



PRODUCTIVIDAD RURAL

La tierra, alimentando el mundo para nutrir a Colombia

LA TIERRA, ALIMENTANDO EL MUNDO PARA NUTRIR A COLOMBIA

1

RETOS DE LA AGRICULTURA Y LOS SISTEMAS AGROALIMENTARIOS

2

¿QUÉ PODEMOS HACER?

3

EL DESARROLLO DE LA ALTILLANURA: UNA OPORTUNIDAD PARA MATERIALIZAR

4

SÍNTESIS DE RECOMENDACIONES

5

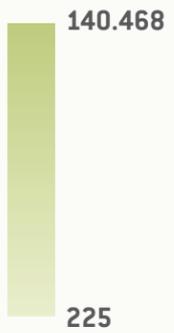
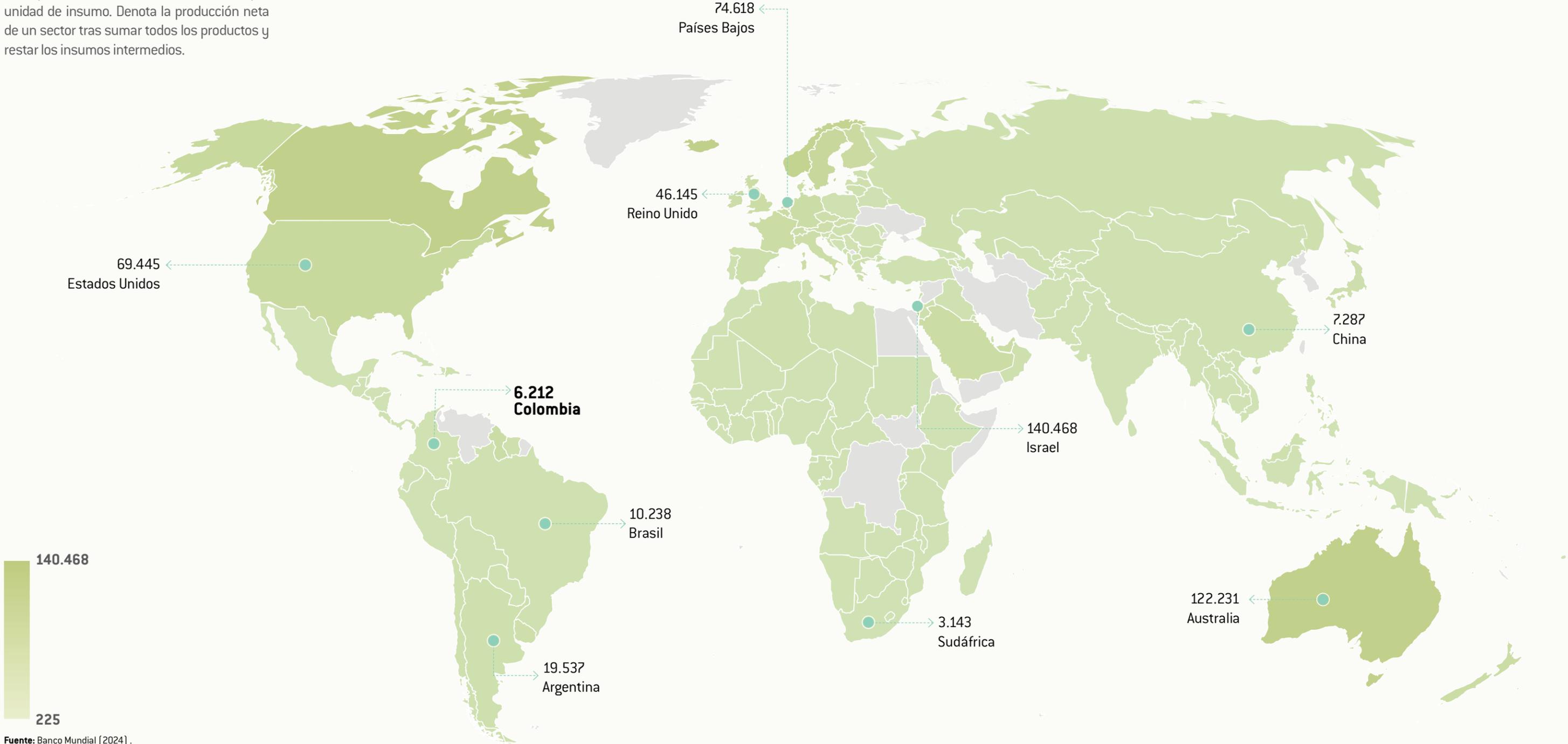
REFERENCIAS

6

Concepto de agricultor inteligente usando smartphone en jardín de habas mung con puesta de sol de brillantes, aplicación de tecnología moderna en la actividad de cultivo agrícola

VALOR AGREGADO POR TRABAJADOR AGRARIO (PRECIOS CONSTANTES 2015 USD)

El valor añadido por trabajador es una medida de la productividad laboral: valor añadido por unidad de insumo. Denota la producción neta de un sector tras sumar todos los productos y restar los insumos intermedios.



Fuente: Banco Mundial (2024).



