Negocios de las Cadenas Agroalimentarias de [ALC](#), organizadas por el [IICA](#), la [FAO](#), la [SIECA](#) y la [SECAC](#). Estas actividades ayudaron a dinamizar el comercio intrarregional y generaron importantes oportunidades de vinculación empresarial. Las ruedas impulsan una visión sistémica que articula actores en todos los eslabones del sistema agroalimentario, desde proveedores de insumos y tecnologías hasta productores, procesadores, comercializadores y prestadores de servicios conexos. Esta articulación fortaleció la cohesión sectorial y contribuyó a mejorar la productividad agrícola, al facilitar el acceso a innovación, insumos estratégicos y soluciones tecnológicas. Además, favoreció la conformación de redes comerciales más dinámicas y sostenibles, lo que impulsó la modernización y competitividad del sector en la región.

Solo cinco países concentran más del 50 % de las exportaciones de fertilizantes, y cinco países más adquieren el 54 % del total mundial, lo que indica una alta concentración en oferta y demanda y coloca a [ALC](#) en una posición vulnerable (IICA, [2022](#)).

- **El fortalecimiento de capacidades para exportar.** Promover el fortalecimiento de capacidades para exportar cumple un papel estratégico para mejorar la competitividad y productividad del sector agropecuario. A través de procesos de formación, asistencia técnica y capacitación específica, se prepara a productores, cooperativas y empresas para que cumplan con los requisitos de los mercados internacionales. Estas acciones abarcan desde la identificación de oportunidades comerciales hasta el diseño de estrategias de *marketing*, la adecuación a normativas y

preferencias de los consumidores y la mejora de la logística exportadora.

Al adoptar mejores prácticas agrícolas, mejorar la calidad postcosecha y cumplir con estándares internacionales, se facilita una inserción más efectiva en los mercados internacionales. Como resultado, pueden reducir rechazos y disminuir los costos asociados a ventas fallidas, además de reforzar la reputación comercial, contribuyendo así directamente a aumentar la productividad, rentabilidad y sostenibilidad del sector (ver el recuadro [4.38](#)).

Un aumento del 1 % en la participación de un país en las cadenas de valor mundiales —actividades productivas compartidas internacionalmente, como ensamblaje, procesamiento o provisión de insumos— puede elevar el ingreso per cápita en más de 1 %, frente al 0,2 % observado en el comercio tradicional (Banco Mundial, [2020](#)).

**Recuadro 4.38. Procesos de fortalecimiento de capacidades y de difusión de información**

Cursos, programas de la [FAO](#) y la Guía de exportación fortalecieron capacidades para insertar a pequeños productores y pymes agroalimentarias en el comercio internacional (FAO & ALADI, [2024](#)).

Diversas iniciativas contribuyeron al fortalecimiento de capacidades y a la difusión de información estratégica para facilitar la inserción de pequeños productores y [pymes](#) agroalimentarias en el comercio internacional. Entre ellas se encuentran el curso en línea “Preparándose para Exportar Productos Agroalimentarios”, impulsado por el [IICA](#) y el [Foro de Capacitación en Comercio Internacional de Canadá \(FITT\)](#); el curso “Internacionalización de [PYME](#) Agrícolas”, desarrollado conjuntamente por el [IICA](#) y la [Asociación Latinoamericana de Integración \(ALADI\)](#); así como las iniciativas de la [FAO](#) “Promoción del Comercio Agroalimentario a las [PYME](#)” y “Asociaciones de Productores de [ALC](#)”. En el Caribe, destaca el programa “Agri-Food Trade Promotion to [CARICOM](#) SMEs and Producer Associations”, promovido por la [FAO](#) en colaboración con la Secretaría de la [CARICOM](#). A estas acciones se suma la publicación conjunta de la [FAO](#) y la [ALADI](#) ([2024](#)), *Guía de exportación* para [PYME](#) rurales, cooperativas y organizaciones de [AF](#), que ofrece orientaciones prácticas para mejorar la preparación exportadora de actores rurales de la región.

- El fortalecimiento de la asociatividad productiva para la exportación.** Impulsar la asociatividad productiva constituye una herramienta estratégica para facilitar la inserción de productores de pequeña y mediana escalas en los mercados internacionales, lo que amplía el alcance de las acciones de promoción comercial y contribuye a aumentar la productividad. El fortalecimiento organizativo, la capacitación en gobernanza, gestión administrativa y cumplimiento normativo, así como el desarrollo de capacidades técnicas alineadas con los estándares sanitarios y comerciales de los mercados meta, permiten mejorar la eficiencia operativa y consolidar una oferta exportable más competitiva. Estas iniciativas pueden potenciarse mediante alianzas entre organismos de promoción de exportaciones, centros de investigación, universidades y otros actores estratégicos que actúen como catalizadores de procesos de innovación, adaptación tecnológica y vinculación con compradores internacionales. Además, el uso de plataformas digitales y sistemas de trazabilidad mejora la visibilidad comercial de las asociaciones, optimiza la gestión de datos y facilita el acceso a servicios especializados. Integrar la asociatividad en las estrategias de promoción comercial no solo fortalece la competitividad de las organizaciones productivas, sino que también reduce las barreras estructurales y amplía las oportunidades de acceso a mercados de alto valor.

# BIBLIOGRAFÍA

- Abbey, L., Abbey, J., Leke-Aladekoba, A., Iheshiulo, E., & Ijenyo, M. (2019).** Biopesticides and biofertilizers: Types, production, benefits, and utilization. En *Byproducts from Agriculture and Fisheries* (pp. 479-500). Wiley.
- Abiri, R., Rizan, N., Balasundram, S. K., Shahbazi, A. B., & Abdul-Hamid, H. (2023).** Application of digital technologies for ensuring agricultural productivity. *Heliyon*, 9(12), e22601. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e22601>
- Acosta, J. O. (2017).** El valor agregado en origen en las cooperativas agropecuarias: Estudio de caso de la Unión Agrícola de Avellaneda Coop. Ltda. (Argentina) [Tesis doctoral]. Mondragón Unibertsitatea.
- Acuña-Bravo, I., Lucca, F., Tello, C., Morales, R., Sepúlveda, C., Gutiérrez, A., & Bravo, R. (2023).** *Informe final: Alerta temprana para el manejo del tizón tardío de la papa (ATN/RF 16678 RG)* (inf. téc.). Consultado el 2 de septiembre de 2025, desde [https://www.researchgate.net/publication/382456068\\_INFORME\\_FINAL\\_Alerta\\_temprana\\_para\\_el\\_manejo\\_del\\_Tizon\\_tardio\\_de\\_la\\_papa\\_ATNRF\\_16678\\_RG](https://www.researchgate.net/publication/382456068_INFORME_FINAL_Alerta_temprana_para_el_manejo_del_Tizon_tardio_de_la_papa_ATNRF_16678_RG)
- Adams, D. W. (1984).** Are the arguments for cheap agricultural credit sound? En D. W. Adams, D. H. Graham & J. D. Von Pischke (Eds.), *Undermining Rural Development with Cheap Credit* (pp. 75-97). Westview Press.
- Agnew, J., & Hendery, S. (2023).** *2023 global agricultural productivity report: Every farmer, every tool* (T. Thompson, Ed.). Virginia Tech. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://vtechworks.lib.vt.edu/items/2b2c4a9c-3c3e-4c57-bc8c-4e71d1df6a61>
- Agnew, J., & Nakelse, T. (2024).** *2024 Global Agricultural Productivity Report: Powering Productivity: Scaling High Impact Bundles of Proven & Emerging Tools*. Virginia Tech. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://vtechworks.lib.vt.edu/items/e8b632f0b012-4c1b-9133-048f0a0f5942/full>
- AGROSAVIA ((Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria)). (2024).** Comunicación interna sobre impacto de plataformas digitales en productores, proporcionada por AGROSAVIA.
- AGROSAVIA (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria). (2025).** *Redes de innovación de AGROSAVIA*. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://www.agrosavia.co/nosotros/redes>
- Aguirre, F. (2012).** *El nuevo impulso de la extensión rural en América Latina: Situación actual y perspectivas*. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://relaser.org/index.php/component/phocadownload/category/8-relaser?download=36:el-nuevo-impulso>
- AIE (Agencia Internacional de Energía). (2023).** *Net zero roadmap: A global pathway to keep the 1.5 °C goal in reach*. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde [https://iea.blob.core.windows.net/assets/8ad619b9-17aa-473d-8a2f-4b90846f5c19/NetZeroRoadmap\\_AGlobalPathwaytoKeepthe1.5CGoalinReach-2023Update.pdf](https://iea.blob.core.windows.net/assets/8ad619b9-17aa-473d-8a2f-4b90846f5c19/NetZeroRoadmap_AGlobalPathwaytoKeepthe1.5CGoalinReach-2023Update.pdf)
- AIE (Agencia Internacional de Energía). (2024).** *Carbon accounting for sustainable biofuels*. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://iea.blob.core.windows.net/assets/79f31c02-0efe-41ca-ac15-9d076bf2cd29/CarbonAccountingforSustainableBiofuels.pdf>
- ALADI (Asociación Latinoamericana de Integración). (2024).** *Elementos para avanzar hacia la convergencia regulatoria en el sector agroalimentario de los países de la Asociación Latinoamericana de Integración (ALADI): Análisis de las medidas no arancelarias (MNA) aplicadas al sector agroalimentario* (SEC/di 3209). Secretaría General de ALADI. Montevideo. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde [https://www2.aladi.org/nsfaladi/estudios.nsf/5b189d44e520606803256aa7006aa4a9/476bdab0fcb1074003258bd4004eaff1/\\$FILE/3209.pdf](https://www2.aladi.org/nsfaladi/estudios.nsf/5b189d44e520606803256aa7006aa4a9/476bdab0fcb1074003258bd4004eaff1/$FILE/3209.pdf)
- Alamsyah, R. T. P., Wulandari, E., Saidah, Z., & Hapsari, H. (2024).** Discovering sustainable finance models for smallholder farmers: A bibliometric approach to agricultural innovation adoption. *Discover Sustainability*, 5(1), 107. <https://doi.org/10.1007/s43621-024-00277-4>
- Allcott, H., Lederman, D., & López, R. (2006).** *Political institutions, inequality, and agricultural growth: The public expenditure connection* (Policy Research Working Paper N.o 3902). Banco Mundial. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://hdl.handle.net/10986/8689>