PERFIL DE COLOMBIA EN MATERIA DE PRODUCTIVIDAD RURAL

Indicador	Valor Colombia	Ranking en América Latina	Mejor país en América Latina (Valor)	Promedio OCDE (Valor)	Fuente
Agricultura, valor agregado (% del PIB)	7,3	7	Nicaragua (15,48)	1,96	Banco Mundial
Valor agregado por trabajador (USD 2015 constante)	5.687,9	8	Uruguay (23.852,23)	42.145,99	FAO
Índice de producción animal (2004-2006 = 100)	107,1	10	Nicaragua (140,63)	105,10	Banco Mundial
Índice de producción de alimentos (2004-2006 = 100)	103	13	Nicaragua (131,55)	103,38	Banco Mundial
Rendimiento de los cereales (kg por hectárea)	5.082,9	4	Chile (6.247,80)	5.622,88	Banco Mundial
Población rural (% de la población total)	18,2	12	Guatemala (47,76)	21,19	Banco Mundial
Empleados en agricultura, mujeres (% del empleo femenino)	6,6	9	Bolivia (30,31)	3,25	Banco Mundial
Empleados en agricultura, hombres (% del empleo masculino)	22,3	9	Nicaragua (44,65)	6,26	Banco Mundial
Consumo de fertilizantes (kilogramos por hectárea de tierras cultivables)	256,5	6	Costa Rica (656,49)	267,58	Banco Mundial
Tierras agrícolas (% del área de tierra)	44,6	6	Uruguay (80,08)	38,66	Banco Mundial
Tierras destinadas al cultivo de manera permanente (% del área de tierra)	3,4	6	(11,04)	1,98	Banco Mundial
Área selvática (% del área de tierra)	53,3	6	Costa Rica (59,44)	36,02	Banco Mundial



LA TIERRA, ALIMENTANDO EL MUNDO PARA NUTRIR A COLOMBIA

Como especie, nos encontramos en un punto de inflexión paradójico. Hemos logrado conquistas que podrían ubicarnos en el momento de mayor bienestar de nuestra historia: aumentamos ostensiblemente la esperanza de vida; millones de personas han salido de la pobreza y accedido a los mercados; interconectamos al mundo y lo comprendemos mejor a partir de cantidades masivas de datos e información; hemos vencido muchas de las más amenazantes enfermedades que otrora nos habrían llevado al borde del colapso, y la tecnología avanza exponencialmente en nuevos desarrollos. No obstante, estos logros se han alcanzado a partir de un alto costo ambiental que ha conducido a la pérdida de la biodiversidad¹, la degradación de los recursos naturales y una variabilidad climática con fenómenos extremos que amenazan gran parte de la vida en el planeta y nuestros sistemas sociales y económicos.

Esta paradoja se replica en los sistemas agroalimentarios: la producción agrícola mundial se ha multiplicado por cuatro en los últimos 50 años, al tiempo que la productividad total de los factores (PTF) se ha duplicado en el mismo periodo [Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2023]. Como consecuencia, los avances en la agricultura han mejorado la nutrición, permitiendo a más personas acceder a alimentos, diversificar su dieta y mejorar sus condiciones de vida, al tiempo que generan ingresos a más de 1,2 billones de personas [Davis *et al.*, 2023]. Paralelamente, el sistema agroalimentario es responsable de una tercera parte de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) a nivel mundial [Crippa *et al.*, 2021], siendo la actividad agrícola la principal responsable de contaminación hídrica (eutrofización), degradación de suelos y pérdida de bosques y biodiversidad.

Nota para esta edición

El *Informe nacional de competitividad 2024-2025* pone el foco sobre los retos y las oportunidades que se avecinan al futuro en un mundo cambiante, marcado por tres tendencias de cambio: demográfico, tecnológico y climático. En este sentido, este capítulo parte de reconocer los desafíos que enfrenta la ruralidad, y especialmente el sector agropecuario, frente a estos cambios, para así proponer soluciones orientadas a un mejor futuro de la productividad rural en Colombia.

Si miramos hacia el futuro, el panorama podría ser tan negativo como optimista, y dependerá de lo que hoy hagamos con el sistema agroalimentario. Aunque no podemos prever con certeza el devenir de tales sistemas y la productividad rural, podemos estar seguros de tres grandes cambios que inciden en su desarrollo: el climático, el tecnológico y el demográfico.

En poco tiempo se agotará el bono demográfico, lo que profundizará el déficit de talento humano en el campo. A su vez, la adopción y el desarrollo de tecnologías siguen siendo escasos en gran parte de las áreas rurales, y el uso intensivo de agroinsumos tóxicos, junto con la deforestación y la ineficiencia en el uso de la tierra, acentuarán los impactos ambientales de la agricultura. Ante esta realidad surge entonces la pregunta: ¿cómo convertir estos desafíos en oportunidades para el país?

Esta interrogante, central en el *Informe Nacional de Competitividad (INC) 2024-2025* (ver separata especial), se aborda en el ámbito de la productividad rural con la premisa de que, a pesar de los retos, es posible alcanzar una agricultura sostenible, eficiente y competitiva que permita alimentar a Colombia y al mundo, mejorar las condiciones de vida de las personas que habitan la ruralidad, contribuir al desarrollo económico del país y sus regiones, y promover la conservación y recuperación de la biodiversidad, los ecosistemas y el suelo. Así, el capítulo se divide en tres grandes secciones: en la primera parte abordamos a manera de diagnóstico los retos de la agricultura en Colombia y el mundo; en la segunda exploramos las oportunidades sobre las que podemos apalancar el desarrollo futuro; y en la sección final presentamos la posibilidad de materializar estas oportunidades en la región de la altillanura.