- Alomari-Mheidat, M. (2024).** *Programación del riego deficitario controlado en hortalizas de crecimiento indeterminado: Tomate y judía*. Universidad de Sevilla. Consultado en diciembre de 2025, desde <https://idus.us.es/items/92390acb-1986-464f-ab03-e4227707a689>
- Andreu, V., & Picó, Y. (2004).** Determination of pesticides and their degradation products in soil: Critical review and comparison of methods. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 23(10–11), 772-789. <https://doi.org/10.1016/j.trac.2004.07.008>
- Angon, P. B., Mondal, S., Jahan, I., Datto, M., Antu, U. B., Ayshi, F. J., & Islam, M. S. (2023).** Integrated pest management (IPM) in agriculture and its role in maintaining ecological balance and biodiversity. *Advances in Agriculture*, 2023, 1-19. <https://doi.org/10.1155/2023/5546373>
- Anríquez, G., Foster, W., Ortega, J., Falconi, C., & De Salvo, C. P. (2016).** Public expenditures and the performance of Latin American and Caribbean agriculture (IDB Working Paper Series N.o 722). BID. <https://doi.org/10.18235/0012284>
- Arias, J., Díaz-Bonilla, E., & Piñeiro, M. (2024).** Una nueva generación de políticas públicas para los sistemas agroalimentarios: Nota conceptual. *Taller sobre políticas con las agencias de cooperación regional*. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://test-assetsopsaa.iica.int/storage/comment/2024/09/9e7d7941c725385b776aacd445e5f969.pdf>
- Arias, J., Arias, D., Antón, J., De Salvo, C. P., Díaz-Bonilla, E., Guzmán, M., Martel, P., Martínez, D., Piñeiro, M., Piñeiro, V., & Rodrigues, M. (2025).** *La transición hacia una nueva generación de políticas públicas para los sistemas agroalimentarios* [Publicado también en inglés]. IICA. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://hdl.handle.net/11324/24212>
- Ashoka, P., Singh, N. K., Sunitha, N. H., Saikanth, D. R. K., Singh, O., Sreekumar, G., & Singh, B. V. (2023).** Enhancing agricultural production with digital technologies: A review. *International Journal of Environment and Climate Change*, 13(9), 409-422. <https://doi.org/10.9734/ijecc/2023/v13i92250>
- Audretsch, D. B., & Feldman, M. P. (1996).** R&D spillovers and the geography of innovation and production. *The American Economic Review*, 86(3), 630-640.
- Ayres, J., Izquierdo, A., & Parrado, E. (2025).** *Informe macroeconómico de América Latina y el Caribe 2025: Oportunidades regionales en medio de cambios globales*. Banco Interamericano de Desarrollo. <https://doi.org/10.18235/0013475>
- Balafoutis, A., Beck, B., Fountas, S., Vangeyte, J., Wal, T., Soto, I., Gómez-Barbero, M., Barnes, A., & Eory, V. (2017).** Precision agriculture technologies positively contributing to GHG emissions mitigation, farm productivity and economics. *Sustainability*, 9(8), 1339. <https://doi.org/10.3390/su9081339>
- Balbontin, C., Calera, A., Otero, Á., García, C., Bavestrello, C., & Wallberg, B. (2025).** *Nuevas tecnologías para el aumento de la eficiencia en el uso del agua en la agricultura de ALC al 2030: Experiencias y avances en la mejora de la eficiencia en el uso del agua de riego mediante la Plataforma Agraria Satelital PLAS en Chile, Argentina, Uruguay y Colombia*. INIA. Consultado en diciembre de 2025, desde <https://doi.org/10.35676/INIA/ST.271>
- Banco Mundial. (2016).** *Linking farmers to markets through productive alliances: An assessment of the World Bank experience in Latin America*. World Bank. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://documents1.worldbank.org/curated/en/702681480494322907/pdf/110615-WP-LinkingFarmerstoMarketsthroughProductiveAlliances-PUBLIC-ABSTRACT-SENT.pdf>
- Banco Mundial. (2019).** *Paying for ecosystem services, a successful approach to reducing deforestation in Mexico*. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://blogs.worldbank.org/en/latinamerica/paying-ecosystem-services-successful-approach-reducing-deforestationmexico>
- Banco Mundial. (2020a).** *The economic cost of malnutrition*. Consultado en 2025, desde <https://documents.worldbank.org>
- Banco Mundial. (2020b).** *Informe sobre el desarrollo mundial 2020: El comercio al servicio del desarrollo en la era de las cadenas de valor mundiales*. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/32437/211457ovSP.pdf>
- Banco Mundial. (2021).** *Global Findex Database*. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://www.worldbank.org/en/publication/globalfindex>

**Banco Mundial. (2024).** *The World Bank's support for repurposing of agrifood public policies and programs: Moving from advocacy to action.* Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://thedocs.worldbank.org/en/doc/3da165e0bcb0ed7ddd8a9939afb21fda0590012023/related/The-World-Bank-s-Support-for-Repurposing-of-Agrifood-Public-Policies-and-Programs-Sep-2024.pdf>

**Banco Mundial. (2025a).** *Economic review: Latin America and the Caribbean.* <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-2235-3>

**Banco Mundial. (2025b).** *Enhancing the competitiveness of family farms: The power of productive alliances in Latin America and Africa.* Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://projects.worldbank.org/en/results/2025/07/14/enhancing-the-competitiveness-offamily-farms-the-power-of-productive-alliances-in-latin-america-and-africa>

**Barangé, L. (2023).** *Inteligencia artificial: ¿cómo podría transformar la agricultura?* Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://alliancebioiversityciat.org/es/stories/inteligenciaartificial-como-podria-transformar-agricultura>

**Barjolle, D., & Vandecastelaere, E. (2012).** *Identificar los productos de calidad vinculada al origen y sus posibilidades de favorecer el desarrollo sostenible: Una metodología para realizar inventarios participativos.* FAO. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://www.fao.org/fileadmin/templates/olq/files/MethodologyES.pdf>

**Barros, J. V. N., da Silva, M. A. D., & dos Santos, A. R. M. (2022).** Community seed banks: A tool to valorize the plant genetic heritage — A review. *Research, Society and Development.* Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/30261>

**Bauluz, L., Govind, Y., & Novokmet, F. (2020).** *Global land inequality* (WID.world Working Paper N.o 2020/10). World Inequality Lab. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://wid.world/document/global-land-inequality-world-inequality-lab-wp-2020-10/>

**Becerra-Encinales, J. F., Bernal-Hernández, P., Beltrán-Giraldo, J. A., Cooman, A. P., Reyes, L. H., & Cruz, J. C. (2025).** Extensión agrícola para la adopción de prácticas tecnológicas en países en desarrollo: una revisión exploratoria de los obstáculos y sus dimensiones. *Palmas*, 45(3). <https://doi.org/10.56866/01212923.14325>

**Beduschi, L. C., Faret, P., & Hadad, M. I. (2025).** *Inclusive rural transformations in Latin America: Reassessing and planning under pressures and constraints* (FAO Inclusive Agrifood Systems Working Paper N.o 2). FAO. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://openknowledge.fao.org/bitstreams/0b18e3ae-d85b-47cb-9bb1-0d3493b09c79/download>

**Begishev, I., Shutova, A., Vasiliev, Y., Bersei, D., Perepadya, O., & Dolgoplov, K. (2024).** Digital modernization of agriculture. *BIO Web of Conferences*, 140, 03017. <https://doi.org/10.1051/bioconf/202414003017>

**Berdegué, J. A., & Favareto, A. (2019).** *Desarrollo territorial rural en América Latina y el Caribe.* FAO.

**Berdegué, J. A. (2002).** *Las reformas de los sistemas de extensión en América Latina a partir de la década de los 80.* *Rimisp.* Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <http://www.rimisp.org/wp-content/uploads/2013/06/0089-000818-reformasextensionver2.pdf>

**Berdegué, J. A. (2014).** Los sistemas de innovación agrícola en América Latina: Una mirada crítica. *Revista de la CEPAL*, (114), 55-72.

**Berdegué, J. A., & Fuentealba, R. (2011).** *Latin America: The state of smallholders in agricultura* [Paper presented at the IFAD Conference on New Directions for Smallholder Agriculture, Rome, Italy, 24–25 January 2011]. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde [https://www.researchgate.net/publication/265194221\\_Latin\\_America\\_The\\_State\\_of\\_Smallholders\\_in\\_Agriculture](https://www.researchgate.net/publication/265194221_Latin_America_The_State_of_Smallholders_in_Agriculture)

**Bernal, M. (2020).** Acceso al crédito y productividad agrícola en Colombia. *Ensayos de Economía*, 30(56), 123-145.

**Bert, F., Lachman, J., & de Río, J. A. (Banco Interamericano de Desarrollo). (2023).** *Desarrollo agtech en la Región Andina: Casos de éxito y lecciones para el futuro.* BID. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://hdl.handle.net/11324/21773>

**Bert, F., Lachman, J., & de Río, J. A. (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). (2025).** *Ecosistema agtech en Centroamérica: Estado actual y propuestas para su desarrollo derivadas de las experiencias de los pioneros.* IICA. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://hdl.handle.net/11324/23080>

- BID (Banco Interamericano de Desarrollo). (2019).** *De la finca a la mesa: Inclusión financiera para los agricultores en América Latina y el Caribe*. Washington, D.C.
- BID (Banco Interamericano de Desarrollo). (2024a).** *¿Listos para despegar? Informe macroeconómico de América Latina y el Caribe 2024*. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://flagships.iadb.org/es/MacroReport2024/listos-para-despegar-aprovechar-laestabilidad-macroeconomica-para-el-crecimiento>
- BID (Banco Interamericano de Desarrollo). (2024b).** *Agricultural productivity in the Latin America and the Caribbean region 1961–2021*. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://publications.iadb.org/publications/english/document/AgriculturalProductivity-in-the-Latin-America-and-Caribbean-Region-1961-2021.pdf>
- Bleecker, L., Sauveplane-Stirling, V., Di Ruggiero, E., & Sellen, D. (2021).** Evaluating the integration of strategic priorities within a complex research-for-development funding program. *Evaluation and Program Planning*, 89, 102009. <https://doi.org/10.1016/j.evalprogplan.2021.102009>
- Blyde, J. S. (2024).** *¿Barreras o facilitadores?: Hacia medidas técnicas compatibles con el comercio en América Latina y el Caribe*. <https://doi.org/10.18235/0013014>
- Bolivia Emprende. (2021).** *El dulce secreto de El Ceibo que saca a flote a 1.200 familias*. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://boliviaemprende.com/noticias/el-dulcesecreto-de-el-ceibo-que-saca-a-flote-a-1-200-familias>
- Bonilla Londoño, J. A., et al. (2025).** Incentivizing sustainability through conditional agricultural credit: A systematic review protocol [Systematic review protocol]. *ProtocolRxiv / CABI Digital Library*. <https://doi.org/10.1079/protocolrxiv.2025.00012>
- Bopp, C., Engler, A., Poortvliet, P. M., & Jara-Rojas, R. (2019).** The role of farmers' intrinsic motivation in the effectiveness of policy incentives to promote sustainable agricultural practices. *Journal of Environmental Management*, 244, 320-327. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.04.107>
- Bradford, B. J., Cooper, C. A., Tizard, M. L., Doran, T. J., & Hinton, T. M. (2017).** RNA interference-based technology: What role in animal agriculture? *Animal Production Science*, 57(1), 1. <https://doi.org/10.1071/AN15437>
- Brady, M. V., Hedlund, K., Cong, R.-G., Hemerik, L., Hotes, S., Machado, S., Mattsson, L., Schulz, E., & Thomsen, I. K. (2015).** Valuing supporting soil ecosystem services in agriculture: Natural capital approach. *Agronomy Journal*, 107(5), 1809-1821. <https://doi.org/10.2134/agronj14.0597>
- Bueno, A. d. F., Sutil, W. P., Jahnke, S. M., Carvalho, G. A., Cingolani, M. F., Colmenarez, Y. C., & Corniani, N. (2023).** Biological control as part of the soybean integrated pest management (IPM): Potential and challenges. *Agronomy*, 13(10), 2532. <https://doi.org/10.3390/agronomy13102532>
- Bullor, L., Braude, H., Monzón, J., Cotes Prado, A. M., Casavola, V., Carbajal Morón, N., & Risopoulos, J. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2023).** *Bioinsumos: Oportunidades de inversión en América Latina* (inf. téc. N.o 9). FAO. <https://doi.org/10.4060/cc9060es>
- Bureau, J.-C., & Antón, J. (2022).** *Agricultural total factor productivity and the environment: A guide to emerging best practices in measurement* (OECD Food, Agriculture and Fisheries Papers N.o 177). OCDE. <https://doi.org/10.1787/6fe2f9e0-en>
- Cabello, R., Monneveux, P., de Mendiburu, F., & Bonierbale, M. (2013).** Comparison of yield based drought tolerance indices in improved varieties, genetic stocks and landraces of potato (*Solanum tuberosum* L.) *Euphytica*, 193(2), 147-156. <https://doi.org/10.1007/s10681-013-0887-1>
- Caparas, M., Zobel, Z., Castanho, A. D. A., & Schwalm, C. R. (2021).** Increasing risks of crop failure and water scarcity in global breadbaskets by 2030. *Environmental Research Letters*, 16(10). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac22c1>
- Cárdenas, F., Taboada, R., Leyva, W., Tafur, J., & Quinto, F. (2024).** *La siembra y cosecha de agua en los Andes semiáridos*. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://www.cca.org.pe/publicaciones>
- Carrer, M. J., Maia, A. G., de Mello Brandão Vinholis, M., & de Souza Filho, H. M. (2020).** Assessing the effectiveness of rural credit policy on the adoption of integrated croplivestock systems in Brazil. *Land Use Policy*, 92, 104468. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104468>

**CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). (2023).** *Noticias: CATIE y ECOM impulsan la agroforestería sostenible en fincas cafetaleras de Costa Rica.* Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://www.catie.ac.cr/2023/11/30/catie-yecom-impulsan-la-agroforesteria-sostenible-en-fincas-cafetaleras-de-costa-rica/>

**CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). (2025).** *Proyecto Cosecha de Agua.* Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://cosechadeagua.org/>

**CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). (2021).** *Reflexiones sobre la gestión del agua en América Latina y el Caribe: Textos seleccionados 2002–2020.*

**CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). (2022).** *Hacia la transformación del modelo de desarrollo en América Latina y el Caribe: Producción, inclusión y sostenibilidad.* Naciones Unidas. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/cdfbffc-660a-4b8c-86e8-532bcf884af5/content>

**CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). (2023).** *Sistemas mixtos de extensión rural* (inf. téc. N.o LC/TS.2023/105). Santiago.

**CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). (2024a).** *América Latina y el Caribe ante las trampas del desarrollo: Transformaciones indispensables y cómo gestionarlas* (inf. téc. N.o LC/SES.40/3-P). Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/80652>

**CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). (2024b).** *Panorama de las políticas de desarrollo productivo en América Latina y el Caribe, 2024* (inf. téc. N.o LC/PUB.2024/15-P/Rev.1). Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/80689>

**CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). (2024c).** *Panorama de los recursos naturales en América Latina y el Caribe, 2023.* Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://repositorio.cepal.org/entities/publication/750bc08a-57fc-40eb-97b5f98e823940e2>

**CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). (2025a).** *CEPALSTAT: Base de datos estadísticos.* Consultado el 25 de febrero de 2026, desde [https://estadisticas.cepal.org/cepalstat/WEB\\_CEPALSTAT/Portada.asp](https://estadisticas.cepal.org/cepalstat/WEB_CEPALSTAT/Portada.asp)

**CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). (2025b).** *Panorama de los recursos naturales en América Latina y el Caribe, 2025* [En imprenta].

**CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). (2025c).** *Preliminary overview of the economies of Latin America and the Caribbean, 2024.* Consultado el 25 de febrero de 2026, desde [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/48052/1/S2200214\\_en.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/48052/1/S2200214_en.pdf)

**CEPAL, FAO & IICA. (2017).** *Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las Américas: Una mirada hacia América Latina y el Caribe 2017–2018.* Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://hdl.handle.net/11324/6143>

**CEPAL, FAO & IICA. (2019a).** *Bioeconomy: A key to rural development in Latin America and the Caribbean.* Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://www.fao.org/americas/news/news-detail/Bioeconomy-a-key-to-rural-development-in-Latin-America-and-theCaribbean/en>

**CEPAL, FAO & IICA. (2019b).** *Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las Américas: Una mirada hacia América Latina y el Caribe 2019–2020.* Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://hdl.handle.net/11324/8309>

**CEPAL, FAO & IICA. (2023).** *Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las Américas: Una mirada hacia América Latina y el Caribe 2023–2024* (inf. téc. N.o LC/TS.2023/161). San José. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://hdl.handle.net/11324/21836>

**Champredonde, M., & González, J. (2016).** ¿Agregado de valor o valorización? Reflexiones a partir de denominaciones de origen. *América Latina Revista Iberoamericana de Viticultura, Agroindustria y Ruralidad*, 9(3). Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://www.redalyc.org/pdf/4695/469546924008.pdf>

**Chará, J., Reyes, E., Peri, P., Otte, J., Arce, E., & Schneider, F. (2020).** *Sistemas silvopastoriles y su contribución al uso eficiente de los recursos y a los Objetivos de Desarrollo Sostenible: Evidencia desde América Latina.* Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/ca2792es>

- Chavarriga, P. (2025, agosto).** Edición génica y su experiencia en la agricultura de Colombia [21–22 de agosto de 2025].
- ChileBio. (2023).** *Latinoamérica: Un laboratorio biotecnológico y campeón mundial en transgénicos y edición genética.* Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://chilebio.cl/2023/02/10/latinoamerica-un-laboratorio-biotecnologico-y-campeon-mundial-entransgenicos-y-edicion-genetica/>
- Chiriboga Vega, M. (2015).** *Pequeñas economías: reflexiones sobre la agricultura familiar.* FAO. Consultado el 18 de septiembre de 2025, desde <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/72da5b53-1584-41f6-8ff0-5f1024d262a4/content>
- CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo). (2024).** *Impacto del maíz biofortificado con provitamina A en México y América Central: Adopción y beneficios socioeconómicos.* Ciudad de México.
- CIP (Centro Internacional de la Papa). (2024).** *Matilde y Asiryq: nuevas variedades resistentes a rancho desarrolladas en Huancayo* [Nota informativa en línea]. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://hytimes.pe/2024/05/30/matilde-y-asiryq-las-nuevasvariedades-de-papa-resistentes-a-plagas-presentadas-en-huancayo-por-el-cip/>
- Clapp, J., Vriezen, R., Laila, A., Conti, C., Gordon, L., Hicks, C., & Rao, N. (2025).** Corporate concentration and power matter for agency in food systems. *Food Policy*, 134, 102897. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2025.102897>
- Clavijo, N. L., Rodríguez Ramírez, L. A., Mañunga Rivera, A., Bernal, A. P., Mesa, A. M., & Vanegas Cubillos, M. (2024).** *Rural participatory innovation lab: Toward a sustainable territory* (inf. téc.).
- Colmenarez, Y. C., & Vásquez, C. (2024).** Benefits associated with the implementation of biological control programmes in Latin America. *BioControl*, 69, 303-320. <https://doi.org/10.1007/s10526-024-10260-7>
- ComMutiny – The Youth Collective. (2024).** *We, the Changemakers: A Facilitator’s Guide to Empowering Changemakers.* Consultado el 2 de septiembre de 2025, desde <https://agroecology-coalition.org/agroecology-resources/reports-and-policy-papers/>
- Conesa, C., Bonet, L., Medrano, E., Papasseit, P., Pérez, J., Olmos, L. M., & Namesny, A. (2024).** Sostenibilidad hídrica en horticultura y poscosecha: Riego, fertirrigación, tratamientos fitosanitarios, material vegetal, acondicionamiento y procesado de frutas y hortalizas. *SPE3*. Consultado en octubre de 2024, desde <https://redivia.gva.es/handle/20.500.11939/8997>
- Conroy, H. V., Rondinone, G., De Salvo, C. P., & Muñoz, G. (2024).** *Políticas agropecuarias en América Latina y el Caribe 2023.* BID. <https://doi.org/10.18235/0013100>
- Coordinadora Nacional de Comercio Justo en Bolivia. (s.f.).** Sitio oficial de la Coordinadora Nacional de Comercio Justo en Bolivia. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://www.comerciojustobolivia.org.bo/>
- COPROFAM (Confederación de Organizaciones de Productores Familiares del Mercosur Ampliado). (2022).** Políticas públicas para la agricultura familiar, campesina e indígena en el MERCOSUR ampliado: Propuestas de la COPROFAM para una agenda de desarrollo rural hacia el 2030.
- Correa Mautz, F., Dini, M., & Letelier, L. (2022).** *Análisis del sistema público de apoyo al desarrollo productivo en Chile desde un enfoque multinivel* (Documentos de Proyectos N.o LC/TS.2021/215/Rev.1). CEPAL. Santiago de Chile. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/47668/4/S2200185\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/47668/4/S2200185_es.pdf)
- Cristini, M. (2024).** *El sector agropecuario extensivo en América Latina: oportunidades y desafíos del cambio climático y la protección de la biodiversidad* (Policy Paper No. 20). CAF.
- Cruz, S., & Aedo, M. (2021).** Agricultura digital en El Salvador, Guatemala, Honduras y México. En O. Sotomayor, E. Ramírez & H. Martínez (Eds.), *Digitalización y cambio tecnológico en las mipymes agrícolas y agroindustriales en América Latina* (pp. 111-121). CEPAL. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/46965/S2100283\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/46965/S2100283_es.pdf)
- Cueto, V. R., Jahn, A. E., Tuero, D. T., Guaraldo, A. C., Sarasola, J. H., Bravo, S. P., Gómez, V., Giraldo, J. I., Masson, D., MacPherson, M., & Jiménez, J. E. (2015).** Las aves migratorias de América del Sur: Nuevas técnicas revelan información sobre su comportamiento. *Ciencia Hoy*, 24(142), 19-25. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <http://hdl.handle.net/11336/5637>