No obstante, adoptar este enfoque no implica renunciar a las condiciones estructurales e históricas que se deben superar para alcanzar el desarrollo esperado. En versiones previas del capítulo se ha enfatizado en la necesidad de la provisión de bienes públicos, así como incentivos y un andamiaje institucional que promueva la cooperación pública con el sector productivo para alcanzar una mayor productividad del campo y, en consecuencia, un mayor bienestar para sus habitantes y la competitividad del país.

1. En los últimos 50.000 años la biomasa de mamíferos en el mundo se ha reducido 85 % [Ritchie, 2022].



2

RETOS DE LA AGRICULTURA Y LOS SISTEMAS AGROALIMENTARIOS

NECESITAMOS UN ENFOQUE INTEGRAL

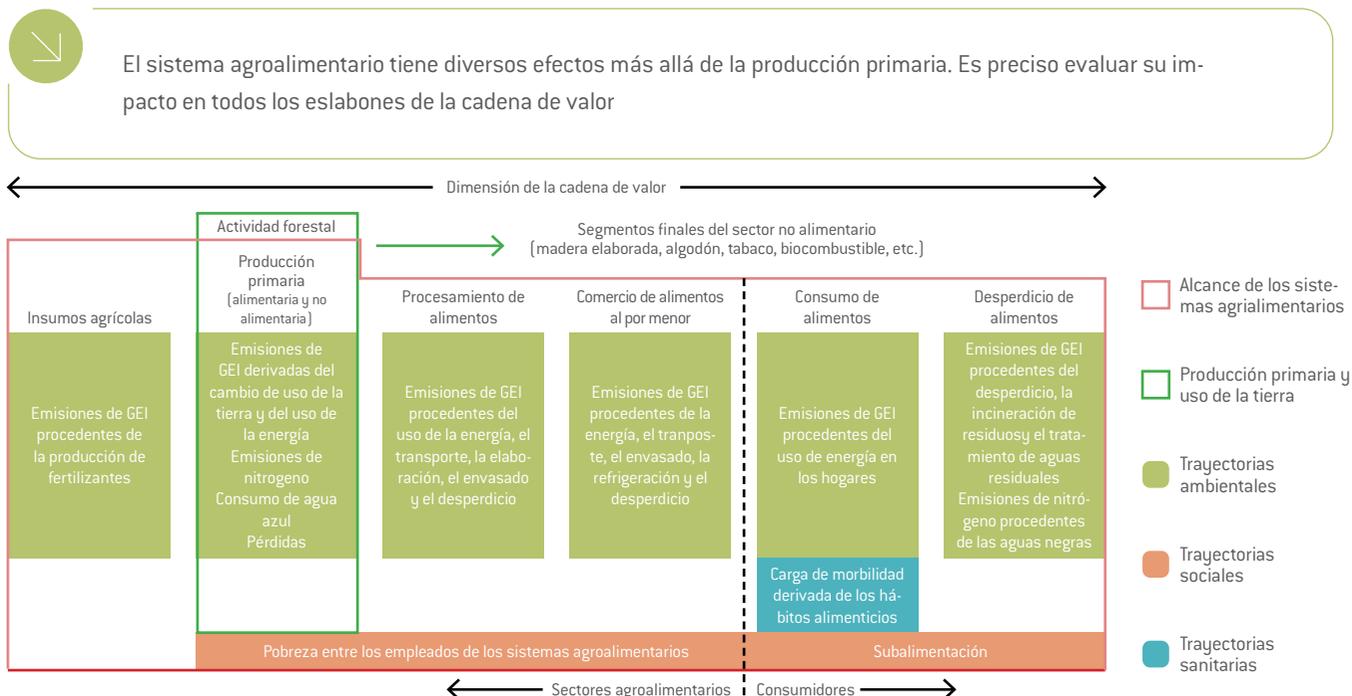
A nivel mundial, la agricultura representa cerca del 4 % del producto interno bruto (PIB), emplea al 27 % de la población (Our World in Data [OWID], 2023a, 2023b) y produce la mayoría de los alimentos de consumo humano y animal. En Colombia, esta actividad representa el 63 % de las actividades rurales y ocupa a más del 62 % de la población rural (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [OCDE], 2022; Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE], 2023). En consecuencia, es entendible que se suele hacer énfasis en la producción agropecuaria como eje fundamental para entender el desarrollo y la productividad rural.

Sin embargo, es crucial avanzar hacia enfoques holísticos que permitan observar las distintas dimensiones y componentes del sector agrícola, con el fin de comprender sus interacciones y mejorar la toma de decisiones². En este sentido, el sistema agroalimentario constituye un punto de partida pertinente para el análisis. Este se define como una red compleja de actividades, procesos y actores implicados en la

producción, la transformación, la distribución, el consumo y la eliminación de productos alimentarios. Abarca todas las etapas: desde los insumos para la producción agrícola hasta el consumo de alimentos y la gestión de residuos, incluyendo diversos actores como agricultores, minoristas y consumidores, entre otros agentes implicados en la cadena de suministro alimentario (Ericksen, 2007).

Abordar las problemáticas desde el sistema agroalimentario resulta especialmente relevante de cara al futuro. Si queremos lograr una agricultura sostenible y eficiente, resulta imprescindible observar sus impactos, no solo en la producción misma de alimentos, sino a lo largo de la cadena de suministro. De igual modo, es importante considerar los impactos más allá de la producción primaria, teniendo presente que no se limitan exclusivamente a la dimensión ambiental, sino que se acompañan de costos ocultos sobre la salud, la nutrición, el desarrollo económico, la desigualdad y la superación de la pobreza (Ilustración 1).