- De Olloqui, F., & Fernández Díez, M. C. (2017).** *Financiamiento del sector agroalimentario y desarrollo rural* (inf. téc.). BID. <https://doi.org/10.18235/0007181>
- Deconinck, K., Gregg, D., & Henderson, B. (2023).** *Towards resilient food systems: Implications of supply chain disruptions and policy responses* (OECD Food, Agriculture and Fisheries Papers N.o 195). OCDE. <https://doi.org/10.1787/6b1c5d4e-en>
- Deutsch, C. A., Tewksbury, J. J., Tigchelaar, M., Battisti, D. S., Merrill, S. C., Huey, R. B., & Naylor, R. L. (2018).** Increase in crop losses to insect pests in a warming climate. *Science*, 361(6405), 916-919. <https://doi.org/10.1126/science.aat3466>
- Development Initiatives. (2021).** *Global Nutrition Report 2021*. Consultado en 2025, desde <https://globalnutritionreport.org>
- Díaz-Bonilla, E. (2015).** *Macroeconomics, agriculture, and food security: A guide to policy analysis in developing countries*. IFPRI. <https://doi.org/10.2499/9780896298590>
- Díaz-Bonilla, E., Gautam, M., Glauber, J. W., Piñeiro, V., Robinson, S., Traoré, F., & Valdés, R. (2025).** Agrifood trade: Changing challenges, changing perspectives on policy and policy research. En J. Swinnen & C. B. Barrett (Eds.), *Food policy lessons and priorities for a changing world* (pp. 389-412). International Food Policy Research Institute.
- Díaz-Bonilla, E., Swinnen, J., & Vos, R. (2021).** Financing the transformation to healthy, sustainable, and equitable food systems. En *Global Food Policy Report 2021: Transforming Food Systems after COVID-19* (pp. 20-23). IFPRI.
- Díaz-Bonilla, E., Trigo, E., & Campos, R. (2024).** *Acerca de sistemas alimentarios “fallidos” y otras narrativas*. IICA. <https://hdl.handle.net/11324/22073>
- Dobermann, A., Bruulsema, T., Cakmak, I., Gerard, B., Majumdar, K., McLaughlin, M., Reidsma, P., Vanlauwe, B., Wollenberg, L., Zhang, F., & Zhang, X. (2022).** Responsible plant nutrition: A new paradigm to support food system transformation. *Global Food Security*, 33, 100636. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2022.100636>
- Donoso, A., & Salazar, E. (2023).** Yield components and development in indeterminate tomato landraces: An agromorphological approach to promoting their utilization. *Agronomy*, 13(2). <https://doi.org/10.3390/agronomy13020434>
- Dufour, A., & Bartram, J. (Eds.). (2012).** *Animal waste, water quality and human health*. IWA Publishing.
- Elorza, J. C. (2025).** Boletín n.º 7 – Observatorio de la Iniciativa Latinoamericana y del Caribe para el Mercado de Carbono (ILACC) [Coordinador]. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://www.caf.com/es/temas/m/mercado-de-carbono/>
- EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). (2021).** *Integração Lavoura-Pecuária-Floresta*. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://www.embrapa.br/temaintegracao-lavoura-pecuaria-floresta-ilpf/nota-tecnica>
- Ethiquable. (s.f.).** *El Ceibo commerce équitable en Bolivie – cacao. La force d’une coopérative représentative*. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://www.ethiquable.coop/fiche-producteur/el-ceibo-commerce-equitable-bolivie-cacao>
- Evans, E. (2006).** Value added agriculture: Is it right for me? *EDIS*, (9). Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://journals.flvc.org/edis/article/view/115794>
- Fabregas, R., Harigaya, T., Kremer, M., & Ramrattan, R. (2022).** Digital agricultural extension for development. En A. Hall, R. Sulaiman, N. Clark & B. Yoganand (Eds.), *Agricultural Innovation Systems: An Introduction* (pp. 159-182). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-86065-3\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-030-86065-3_8)
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2015).** *Status of the world’s soil resources: Main report*. Consultado el 25 de agosto de 2025, desde <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/i5199e>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2016).** *Asistencia técnica y extensión rural participativa en América Latina* (inf. téc.). Consultado el 2 de septiembre de 2025, desde <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/20ff2eea-f175-4a43-b9fc-e20049313a92/content>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2018).** *Panorama de la pobreza rural en América Latina y el Caribe 2018*. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <http://www.fao.org/3/CA2275ES/ca2275es.pdf>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2019).** *Rural transformation: Looking towards the future of Latin America and the Caribbean*.

**FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2020).** *Agricultural trade of the Latin America and the Caribbean region: Status, challenges and opportunities*. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://openknowledge.fao.org/>

**FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2021).** *Strengthening sustainable food systems through geographical indications*. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/afc44660-75ac-43b4-918e-ef4915c0ff52/content>

**FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2022a).** *FAO reconoce a la milpa maya como un sistema importante del patrimonio agrícola mundial*. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://www.fao.org/mexico/noticias/detailevents/es/c/1616723/>

**FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2022b).** *The future of food and agriculture: Drivers and triggers for transformation*. <https://doi.org/10.4060/cc1024en>

**FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2022c).** *Geographical indications and sustainability*. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://www.fao.org/nutrition/markets/geographical-indications/en/>

**FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2022d).** *Trade of agricultural commodities 2005–2021*. <https://doi.org/10.4060/cc3750en>

**FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2023a).** *Experiencias inspiradoras para transformar los sistemas agroalimentarios en América Latina y el Caribe*. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://www.fao.org/americas/publicaciones/es/>

**FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2023b).** *The impact of disasters on agriculture and food security 2023: Avoiding and reducing losses through investment in resilience*. <https://doi.org/10.4060/cc7900en>

**FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2025a).** *Conservación del suelo y el agua en América Latina y el Caribe*. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://www.fao.org/americas/priorities/soil-and-waterconservation-in-latin-america-and-the-caribbean/es>

**FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2025b).** *FAOSTAT: Base de datos estadística*. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://www.fao.org/faostat/en/>

**FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2025c).** *Scaling up climate ambition on land use and agriculture through nationally determined contributions and national adaptation plans (SCALA)*. Consultado el 2 de septiembre de 2025, desde <https://www.fao.org/in-action/scala/countries/colombia>

**FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2025d).** *What is integrated plant nutrient management? Plant Production and Protection Division (NSP)*. Consultado en agosto de 2025, desde <https://www.fao.org/agriculture/crops/thematic-sitemap/theme/spi/scpi-home/managing-ecosystems/integrated-plantnutrient-management/ipnm-what/en/>

**FAO & ALADI. (2024).** *Guía de exportación para pequeñas y medianas empresas (PYMES) rurales, cooperativas y organizaciones de agricultura familiar*. <https://doi.org/10.4060/cd3636es>

**FAO & BID. (2016).** *Estrategias, reformas e inversiones en los sistemas de extensión rural y asistencia técnica en América del Sur: Texto complementario*. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://www.fao.org/3/i6055s/i6055s.pdf>

**FAO & BID. (2024).** *Oportunidades para promover el comercio agroalimentario intrarregional en América Latina y el Caribe*. <https://doi.org/10.4060/cc9415es>

**FAO, FIDA, OMS, PMA & UNICEF. (2021).** *El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2021*. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://doi.org/10.4060/cb4474es>

**FAO, FIDA, OMS, PMA & UNICEF. (2024).** *El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2024: Financiación para acabar con el hambre, la inseguridad alimentaria y la malnutrición en todas sus formas*. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://doi.org/10.4060/cd1254es>

- FAO, FIDA, OPS, PMA & UNICEF. (2024).** *Panorama de la seguridad alimentaria y nutricional en América Latina y el Caribe 2024.*
- FAO, FIDA, OPS, PMA & UNICEF. (2025).** *América Latina y el Caribe. Panorama regional de la seguridad alimentaria y la nutrición 2024: Fomentando la resiliencia frente a la variabilidad del clima y los eventos extremos para la seguridad alimentaria y la nutrición.* Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/cd3877es>
- FAO & IFPRI. (2023).** *La seguridad alimentaria y el comercio agroalimentario en América Latina y el Caribe.* Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://doi.org/10.4060/cc8592es>
- FAO & INRAE. (2021).** *Facilitando sistemas alimentarios sostenibles: Manual para innovadores.* Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://doi.org/10.4060/ca9917es>
- FAO & IPPC. (2024).** *Making trade safe by harmonizing electronic data exchange.* Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://www.ippc.int>
- FAO & OCDE. (2025).** *OECD-FAO agricultural outlook 2025–2034.* [https://doi.org/10.1787/agr\\_outlook-2025-en](https://doi.org/10.1787/agr_outlook-2025-en)
- FAO & OPS (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura and Organización Panamericana de la Salud). (2019).** *Panorama de la seguridad alimentaria y nutricional en América Latina y el Caribe.* Consultado en 2025, desde <https://www.fao.org/documents/card/en/c/ca6979es>
- FAO & PNUD. (2025).** *Caracterización de la agricultura familiar en América Latina y el Caribe: Desafíos, evidencia y perspectivas.* Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/cd3788es>
- FAO Investment Centre. (2025).** *The potential of bioinputs for greener agrifood systems in Latin America and the Caribbean.* Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://www.fao.org/investment-centre/latest/news/detail/the-potential-of-bioinputs-for-greener-agrifood---systems-in-latin-america-and-the-caribbean/en>
- Farrokhi, F., & Pellegrina, H. S. (2020).** *Global trade and margins of productivity in agricultura* (Working Paper N.o 27350). National Bureau of Economic Research (NBER). Cambridge, MA. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde [https://www.nber.org/system/files/working\\_papers/w27350/w27350.pdf](https://www.nber.org/system/files/working_papers/w27350/w27350.pdf)
- Feltran-Barbieri, R., & Féres, J. G. (2021).** Degraded pastures in Brazil: Improving livestock production and forest restoration. *Science of The Total Environment*, 790, 148103. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148103>
- Fernández, M. C., & Fernandini, M. (Banco Interamericano de Desarrollo). (2018).** *Financiamiento de nuevas tecnologías digitales en el sector agropecuario en América Latina y el Caribe: Una guía para los bancos públicos de desarrollo.* BID. <https://doi.org/10.18235/0001298>
- Fernández-Arias, E., & Rosas, F. (2021).** *Desarrollo del sistema financiero para el sector agropecuario de Uruguay* (LAC Working Paper N.o 23). IFPRI. <https://doi.org/10.2499/p15738coll2.134548>
- Freed, S., Voss, R., Falk, T., Rietveld, A., Alary, V., Chimonyo, V., Frija, A., Guettou-Djurfeldt, N., Lestrelin, G., Singh, S., Manjella, A., & Zingwena, T. (2025).** Agency and behavior change in agricultural research for development: New directions for guiding agri-food system transformations. *Agricultural Systems*, 228, 104399. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2025.104399>
- Fuentes, A. (2022).** *Nueva tecnología viene a hacer frente a la escasez hídrica: Gel que almacena agua hasta 400 veces su tamaño permite gran reducción en la frecuencia de riego.* Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://blog.cnr.gob.cl/2022/02/nueva-tecnologiaviene-hacer-frente-la.html>
- Fuglie, K., Peters, M., & Burkart, S. (2021).** The extent and economic significance of cultivated forage crops in developing countries. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 5. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.712136>
- Fuglie, K., Wiebe, K., Sulser, T.B., Cenacchi, N. and Willenbockel, D. (2022).** *Multidimensional impacts from international agricultural research: Implications for research priorities.* *Frontiers in Sustainable Food Systems.* [doi.org/10.3389/fsufs.2022.1031562](https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.1031562)
- Fuglie, K., Benton, T., Sheng, Y., Hardelin, J., Mondelaers, K., & Laborde, D. (2016).** *G20 MACS white paper: Metrics of sustainable agricultural productivity* [Prepared for the G20 Meeting of Agricultural Chief Scientists (MACS)]. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://www.globalbiosummit.org/wp-content/uploads/2020/10/G20-MACSWHITE-PAPER.pdf>

- Fuglie, K., Gautam, M., Goyal, A., & Maloney, W. F. (2020).** *Harvesting prosperity: Technology and productivity growth in agriculture*. World Bank. <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1393-1>
- Fundación Chile. (2019).** Transición hídrica: El futuro del agua en Chile. Portafolio de medidas, acciones y soluciones para mayor seguridad hídrica. Consultado en noviembre de 2025, desde <https://www.escenarioshidricos.cl/>
- Gáfarro, M., Ibáñez, A. M., Sánchez-Ordóñez, D., & Ortiz, M. C. (2025).** Farm size and income distribution of Latin American agriculture: New perspectives on an old issue. *Oxford Open Economics*, 4(Supplement1), i148-i166. <https://doi.org/10.1093/ooec/odae024>
- Gamboa Morillo, H., Barra, L., Gómez Álvarez, M., Polack, A., & Abreo, E. (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). (2025).** *Principios estratégicos para la consolidación de un sector de los bioinsumos robusto y competitivo en América Latina y el Caribe* (inf. téc.). IICA. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://hdl.handle.net/11324/23549>
- GAP (Iniciativa Global de Productividad Agrícola). (2023).** *The 2023 global agricultural productivity (GAP) report: Every farmer, every tool* (inf. téc.). Global Agricultural Productivity Initiative. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://globalagriculturalproductivity.org/2023-gap-report/>
- García Palacios, E., & Moyano, E. (2019).** Gobernanza y desarrollo territorial. Las agencias de desarrollo rural en la implementación del programa mexicano PESA. *AGER: Revista de Estudios sobre Despoblación y Desarrollo Rural*, (28), 185-215. <https://doi.org/10.4422/ager.2019.14>
- Gargani, J., Chaminika, P., & McLean, R. (2024).** Dynamic evaluation of agricultural research for development supports innovation and responsible scaling through high-level inclusion. *Agricultural Systems*, 219, 104032. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2024.104032>
- GFRAS (Foro Global para Servicios de Asesoría Rural). (2023).** *Innovaciones digitales contemporáneas y soluciones para la extensión agrícola* (inf. téc.). Consultado el 2 de septiembre de 2025, desde <https://www.g-fras.org/en/activities/extension-innovations.html>
- Glauben, T., & Jaghdani, T. J. (2025).** Measuring the stability of (agricultural) trade flows in unstable times. *Intereconomics: Review of European Economic Policy*, 60(3), 182-190. <https://doi.org/10.2478/ie-2025-0035>
- Gobierno de Brasil. (2020).** Programa Nacional de Bioinsumos: Decreto N.º 10.375, de 26 de maio de 2020. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2020/decreto/d10375.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/d10375.htm)
- Gollop, F. M., & Swinand, G. P. (1998).** Total factor to total resource productivity: An application to agriculture. *American Journal of Agricultural Economics*, 80(3), 577-583. <https://doi.org/10.2307/1244553>
- González-Zúñiga, S., Kahlen, L., Woollands, S., & Irazoque, A. (2022).** *Climate investment in the food and agriculture sector in Latin America: The cases of biochar and protein transition in Argentina*. NewClimate Institute. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde [https://newclimate.org/sites/default/files/2023-07/clean\\_final\\_annual\\_investment\\_report\\_ii.pdf](https://newclimate.org/sites/default/files/2023-07/clean_final_annual_investment_report_ii.pdf)
- Goold, H. D., Wright, P., & Hailstones, D. (2018).** Emerging opportunities for synthetic biology in agriculture. *Genes*, 9(7), 341. <https://doi.org/10.3390/genes9070341>
- Grand View Research. (2023).** *Biomass power market: Market analysis, 2018–2030*. San Francisco, CA.
- Haase, S., Sciocco-Cap, A., & Romanowski, V. (2015).** Baculovirus insecticides in Latin America: Historical overview, current status and future perspectives. *Viruses*, 7(5), 2230-2267. <https://doi.org/10.3390/v7052230>
- HarvestPlus. (2023).** *Biofortificación en América Latina: Impacto nutricional y adopción de variedades de frijol alto en hierro*.
- Hefferon, K. (2015).** Nutritionally enhanced food crops: Progress and perspectives. *International Journal of Molecular Sciences*, 16(2), 3895-3914. <https://doi.org/10.3390/ijms16023895>
- Helfand, S. M., & Taylor, M. P. H. (2021).** The inverse relationship between farm size and productivity: Refocusing the debate. *Food Policy*, 99, 101977. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2020.101977>
- Henderson, B., & Lankoski, J. (2023).** *Integrated approaches for agricultural sustainability and productivity assessments* (OECD Food, Agriculture and Fisheries Papers N.º 204). OCDE. <https://doi.org/10.1787/60cfa586-en>

**Hernández, R. (2020).** Financiamiento y su impacto en la productividad de las pymes manufactureras en México. *Revista de Economía Institucional*, 22(42), 45-68.

**Hoang, V.-N. (2015).** Traditional and environmental agricultural total factor productivity in OECD countries [OECD, Paris, 14–15 December 2015]. *OECD Expert Workshop on Measuring Environmentally Adjusted TFP and Its Determinants*.

**IATA (Asociación Internacional de Transporte Aéreo). (2023).** *Sustainable aviation fuel output increases but volume still low*. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://www.iata.org/en/iata-repository/publications/economic-reports/sustainable-aviation-fuel-output-increases-but-volumes-still-low/>

**ICRAF (Centro Internacional de Investigación Agroforestal). (2023).** *Sistemas agroforestales amazónicos: Diversidad productiva y seguridad alimentaria familiar*.

**IFPRI (Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias). (2023).** *Avanzar 2030: LAC food security transformation*. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://lac.ifpri.info/2023/01/01/avanzar-2030-lac-food-security-transformation/>

**IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). (2014).** *Valor agregado en los productos de origen agropecuario: Aspectos conceptuales y operativos*. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://repositorio.iica.int/handle/11324/3069>

**IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). (2022).** *IICA to OAS Permanent Council: Response to fertilizer crisis and threats to food security requires coordinated, joint action*. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://iica.int/en/press/news/respuesta-crisis-de-fertilizantes-y-amenazas-seguridad-alimentaria-requiereaccion-2/>

**IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). (2023).** *La Alianza Continental para la Seguridad Alimentaria y el Desarrollo Sostenible en las Américas* [Documento presentado en la Junta Interamericana de Agricultura (JIA), Rev. 2]. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde [https://apps.iica.int/SReunionesOG/Content/Documents/JIA2023/a5079bd6-36a9-42fc-a0ac-b29f1f600847\\_di02\\_alianza\\_continental\\_para\\_la\\_seguridad\\_alimentaria\\_y\\_el\\_desarrollo\\_sostenible\\_en\\_las\\_americas\\_rev.2.pdf](https://apps.iica.int/SReunionesOG/Content/Documents/JIA2023/a5079bd6-36a9-42fc-a0ac-b29f1f600847_di02_alianza_continental_para_la_seguridad_alimentaria_y_el_desarrollo_sostenible_en_las_americas_rev.2.pdf)

**IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). (2025).** *Panamá hacia un arroz sostenible: NAMA y tecnología digital para la transformación del sector* [Entrada de blog]. Consultado el 22 de octubre de 2025, desde <https://blog.iica.int/blog/panamahacia-un-arroz-sostenible-nama-tecnologia-digital-para-transformacion-del-sector>

**IMAP (Instituto Mesoamericano de Permacultura). (2026).** *IMAP | Instituto Mesoamericano de Permacultura*. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://www.imapermacultura.org/>

**INDAP (Instituto de Desarrollo Agropecuario). (s.f.).** *Sello Manos Campesinas*. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://www.indap.gob.cl/sello-manos-campesinas>

**INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática). (2012).** *IV Censo Nacional Agropecuario 2012 (IV CENAGRO): Resultados preliminares*. Lima. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1057/libro.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1057/libro.pdf)

**INIA Chile (Instituto de Investigaciones Agropecuarias). (2023).** *Tecnologías de riego eficiente en horticultura: Impacto en productividad del agua y calidad nutricional*.

**Iniciativa 20x20. (2022).** *Restauración de paisajes en América Latina y el Caribe*. Consultado en 2025, desde <https://initiative20x20.org>

**INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria). (2023).** *Agricultura de precisión en cultivos extensivos: Adopción de tecnologías digitales en Argentina*.

**International Expert Group on Environmentally Harmful Agricultural Subsidies. (2025).** *Identifying environmentally harmful agricultural subsidies at the international level*. Forum on Trade, Environment, y the SDGs (TESS). Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://tessforum.org>

- IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático). (2011).** *Renewable energy sources and climate change mitigation*. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/SRREN\\_Full\\_Report-1.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/SRREN_Full_Report-1.pdf)
- Japan-Caribbean Climate Change Partnership. (2019).** [Título no especificado]. Disponible en <https://www.adaptation-undp.org/projects/japan-caribbean-climate-change-partnership>
- Jiménez-Castañeda, e. a. (2022).** An overview of carbon sequestration in agricultural soils of Latin America and the Caribbean. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 41(6), 391-405. <https://doi.org/10.1080/07352689.2022.2148923>
- Kaufman, J., Jiang, H., Kenner, B., Williams, A., & Gerval, A. (2024).** Outlook for U.S. agricultural trade: *May 2024* (AES-128). U.S. Department of Agriculture, Economic Research Service and Foreign Agricultural Service.
- Kayastha, S., Sahoo, J. P., Mahapatra, M., & Sharma, S. S. (2024).** Finger millet (*Eleusine coracana*) enhancement through genomic resources and breeding methods: Current implications and potential future interventions. *Planta*, 259(6), 139. <https://doi.org/10.1007/s00425024-04415-0>
- Kim, W., Iizumi, T., & Nishimori, M. (2019).** Global patterns of crop production losses associated with droughts from 1983 to 2009. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 58(6), 1233-1244. <https://doi.org/10.1175/JAMC-D-18-0174.1>
- Klerkx, L., van Mierlo, B., & Leeuwis, C. (2012).** Evolution of systems approaches to agricultural innovation: Concepts, analysis and interventions. En I. Darnhofer, D. Gibbon & B. Dedieu (Eds.), *Farming Systems Research into the 21st Century: The New Dynamic* (pp. 457-483). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-4503-2\\_20](https://doi.org/10.1007/978-94-007-4503-2_20)
- Kok, K. P. W., Gaitán-Cremaschi, D., Klerkx, L., & Villalobos, P. (2025).** Context and protoinstitutions in the emergence of transformative innovation policy: Insights from Chile. *Science and Public Policy*. <https://doi.org/10.1093/scipol/scaf006>
- Kramer, B., & Spielman, D. J. (International Food Policy Research Institute). (2025).** Quality seeds, improved varieties. En *The Economics of Crop Genetic Improvement and Farmer Uptake*. IFPRI. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://hdl.handle.net/10568/174302>
- Krugman, P. (2009).** *Increasing returns in a comparative advantage world*. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://www.princeton.edu/~pkrugman/deardorff.pdf>
- Kueneman, E., Hopmans, J., Raser, E., & Martin, C. S. (2020).** *Water-smart agriculture: A biophysical-focused introduction: Addressing needs and opportunities*. IICA. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://hdl.handle.net/11324/13973>
- Kumar, A., Chandel, N., & Barkha. (2024).** Organic farming vs. integrated nutrient management: A comparative review of agricultural productivity and sustainability. *International Journal of Plant & Soil Science*, 36(6), 460-473. <https://doi.org/10.9734/ijps/2024/v36i64648>
- Kushwaha, Y., Joshi, A., Panigrahi, R., Pandey, A. (2024).** Development of a smart irrigation monitoring system employing the wireless sensor network for agricultural water management. *Journal of Hydroinformatics*. 26. 3224-3243. <https://doi.org/10.2166/hydro.2024.241>
- Lachaud, M. A., Bravo-Ureta, B. E., & Ludeña, C. E. (Banco Interamericano de Desarrollo). (2015).** *Agricultural productivity growth in Latin America and the Caribbean and other world regions: An analysis of climatic effects, convergence and catch-up*. BID. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://publications.iadb.org/en/agricultural-productivitygrowth-latin-america-and-caribbean-and-other-world-regions>
- Lachaud, M. A., Bravo-Ureta, B. E., & Ludeña, C. E. (2017).** Agricultural productivity in Latin America and the Caribbean in the presence of unobserved heterogeneity and climatic effects. *Climatic Change*, 143(3-4), 445-460. <https://doi.org/10.1007/s10584-017-2013-1>
- Lal, R. (2018).** Digging deeper: A holistic perspective of factors affecting soil organic carbon sequestration in agroecosystems. *Global Change Biology*, 24(8), 3285-3301. <https://doi.org/10.1111/gcb.14054>