Ilustración 1. Etapas y trayectorias de los sistemas agroalimentarios a lo largo de las cuales se manifiestan los costos.



Fuente: FAO (2023).

2. En el capítulo *Productividad rural* del INC 2023 abordamos la importancia de ampliar el concepto de ruralidad, comprendiendo las multifuncionalidades y su relación interdependiente con los sistemas de ciudades (Consejo Privado de Competitividad [CPC], 2023).



RETOS AMBIENTALES

Para cumplir con el Acuerdo de París y limitar el aumento de la temperatura a 1,5 °C o 2°C por encima de los niveles preindustriales, es necesario alcanzar cero emisiones netas de GEI alrededor del año 2050 (Kalra *et al.*, 2023). Sin embargo, en 2015 las emisiones globales del sistema alimentario ascendieron a 18 gigatoneladas de CO₂ equivalente (GtCO₂e), lo que representa el 34 % de las emisiones totales de GEI a nivel mundial. De estas, la mayor contribución proviene de la agricultura y de las actividades de uso de la tierra (71 %), y el resto, del funcionamiento de la cadena de suministro: comercio, transporte, consumo, producción de combustible, gestión de residuos, procesos industriales y envasado (Crippa *et al.*, 2021).

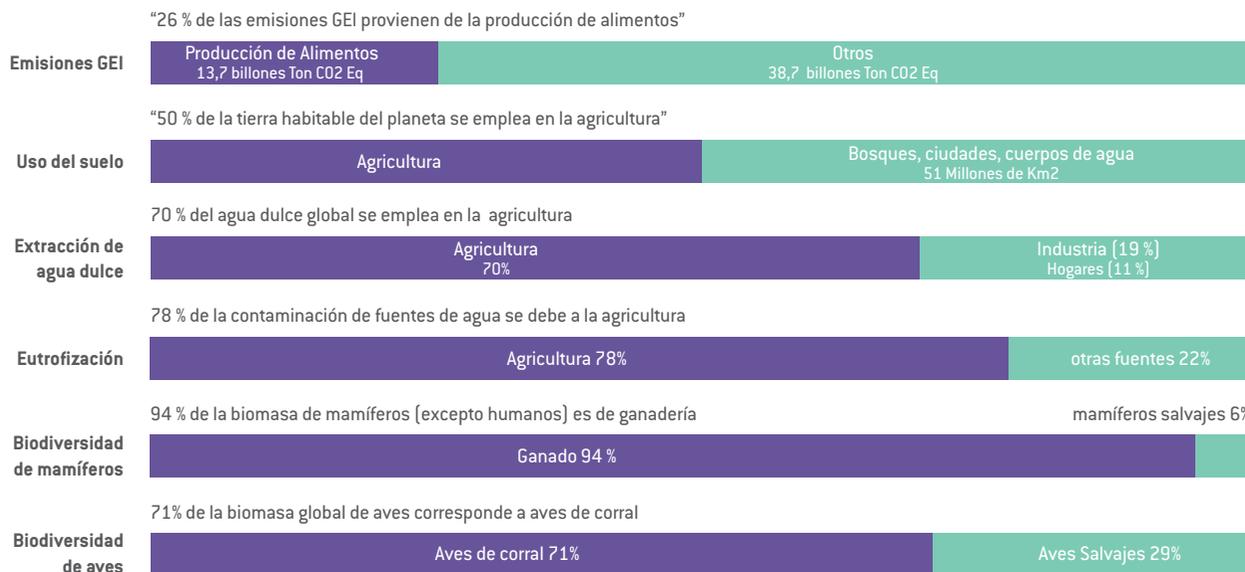
Si no hacemos un cambio, el panorama es desalentador: se espera que las emisiones de GEI a nivel mundial se incrementen en un 7,6 % durante la próxima década; por su parte, la producción agropecuaria incrementaría sus emisiones en 12,8 % (OCDE y FAO, 2023). A nivel regional, si mantenemos el mismo sistema de producción, las

emisiones aumentarían en América Latina y el Caribe en casi 70 %, pasando de 4,1 GtCO₂e en 2020 a 6,9 GtCO₂e en 2050 (Kalra *et al.*, 2023). De hecho, si mantenemos la producción de alimentos tal como hoy se está haciendo, este único sector consumiría el 96 % del presupuesto total de emisiones que podríamos permitirnos al año 2100 para cumplir con la meta de 2 °C (Clark *et al.*, 2020).

Sin embargo, los impactos ambientales de la agricultura no se limitan a las emisiones de GEI (Ilustración 2). La producción de alimentos ejerce una enorme presión sobre la biodiversidad, el agua y el suelo. El 70 % del agua potable es usada en agricultura, actividad que a su vez es la principal responsable de la contaminación de ríos y océanos, contribuyendo con el 78 % de la eutrofización³ (Ritchie *et al.*, 2022). Paralelamente, la producción agropecuaria es la principal responsable del agotamiento y erosión de los suelos, así como el cambio en sus usos, convirtiendo ecosistemas críticos para la captura de carbono en tierras para el cultivo y pastoreo.

Ilustración 2. Impactos ambientales del sistema agroalimentario en el mundo, 2022

La producción de alimentos es responsable de impactos ambientales como la pérdida de biodiversidad, cambio en el uso del suelo, uso de agua potable y emisiones de GEI.



Fuente: Ritchie *et al.* (2022).