- Lattera, P., Nahuelhual, L., Vallejos, M., Berrouet, L., Arroyo Pérez, E., Enrico, L., Jiménez-Sierra, C., Mejía, K., Meli, P., Rincón-Ruiz, A., Salas, D., Špirić, J., Villegas, J. C., & Villegas-Palacio, C. (2019).** Linking inequalities and ecosystem services in Latin America. *Ecosystem Services*, 36, 100875. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2018.12.001>
- Lazaridi, E., Kapazoglou, A., Gerakari, M., Kleftogianni, K., Passa, K., Sarri, E., Papatotiropoulos, V., Tani, E., & Bebeli, P. J. (2024).** Crop landraces and indigenous varieties: A valuable source of genes for plant breeding. *Plants*, 13(6). <https://doi.org/10.3390/plants13060758>
- Leguía, M., Garcia-Glaessner, A., Muñoz-Saavedra, B., Juárez, D., Barrera, P., Calvo-Mac, C., & Lescano, J. (2023).** Highly pathogenic avian influenza A (H5N1) in marine mammals and seabirds in Peru. *Nature Communications*, 14(1), 5489. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-41182-0>
- Lema, D. (2015).** *Crecimiento y productividad total de factores en la agricultura*. Banco Mundial.
- Listman, N. (2023).** *Creciente interés y halagos para el programa mexicano de investigación agropecuaria para su uso en el extranjero*. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://www.cimmyt.org/es/blogs/creciente-interes-y-halagos-para-el-programamexicano-de-investigacion-agropecuaria-para-su-uso-en-el-extranjero/>
- Ludeña, C. E. (2011).** *Agricultural productivity growth, efficiency change and technical progress in Latin America and the Caribbean*. Inter-American Development Bank. <https://doi.org/10.18235/0010939>
- Mancini, M., & Lavarello, P. (2013).** Heterogeneidad estructural: Origen y evolución del concepto frente a los nuevos desafíos en el contexto de la mundialización del capital. *Entrelíneas de la política económica*. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/15655>
- Mandloi, S. R., & Yadav, B. (2024).** Optimizing sustainable agricultural practices: A case study of integrated pest management strategies in farming. *International Journal of Scientific Research in Engineering and Management (IJSREM)*, 8(6).
- Mao, R., Liu, Y., & Wang, X. (2023).** Economic and environmental impacts of agricultural non-tariff measures: Evidence based on ad valorem equivalent estimates. *International Food and Agribusiness Management Review*, 26(3), 379-396. <https://doi.org/10.22434/IFAMR2022.0094>
- MAPA ((Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Brasil)). (2010).** Programa ABC: Agricultura de Baixo Carbono [Política pública de crédito rural orientada a la adopción de prácticas agropecuarias sostenibles en Brasil]. <https://www.gov.br/agricultura/ptbr/assuntos/sustentabilidade/plano-abc>
- Market Data Forecast. (2025).** *Latin America biomass market report*. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://www.marketdataforecast.com/market-reports/latin-americanbiomass-market>
- Market Research Intellect. (2025).** *Perspectiva del mercado de agricultura regenerativa: Participación por producto, aplicación y geografía — análisis 2025*. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://www.marketresearchintellect.com/es/product/regenerativeagriculture-market/>
- Martinez, J., Labarta, R., & Gonzalez, C. (2023).** Impacts of the joint adoption of improved varieties and chemical fertilizers on rice productivity in Bolivia: implications for global food systems. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 7. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2023.1194930>
- Martinez-Baron, D., Grawshold, A., & Prager, S. (2024).** Unpacking scaling in agricultural research for development: The role of social capital. *Journal of Rural Studies*, 108, 103296. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2024.103296>
- McGuire, E., Al-Zu'bi, M., Boa-Alvarado, M., Luu, T. T. G., Silvester, M., & Valencia, E. (2024).** Equity principles: Using social theory for more effective social transformation in agricultural research for development. *Agricultural Systems*, 218, 103999. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2024.103999>
- Melitz, M. J., & Redding, S. J. (2022).** *Trade and innovation*. Harvard University, Princeton University, NBER y CEPR. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://scholar.harvard.edu/files/melitz/files/tradeinnovation9sept2021.pdf>
- Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP), Uruguay. (2025).** Plan Nacional de Bioinsumos. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde [https://medios.presidencia.gub.uy/legal/2025/decretos/02/mgap\\_459.pdf](https://medios.presidencia.gub.uy/legal/2025/decretos/02/mgap_459.pdf)

- Mogues, T., Yu, B., Fan, S., & McBride, L. (2012).** *The impacts of public investment in and for agriculture: Synthesis of the existing evidence* (inf. téc. N.º Working Paper 12-07). FAO. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.288994>
- Montiel. (2021).** *Suelos saludables: La base de los sistemas alimentarios sostenibles en América Latina y el Caribe. Un aporte para los debates en las Américas previos a la Cumbre sobre los Sistemas Alimentarios de las Naciones Unidas 2021.*
- Moran, J., Byrne, D., Carlier, J., Dunford, B., Finn, J. A., Ó hUallacháin, D., & Sullivan, C. A. (2021).** Management of high nature value farmland in the Republic of Ireland: 25 years evolving toward locally adapted results-orientated solutions and payments. *Ecology and Society*, 26(1), 20. <https://doi.org/10.5751/ES-12180-260120>
- Morris, M; Sebastian, AR; Perego, VME; Nash, JD; Diaz-Bonilla, E; Pineiro, V; Laborde, D; Chambers, TT; Prabhala, P; Arias, J; De Salvo, CP; Centurion, ME. (2020).** Future Foodscapes: Re-imagining Agriculture in Latin America and the Caribbean (en línea). Washington, D. C., Estados Unidos de América, World Bank Group. Consultado 30 may. 2025. Disponible en <https://documentos.bancomundial.org/es/publication/documents-reports/documentdetail/159291604953162277>
- Myers, S. S., Zanobetti, A., Kloog, I., Huybers, P., Leakey, A. D. B., Bloom, A. J., Carlisle, E., Dietterich, L. H., Fitzgerald, G., Hasegawa, T., Holbrook, N. M., Nelson, R. L., Ottman, M. J., Raboy, V., Sakai, H., Sartor, K. A., Schwartz, J., Seneweera, S., Tausz, M., & Usui, Y. (2017).** Increasing CO<sub>2</sub> threatens human nutrition. *Nature Climate Change*, 7(12), 834-839. <https://doi.org/10.1038/nclimate3410>
- Namdar-Irani, M., Sotomayor, O., Rodrigues, M., Rodríguez, A., & Wander, P. (2020).** *Tendencias estructurales en la agricultura de América Latina: Desafíos para las políticas públicas* (Serie Recursos Naturales y Desarrollo N.º 201) (LC/TS.2020/156). CEPAL. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/45910/1/S2000720\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/45910/1/S2000720_es.pdf)
- NESsT (Network for Entrepreneurship and Social Transformation). (2024).** *NESsT Annual Report 2023*. NESsT. Consultado el 18 de septiembre de 2025, desde [https://static1.squarespace.com/static/58d072963e00bea07a2ca2da/t/667c18b6d266b13f15f89877/1719408832645/2023+NESsT+Annual+Report-compressed\\_1.pdf](https://static1.squarespace.com/static/58d072963e00bea07a2ca2da/t/667c18b6d266b13f15f89877/1719408832645/2023+NESsT+Annual+Report-compressed_1.pdf)
- Nin Pratt, A., Stads, G., Santos, L. d. L., & Muñoz, G. (2023).** *Desatando la innovación: Evaluación del papel de la I&D agropecuaria en América Latina y el Caribe.* <https://doi.org/10.18235/0005006>
- Nin-Pratt, A., & Falconi, C. (2018).** *The agricultural R&D investment gap in Latin America and the Caribbean* (inf. téc. N.º Discussion Paper 01749). IFPRI. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/92452>
- Nin-Pratt, A., Stads, G.-J., De La Cruz, L., Santos, L., & Muñoz, G. (2023).** *Unlocking innovation: Assessing the role of agricultural R&D in Latin America and the Caribbean.* <https://doi.org/10.18235/0005006>.
- Nin-Pratt, A., & Valdés Conroy, H. (Banco Interamericano de Desarrollo). (2020).** *After the boom: Agriculture in Latin America and the Caribbean*. BID. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://publications.iadb.org/publications/english/document/After-the-Boom-Agriculture-in-Latin-America-and-the-Caribbean.pdf>
- Ocampo, J. A. (2017).** Commodity-led development in Latin America. *International Development Policy*, 9, 51-76. [https://doi.org/10.1163/9789004351677\\_005](https://doi.org/10.1163/9789004351677_005)
- OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos). (2016).** *Innovation, agricultural productivity and sustainability in the United States*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264264120-en>
- OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico). (2019).** *Innovation, productivity and sustainability in food and agriculture: Main findings from country reviews and policy lessons*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/c9c4ec1d-en>
- OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico). (2021).** *Digital opportunities for sanitary and phytosanitary (SPS) systems and the trade facilitation effects of SPS electronic certification* (N.º 152). Paris, OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/cbb7d0f6-en>
- OCDE et al. (2023).** *Latin American economic outlook 2023: Investing in sustainable development*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/8c93ff6e-en>
- OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico). (2024a).** *The challenge of measuring and achieving sustainable agricultural productivity growth*. OECD Policy Briefs, No. 6, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/1c17e895-en>

**OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico). (2024b).** *Sustainable agricultural productivity to address food systems challenges*. OECD Publishing. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/networks/network-on-agricultural-total-factor-productivity-and-the-environment/sustainable-agricultural-productivity-to-address-food-systems-challenges.pdf>

**OCDE & FAO. (2023).** *OECD-FAO agricultural outlook 2023–2032*. <https://doi.org/10.1787/08801ab7-en>

**OCDE & FAO. (2024a).** *OCDE-FAO Perspectivas agrícolas 2024–2033*. <https://doi.org/10.1787/2b0c9d81-es>

**OCDE & FAO. (2024b).** *OECD-FAO agricultural outlook 2024–2033*. <https://doi.org/10.1787/4c5d2cfb-en>

**OIT (Organización Internacional del Trabajo). (2025).** *ILOSTAT: Base de datos estadística*. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://ilostat.ilo.org/>

**Oliveira, R. C. D., & Silva, R. D. D. S. E. (2023).** Artificial intelligence in agriculture: Benefits, challenges, and trends. *Applied Sciences*, 13(13), 7405. <https://doi.org/10.3390/app13137405>

**OMC (Organización Mundial del Comercio). (2024).** *Overview of developments in the international trading environment*. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://www.wto.org/>

**OMS (Organización Mundial de la Salud). (2025).** *Estimaciones de la carga de enfermedades transmitidas por alimentos*. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://www.who.int/activities/estimating-the-burden-of-foodborne-diseases>

**ONU (Organización de las Naciones Unidas). (2023).** *Making food systems work for people and planet: Report of the Secretary-General*. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde [https://www.unfoodsystemshub.org/docs/unfoodsystemslibraries/stocktaking-moment/un-secretary-general/sgreport\\_en\\_rgb\\_updated\\_compressed.pdf?sfvrsn=560b6fa6\\_33](https://www.unfoodsystemshub.org/docs/unfoodsystemslibraries/stocktaking-moment/un-secretary-general/sgreport_en_rgb_updated_compressed.pdf?sfvrsn=560b6fa6_33)

**OPSAa (Observatorio de Políticas Públicas para Sistemas Agroalimentarios, IICA). (2023).** *Sobre las 4R: Alimentar el suelo es el primer paso para alimentarnos a todos*. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde [https://opsaa.iica.int/es/resource-820-sobre-las-4r:alimentar-el-suelo-es-el-primer-paso-para-alimentarnos-a-todos-\(en\)](https://opsaa.iica.int/es/resource-820-sobre-las-4r:alimentar-el-suelo-es-el-primer-paso-para-alimentarnos-a-todos-(en))

**OPSAa (Observatorio de Políticas Públicas para Sistemas Agroalimentarios). (2025a).** *Agregación de valor en origen*. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://opsaa.iica.int/es/dimensions-area?thematic-area=66>

**OPSAa (Observatorio de Políticas Públicas para Sistemas Agroalimentarios, IICA). (2025b).** *Bioinsumos*. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://opsaa.iica.int/es/dimensions-area?thematic-area=64>

**Ordoñez, J. C., & H., J. (2005).** *El sistema “Quesungual”: Agroforestería y manejo de suelos para la producción de maíz y frijol en laderas* (inf. téc. N.o Working paper No. 280). ICRAF. Lima. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/2d2f542b-5cfd-4d1f-bc00-50e24f1b7db2/content>

**Pairwise. (2025).** *Colaboraciones y productos*. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://www.pairwise.com/es/colaboraciones-y-productos>

**Parikoglou, I., Emvalomatis, G., Läpple, D., Thorne, F., & Wallace, M. (2024).** The contribution of innovation to farm-level productivity. *Journal of Productivity Analysis*, 62(2), 239-255. <https://doi.org/10.1007/s11123-024-00728-0>

**Perego, V., Brown, M., Ceballos, F., Hernandez, M., Berrospi, M. L., Flores, L., & Mora, E. (2024).** *International prices and food security: An analysis of food and fertilizer price transmission in Central America*. Banco Mundial. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <http://hdl.handle.net/10986/41665>

**Pérez, I. M. (2025).** *Regenerative grazing and its impact on the water cycle in semi-arid environments*. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://www.nuffieldscholar.org/sites/default/files/2025-06/MOLINA%2C%20I%20FINAL.pdf>

**Piessens, J., & Thirtle, C. (2010).** Agricultural R&D, technology and productivity. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 365, 3035-3047. <https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0140>

**Piñeiro, V., Arias, J., Dürr, J., et al. (2020).** A scoping review on incentives for adoption of sustainable agricultural practices and their outcomes. *Nature Sustainability*, 3, 809-820. <https://doi.org/10.1038/s41893-020-00617-y>

- Plex Sula, A., De Col, V., Etherton, B., Xing, Y., Agarwal, A., Ramié, L., Bonaiuti, E., Friedmann, M., Proietti, C., Thiele, G., & Garrett, K. (2024).** What traits of collaboration networks are associated with project success? The case of two CGIAR agricultural research programs for development. *Agricultural Systems*, 219, 104103. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2024.104103>
- Porras, I., & Chacón-Cascante, A. (2013).** *Learning from 20 years of payments for ecosystem services in Costa Rica*. IIED. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://www.iied.org/16540iied>
- Prana Air. (2021, noviembre).** *Efectos de la contaminación del aire en plantas y animales*. Consultado en marzo de 2025, desde <https://www.pranaair.com/es/blog/effect-of-airpollution-on-plants-and-animals/>
- Precedence Research. (2025).** *Biofertilizers market size, share, and trends 2025 to 2034*. Consultado en septiembre de 2025, desde <https://www.precedenceresearch.com/biofertilizersmarket>
- Pretty, J., & Bharucha, Z. P. (2015).** Integrated pest management for sustainable intensification of agriculture in Asia and Africa. *Insects*, 6(1), 152-182. <https://doi.org/10.3390/insects6010152>
- PROYDE (Promoción y Desarrollo). (s.f.).** *Comercio justo y consumo responsable*. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://proyde.org/comercio-justo-y-consumo-responsable/>
- Punthakey, J. (2020).** *Foreign direct investment and trade in agro-food global value chains* (N.o 142). Paris, OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/993f0fdc-en>
- Ramírez, D., & Almaraz, V. M. (2025).** El control biológico: una herramienta en el manejo de plagas agrícolas. *Revista de Ciencias Agroalimentarias y Biotecnología*, 2(1).
- Ramos, Á. (2019).** *Estado de las políticas diferenciadas para la agricultura familiar campesina e indígena en siete países de América Latina*. COPROFAM. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://coprofam.org/wp-content/uploads/2019/06/Compilaci%C3%B3nde-los-estudios-compactado.pdf>
- RAP-AL Uruguay. (2025).** *Los cultivos transgénicos en América Latina: Balance 2024*. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://www.rapaluruguay.org/articulospublicaciones/transgenicos-info-critica-general/los-cultivos-transgenicos-en-americalatina-balance-2024/>
- Reardon, T., Barrett, C. B., Berdegué, J. A., & Swinnen, J. F. M. (2009).** Agrifood industry transformation and small farmers in developing countries. *World Development*, 37(11), 1717-1727. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2008.08.023>
- Riveros, H., & Chazarin, F. (2025).** *Nota conceptual de la línea de acción negocios verdes y bioeconomía circular a partir de la valorización de atributos de calidad vinculados con el origen de la acción colectiva “Valor en origen y vinculación sostenible de la agricultura familiar a mercados dinámicos”*, IICA.
- Riveros, H., & Heinrichs, W. (2025).** *Nota conceptual de la línea de acción articulación con cadenas de valor – alianzas productivas de la acción colectiva “Valor en origen y vinculación sostenible de la agricultura familiar a mercados dinámicos”*, IICA.
- Riveros, H., & Jaramillo, C. L. (2025a).** *Conceptos y términos sobre agregación de valor y vinculación de la agricultura familiar con los mercados*. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://hdl.handle.net/11324/23573>
- Riveros, H., & Jaramillo, C. L. (2025b).** *Nota conceptual de la línea de acción articulación de la agricultura familiar con mercados a partir de la valorización de atributos de calidad vinculados con el origen de la acción colectiva “Valor en origen y vinculación sostenible de la agricultura familiar a mercados dinámicos”*, IICA.
- Rocha, P. (2015).** Nano-biotecnología y sus potenciales aplicaciones en agricultura. En C. Lárez Velásquez, S. Koteich & F. López (Eds.), *Nanopartículas: fundamentos y aplicaciones*. Universidad de los Andes.
- Rodrigues, M., & Mondaini, A. (2024).** Digitalización del sector agropecuario en América Latina y el Caribe: Brechas y políticas públicas. En J.-F. Le Coq, F. Goulet, F. Bert, J. Van Loon & D. Martínez-Baron (Eds.), *Transición digital en agricultura y políticas públicas en América Latina*. E-papers. <https://doi.org/10.48207/9786587065878>

**Rogozinski, J., & Ramírez Moncada, N. (2021).** *An approach to the design of financial instruments for food system projects* (LAC Working Paper N.o 19). IFPRI. <https://doi.org/10.2499/p15738coll2.134434>

**Romero, L., & Báez, L. (2013).** *La extensión rural como parte de un sistema de innovación* (Nota de política). RELASER. Consultado el 2 de septiembre de 2025, desde <https://relaser.org/index.php/documentos/repositorio-de-documentos/la-extension-ruralcomo-parte-de-un-sistema-de-innovacion/download>

**Roop, R., & St. Martin, C. C. (2021).** Building climate resilience of smallholder family farms by implementing integrated soil and water management strategies in Trinidad and Tobago. En *Handbook of climate change management: Research, leadership, transformation* (pp. 3711-3739). Springer International Publishing.

**Rosado-May, F. J., et al. (2025).** Constructing an Indigenous knowledge approach to agroecology and regenerative agriculture: The case of Yucatec Maya. *Elementa: Science of the Anthropocene*, 13, 1. <https://doi.org/10.1525/elementa.2023.00121>

**Rotz, S., Duncan, E., Small, M., Botschner, J., Dara, R., Mosby, I., Reed, M., & Fraser, E. D. G. (2019).** The politics of digital agricultural technologies: A preliminary review. *Sociologia Ruralis*, 59(2), 203-229. <https://doi.org/10.1111/soru.12233>

**Rynan Agriculture. (2024).** *Exploring integrated pest management for sustainable agriculture*. Consultado en agosto de 2025, desde <https://rynanagriculture.com/news-blogs/exploringintegrated-pest-management-for-sustainable-agriculture>

**Salazar, L., Tadeo, D., & Álvarez, L. (2024).** *Agricultural productivity in the Latin America and Caribbean region (1961–2021)*. BID. <http://dx.doi.org/10.18235/0013335>

**Salazar, O., Chinchilla, C., De los Santos Villalobos, S., Morales, M. S., Benavides, L., Berriel, V., Cardoso, R., Chavarría, E., dos Anjos, R. M., González, A. L., & Nario, A. (2022).** Water consumption by agriculture in Latin America and the Caribbean: Impact of climate change and applications of nuclear and isotopic techniques. *Ciencia e Investigación Agraria*, 49(1), 1-21.