3. La eutrofización describe la acumulación de un exceso de nutrientes, como nitrógeno y fósforo, en una masa de agua. Este fenómeno puede dar lugar a un crecimiento excesivo de plantas, como las floraciones de algas nocivas (FAN), que provocan una deficiencia de oxígeno disuelto (hipoxia) y, en algunos casos, la producción de cianotoxinas (Niblick *et al.*, 2018).



RETOS AMBIENTALES PARA COLOMBIA

Colombia está expuesta a una alta vulnerabilidad a los efectos del cambio climático. Los escenarios climáticos presentados en la Tercera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático de Colombia predicen un aumento de la temperatura de 2,14 °C para el año 2100 [Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [Ideam] *et al.*, 2015]. Estos efectos del cambio climático tendrán impactos diferenciados en las regiones, especialmente en las zonas rurales (Mapa 1), y se espera que para finales de siglo Arauca, Vichada, Vaupés y Norte de Santander puedan tener un incremento de hasta 2,6 °C [Ideam *et al.*, 2015].

En consecuencia, los fenómenos de variabilidad climática como El Niño y La Niña serán más severos, provocando fuertes sequías e inundaciones. Así, para el año 2100 las precipitaciones en algunas regiones cruciales para la agricultura como Bolívar, Magdalena, Sucre y el norte del Cesar podrían reducirse entre un 10 % y 30 %. Mientras tanto, en regiones como Nariño, Cauca, Huila, Tolima, el eje cafetero, el occidente de Antioquia, el norte de Cundinamarca, Bogotá y el centro de Boyacá, las lluvias podrían aumentar en la misma proporción [Ideam *et al.*, 2015].

A pesar de que tenemos una riqueza hídrica excepcional frente al mundo, la ausencia o exceso de este recurso tiene implicaciones directas sobre la productividad rural, reduciendo significativamente los rendimientos agrícolas debido al estrés térmico e hídrico, y el aumento de plagas y enfermedades. Asimismo, la producción animal es vulnerable a los rendimientos de pasturas y cultivos, que se pueden ver sumamente afectados por las condiciones climáticas.

Los cambios en los usos del suelo, especialmente por la agricultura y ganadería, combinados con el cambio climático, intensifican el riesgo de desastres naturales como inundaciones y deslizamientos, con altos costos sociales, incluyendo el desplazamiento, el aumento de la pobreza y la inseguridad alimentaria. Esto resulta especialmente relevante ya que la mayoría de la población vive en las zonas elevadas de los Andes, donde la escasez de agua y la inestabilidad del suelo ya representan un desafío constante, o en la costa, donde el aumento del nivel del mar y las inundaciones amenazan las ciudades y las actividades económicas, poniendo en peligro la seguridad de las comunidades y sus medios de vida [Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD], 2010].

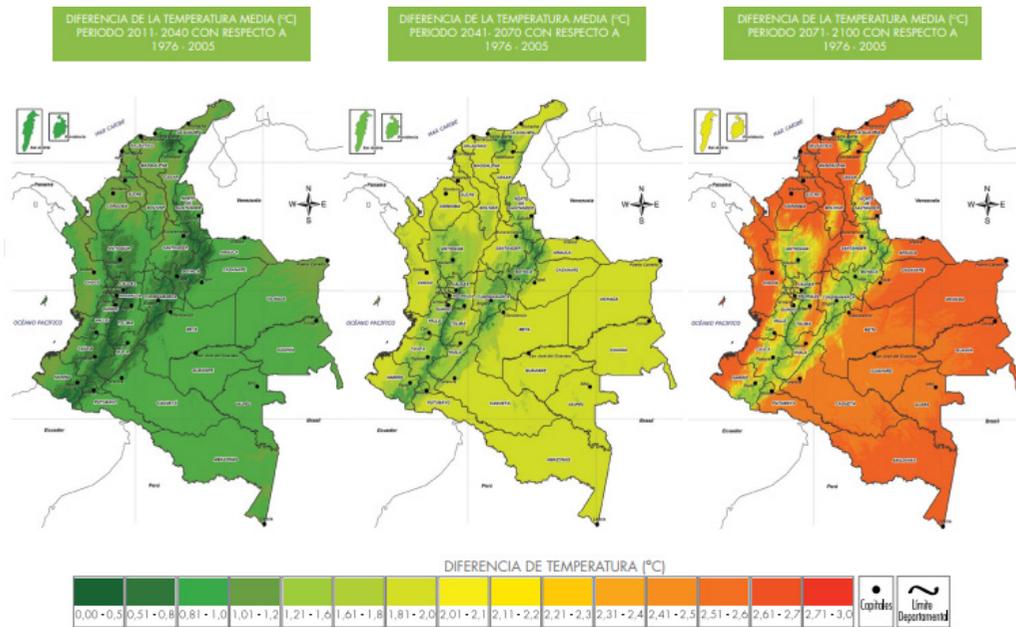


Mapa 1. Impactos del cambio climático en temperaturas y precipitaciones. Colombia, periodos 2011-2040, 2041-2070 y 2071-2100

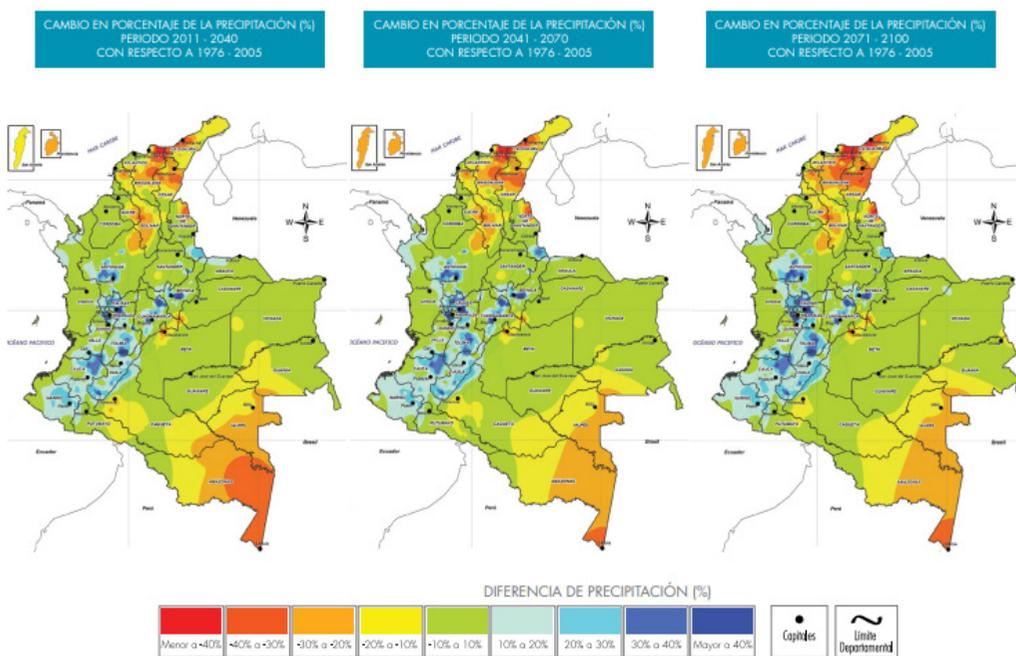


A finales del siglo, regiones críticas para la producción de alimentos sufrirán incrementos considerables en la temperatura y el nivel de precipitaciones.

a. Diferencia de la temperatura media



b. Cambio en porcentaje de la precipitación (%)



Fuente: Ideam *et al.* (2015).



RETOS DEMOGRÁFICOS

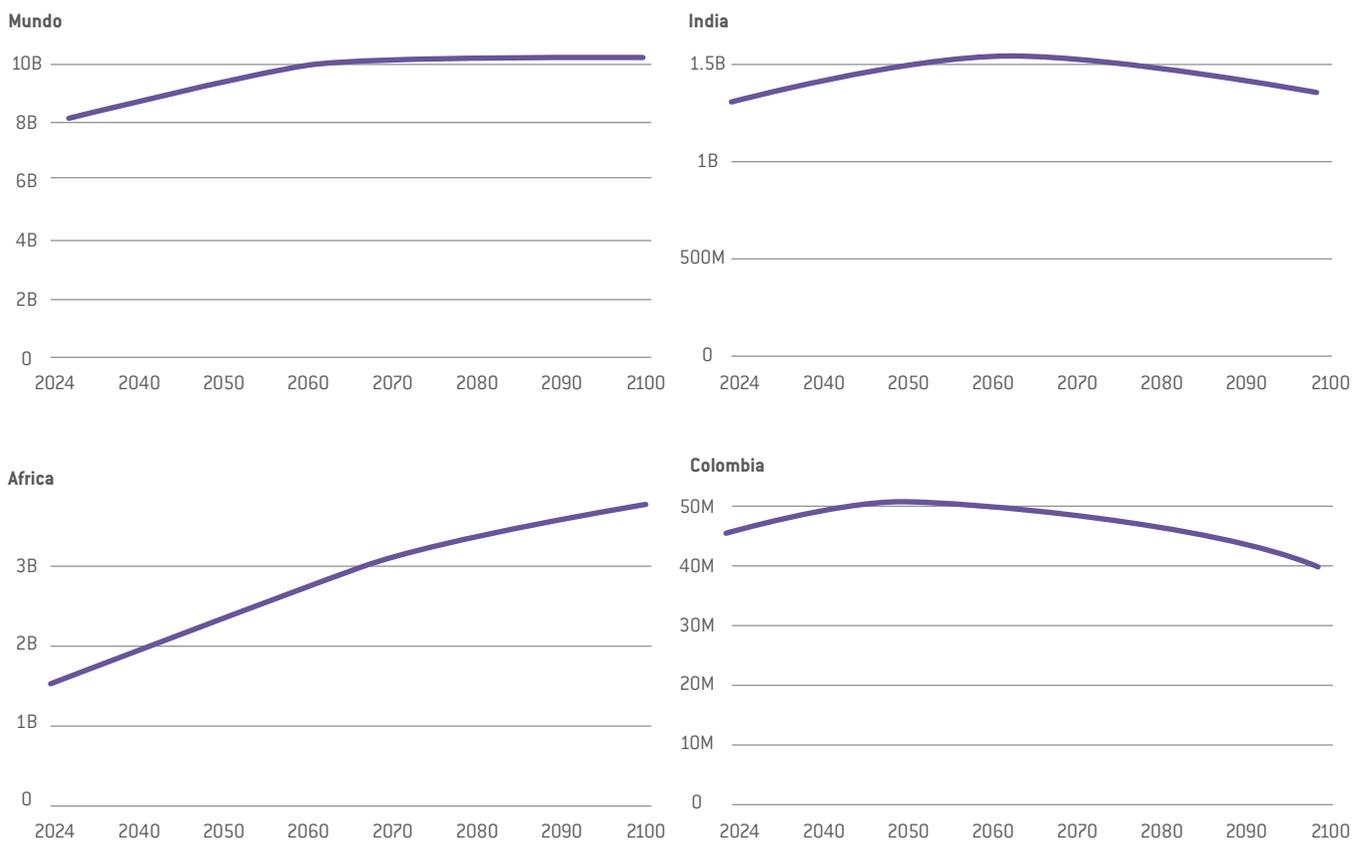
No podemos entender el mundo sin su demografía, y en el caso de los sistemas agroalimentarios es una variable crucial, tanto para la producción como para el consumo de los alimentos y materias primas. Así, la demografía presenta un doble reto con múltiples consecuencias: por un lado, en el mediano plazo tanto a nivel nacional como al regional y mundial seguiremos teniendo una población creciente que requiere cada vez más y mejores alimentos. Esto, acompañado del crecimiento económico, deriva en un aumento de la demanda y sus preferencias de consumo. A medida que el nivel de ingreso de los hogares aumenta, sus canastas de consumo de alimentos se diversifican, pasando principalmente de cereales y granos hacia dietas más ricas en frutas, hortalizas y proteínas.