**Salazar-Xirinachs, J. M. (2020).** Cluster-based policies: What have we learned. En A. Oqubay & J. Y. Lin (Eds.), *The Oxford handbook of industrial hubs and economic development*. Oxford University Press.

**Schneider, S. (2016).** *Family farming in Latin America and the Caribbean: Looking for new paths of rural development and food security* (Working Paper N.o 137). International Policy Centre for Inclusive Growth. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/173794/1/869815253.pdf>

**Schnepf, R., Dohlman, E., & Bolling, C. (2001).** *Agriculture in Brazil and Argentina: Developments and prospects for major field crops*. USDA Economic Research Service. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde [https://ers.usda.gov/sites/default/files/\\_laserfiche/outlooks/40339/15081\\_wrs013\\_1\\_.pdf](https://ers.usda.gov/sites/default/files/_laserfiche/outlooks/40339/15081_wrs013_1_.pdf)

**SENASICA (Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria). (2023).** *Programas de control biológico en horticultura mexicana: Reducción de pesticidas y mejora de calidad*.

**Shahab, H., Naeem, M., Iqbal, M., Aqeel, M., & Ullah, S. S. (2025).** IoT-driven smart agricultural technology for real-time soil and crop optimization. *Smart Agricultural Technology*, 10, 100847. <https://doi.org/10.1016/j.atech.2025.100847>

**SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). (2021).** *Anuarios estadísticos de producción agrícola y financiamiento*. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde [https://nube.agricultura.gob.mx/cierre\\_agricola/](https://nube.agricultura.gob.mx/cierre_agricola/)

**Singh, R. K., Sreenivasulu, N., & Prasad, M. (2022).** Potential of underutilized crops to introduce nutritional diversity and achieve zero hunger. *Functional and Integrative Genomics*, 22(6), 1459-1465. <https://doi.org/10.1007/s10142-022-00898-w>

**Somarriba, E., Villalobos, M., Díaz, M., et al. (2022).** Carbon storage and sequestration in traditional and improved agroforestry systems in Central America. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 325, 107118. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107118>

**Sotomayor, O., Rodrigues, M., Rodríguez, A., Wander, P., & Sánchez, J. (2023).** *Gobernanzas multiactor y multinivel para las políticas de desarrollo productivo en agrocadenas y territorios rurales* (inf. téc.). CEPAL. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://www.cepal.org/es/publicaciones/68707-gobernanzas-multiactor-multinivelpolicas-desarrollo-productivo-agrocadenas>

**Stads, G.-J., Beintema, N., Flaherty, K., & Falconi, C. (2016).** *Agricultural research in Latin America and the Caribbean: A cross-country analysis of institutions, investment, and capacities*. IFPRI; BID. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://hdl.handle.net/10568/75686>

**Starobinsky, G., Monzón, J., & Braude, H. (2022).** *Bioinsumos para la agricultura que demandan esfuerzos de investigación y desarrollo: Capacidades existentes y estrategia de política pública para impulsar su desarrollo en Argentina* (inf. téc. N.º Documento de Trabajo CCE N.º 17). Ministerio de Desarrollo Productivo de la Nación, Argentina. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde [https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2021/03/dt\\_17\\_-\\_bioinsumos.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2021/03/dt_17_-_bioinsumos.pdf)

**STDF (Servicio para el Desarrollo del Comercio y las Normas). (2024).** *Enhancing multilateral veterinary certification in Latin America and the Caribbean (STDF/PG/856)*. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://standardsfacility.org/es/PG-856>

**Steenland, A., & Zeigler, M. (2021).** Productivity in agriculture for a sustainable future. En H. Campos (Ed.), *The innovation revolution in agriculture* (pp. 33-69). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-50991-0\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-030-50991-0_2)

**Tab-eam, R., Lata, P., & Thawornsujaritkul, T. (2024).** Guidelines for future agricultural technology development to increase productivity in the agricultural sector. *Journal of Infrastructure, Policy and Development*, 8(7), 5180. <https://doi.org/10.24294/jipd.v8i7.5180>

**Tejeda, A., Rossi, S., Nicolás, J., & Trigo, E. (2021).** *Twenty-five years of GM crops in Argentine agriculture*. Bolsa de Cereales. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde [https://bioteclatam.com/bibliografia/13\\_ogm\\_25\\_anios-30-06-2021\\_en.pdf](https://bioteclatam.com/bibliografia/13_ogm_25_anios-30-06-2021_en.pdf)

**The Institute of Development Leadership Dialogue. (2025).** *EMBRAPA's tropical revolution: How state-led agricultural research and innovation helped Brazil become an agricultural superpower*. SOAS University of London. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://www.soas.ac.uk/sites/default/files/2025-07/SOAS%20DL%20Embrapa%20case%20study.pdf>

**Thornton, P., Schuetz, T., Förch, W., Cramer, L., Abreu, D., Vermeulen, S., & Campbell, B. (2017).** Responding to global change: A theory of change approach to making agricultural research for development outcome-based. *Agricultural Systems*, 152, 145-153. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.01.005>

**Tiwari, A. K. (2024).** IPM essentials: Combining biology, ecology, and agriculture for sustainable pest control. *Journal of Advances in Biology & Biotechnology*, 27, 39-47. <https://doi.org/10.9734/jabb/2024/v27i2697>

**Torrado, R., & Catullo, J. (2017).** Extensión rural y enfoque territorial: aprendiendo en la acción con otros. *Revista de la Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de La Plata*, 116(Número especial), 19-27.

**Torroba, A. (2021).** *Biocombustibles líquidos: Institucionalidad y formulación de políticas públicas*. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://hdl.handle.net/11324/18566>

**Torroba, A., & Chiara, A. (2024).** *Atlas de los biocombustibles líquidos 2023–2024*. IICA. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://hdl.handle.net/11324/23050>

**Torroba, A., & Chiara, A. (2025).** *Cerrando las brechas de rendimiento agrícola: Una alternativa clave y sostenible en la oferta de biocombustibles líquidos. La agricultura como recurso ambiental*. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://hdl.handle.net/11324/23566>

**Trigo, E., Falck-Zepeda, J., & Falconi, C. (2011).** *Biotecnología agropecuaria para el desarrollo en América Latina: Oportunidades y retos*. BID/FAO. <https://doi.org/10.18235/0012110>

**Trivelli, C. (2022).** *Más y mejores servicios rurales a partir de las nuevas tecnologías* (N.º 38). Santiago de Chile, FAO.

**Tropic Biosciences. (2025).** *Banana*. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://tropic.bio/banana/>

**UNCTAD (Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo). (2024).** *Trade and development report 2024: Rethinking development in the age of discontent*. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://unctad.org/publication/trade-and-developmentreport-2024>

**UNEP (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente). (2022).** *Environmental impacts of climate change on soil and water*. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://www.unep.org>

**UNFCCC (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático). (2015).** *Paris Agreement* (Adopted at COP21, Paris). Consultado el 25 de febrero de 2026, desde [https://unfccc.int/sites/default/files/english\\_paris\\_agreement.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf)

**UPRA (Unidad de Planificación Rural Agropecuaria). (2021).** *Plan Nacional de Ordenamiento Productivo de la Agricultura*. Bogotá.

**Urugo, M. M., Yohannis, E., Teka, T., Gemede, H., Tola, Y., Forsido, S., Tessema, A., Suraj, M., Abdu, J. (2024).** Addressing postharvest losses through agro-processing. *Sustainable Futures*. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666154324003533>

**USDA (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos). (2025).** *International agricultural productivity (IAP) dataset*. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://www.ers.usda.gov/data-products/international-agricultural-productivity/>

**Van Lenteren, J. C., Bolckmans, K., Köhl, J., Ravensberg, W. J., & Urbaneja, A. (2018).** Biological control using invertebrates and microorganisms: Plenty of new opportunities. *BioControl*, 63, 39-59. <https://doi.org/10.1007/s10526-017-9801-4>

**Van Lenteren, J. C., & Cock, M. J. W. (2020).** *The uptake of biological control in Latin America and the Caribbean*. CABI. <https://doi.org/10.1079/9781789242430.0473>

**Vitón, R., Castillo, A., & Lopes-Teixeira. (2019).** *Agtech: Mapa de la innovación agtech en América Latina y el Caribe*. BID Lab. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://publications.iadb.org/en/agtech-agtech-innovation-map-latin-america-and-caribbean>

**Wang, N., Zhang, T., Li, Y., Cong, A., Lian, J., & Feng, K. (2025).** Integrated application of fertilization increased maize (*Zea mays* L.) yield by improving soil quality, particularly under limited water conditions in a semi-arid sandy area. *Agricultural Water Management*, 309, 109334. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2025.109334>

**Wilson, M. G. (2017).** *Manual de indicadores de calidad del suelo para las ecorregiones de Argentina*. Ediciones INTA. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde [https://www.researchgate.net/profile/Marcelo-Wilson/publication/322231691\\_Manual\\_de\\_Indicadores\\_de\\_Calidad\\_del\\_Suelo\\_para\\_las\\_ecorregiones\\_de\\_Argentina/links/5a4cee32458515a6bc6da940/Manual-de-Indicadores-de-Calidad-del-Suelo-paralas-ecorregiones-de-Arg](https://www.researchgate.net/profile/Marcelo-Wilson/publication/322231691_Manual_de_Indicadores_de_Calidad_del_Suelo_para_las_ecorregiones_de_Argentina/links/5a4cee32458515a6bc6da940/Manual-de-Indicadores-de-Calidad-del-Suelo-paralas-ecorregiones-de-Arg)

**WMO (Organización Mundial Meteorológica). (2022).** *State of the climate in Latin America and the Caribbean 2021* (WMO-No. N.o 1295). <https://doi.org/10.25607/OBP-2967>

**Woodhill, J., Kishore, A., Njuki, J., Jones, K., & Hasnain, S. (2022).** Food systems and rural wellbeing: Challenges and opportunities. *Food Security*, 14(5), 1099-1121. <https://doi.org/10.1007/s12571-021-01217-0>

**Zhang, A., Liu, Y., Wang, F., Kong, D., Bi, J., Zhang, F., Luo, X., Wang, J., Liu, G., Luo, L., & Yu, X. (2022).** Molecular breeding of water-saving and drought-resistant rice for blast and bacterial blight resistance. *Plants*, 11(19). <https://doi.org/10.3390/plants11192641>

**Zhou, X., Yang, C., Yesmin, S., Islam, M. A., & Sarkar, A. (2023).** Bibliometric analysis of integrated pest management practices. *Horticulturae*, 9(8). <https://doi.org/10.3390/horticulturae9080852>

**Ziegler, S. (2021).** *Habilidades digitales en la ruralidad: Un imperativo para reducir brechas en América Latina y el Caribe*. BID/IICA/Microsoft. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://hdl.handle.net/11324/14462>

**Ziegler, S., Arias Segura, J., & Bosio, M. (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura; Banco Interamericano de Desarrollo). (2020).** *Conectividad rural en América Latina y el Caribe: Un puente al desarrollo sostenible en tiempos de pandemia*. IICA; BID; Microsoft. Consultado el 25 de febrero de 2026, desde <https://hdl.handle.net/11324/12896>





NACIONES UNIDAS

CEPAL



Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura



BANCO DE DESARROLLO DE AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