Por otro lado, en el largo plazo habrá un decrecimiento demográfico, especialmente en la población más joven, quienes en prin-

cipio constituyen el talento humano necesario para la producción de alimentos, lo que, sumado a factores culturales como la migración rural-urbana, redundará en una escasez de mano de obra para la producción primaria.

Hoy la población mundial asciende a 8,1 billones de personas, y en los próximos veinte años se aumentará en un billón más, con una tendencia creciente llegando a un pico de 10,4 billones hacia el año 2084 (Organización de las Naciones Unidas [ONU], 2024) (Gráfica 1). Sin embargo, este comportamiento no es homogéneo en todas las regiones. Gran parte del crecimiento poblacional se explica a partir de las tasas de fertilidad en África, India y algunos países de Oriente Medio; una situación diametralmente opuesta en regiones como América Latina y el Caribe (LAC). En 2050, mientras que África tendrá una tasa de fertilidad de 2,8 hijos por mujer, e India de 1,8, en LAC será de 1,7, y en Colombia, de 1,6 (ONU, 2024).

Gráfica 1. Proyecciones poblacionales. Mundo, India, África y Colombia, 2024-2100



Fuente: Ritchie y Rodés-Guirao (2024).



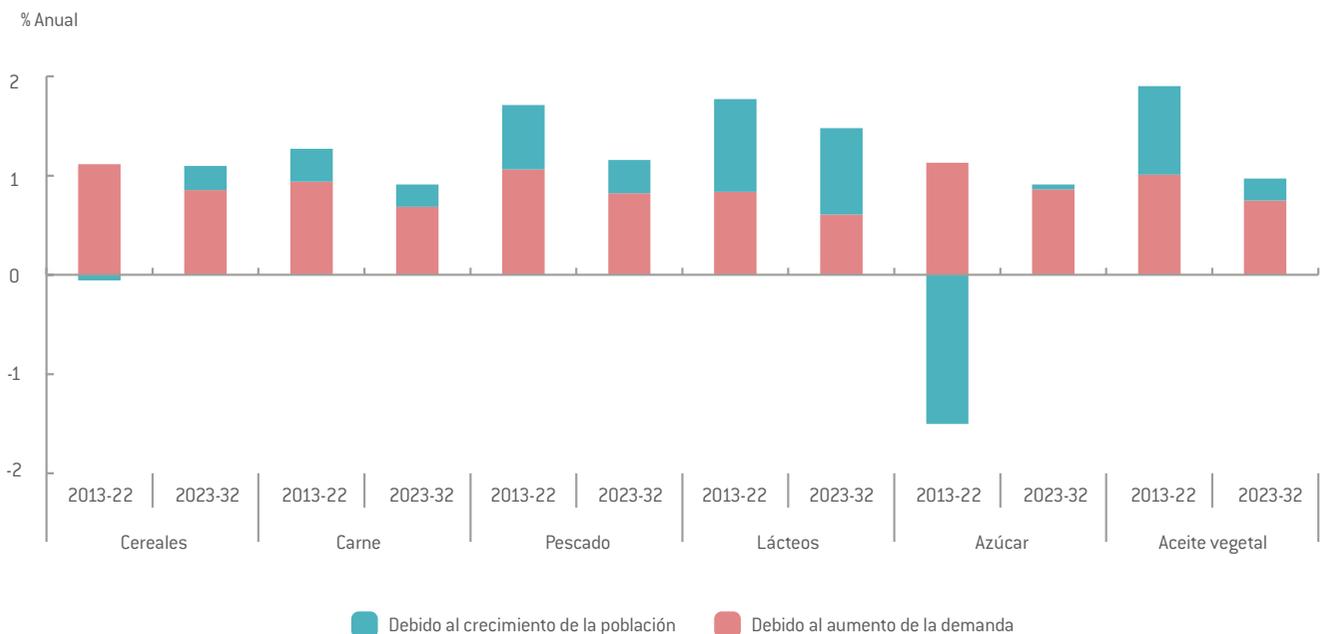
De hecho, en el mediano plazo se prevé que el consumo total de los productos alimenticios aumente un 15 % en la próxima década, debido tanto al crecimiento demográfico mundial como al incremento del ingreso per cápita en todas las regiones. En general, Asia continuará siendo un mercado estratégico en la demanda mundial de alimentos y materias primas (OCDE y FAO, 2023), y hacia mediados del siglo la demanda mundial por alimentos podría aumentar entre un 35 % a 56 % (Van Dijk *et al.*, 2021). En

este sentido, según el informe conjunto de la FAO y OCDE (2023), debido al aumento de la demanda, el mercado mundial de alimentos requerirá especialmente productos básicos agrícolas como cereales, semillas oleaginosas, raíces y tubérculos, legumbres, caña de azúcar y remolacha azucarera, aceite de palma y algodón; productos ganaderos (carne, productos lácteos, huevos y pescado); y materias primas para biocombustibles y otros usos industriales (Gráfica 2).

Gráfica 2. Crecimiento promedio anual de la demanda de alimentos, 2013-2022 y 2023-2032



El cambio demográfico junto con el crecimiento en la demanda de alimentos implicará un ajuste en los sistemas agroalimentarios para satisfacer los nuevos requerimientos nutricionales.



Fuente: OCDE y FAO (2023).



→ EL RETO DEMOGRÁFICO PARA COLOMBIA

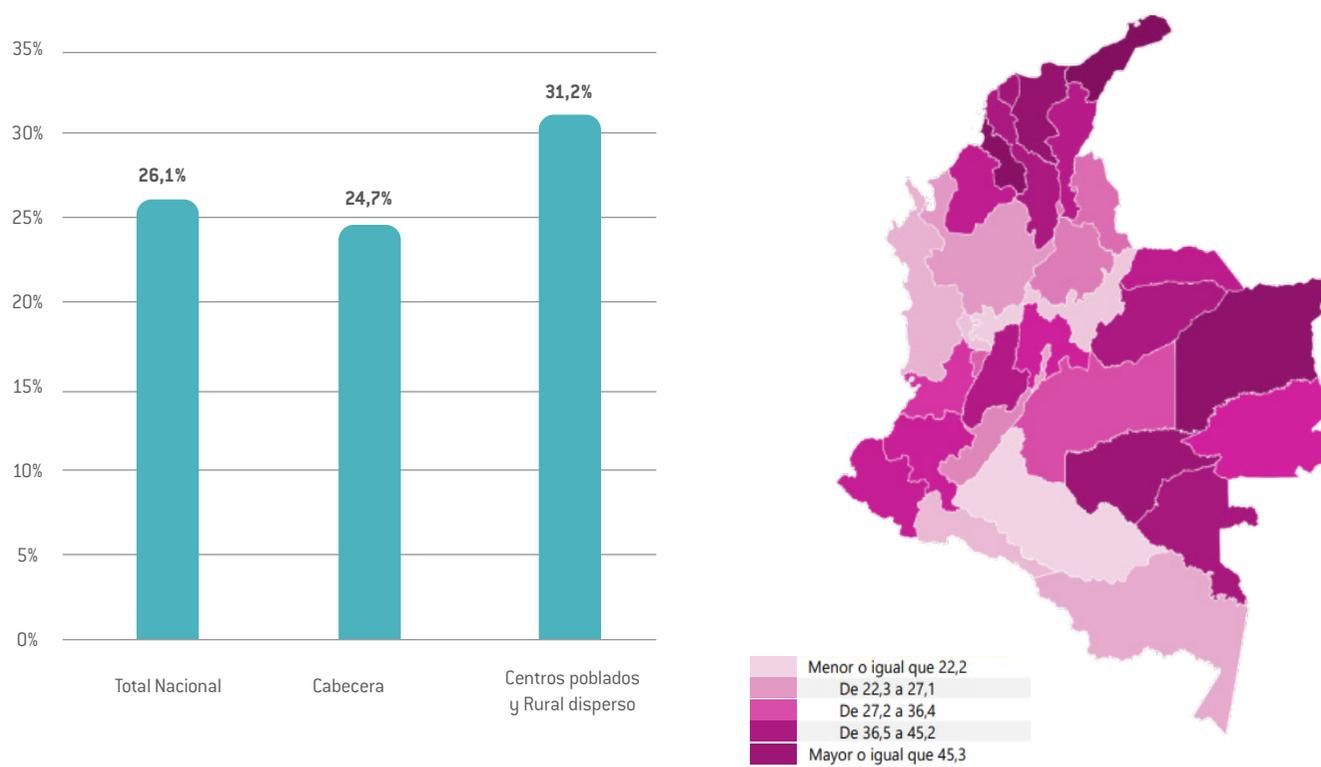
Al igual que la región, Colombia está atravesando un proceso acelerado de envejecimiento de la población y una reducción significativa en el crecimiento de su población. Hoy tenemos un crecimiento poblacional de 1,05 % anual (ONU, 2024), lo que nos llevará a un incremento en cerca de 6,5 millones de habitantes hasta 2050, momento a partir del cual la población colombiana iniciará su decrecimiento.

Asimismo, la ingesta alimentaria de la población colombiana ha venido aumentando. El consumo de kilocalorías (kcal) diarias por persona ha tenido un incremento cercano al 50 % en los últimos 50 años, pasando de cerca de 2.000 kcal en 1970 a 3.000 kcal en 2021 (OWID, 2024), y se espera que continúe en aumento: entre el 2020 y el 2050 la demanda doméstica casi se duplicará (1,9 veces) (Argüello *et al.*, 2022).

Sin embargo, aún tenemos importantes retos por resolver en materia de nutrición. Según el último reporte de inseguridad alimentaria en Colombia, cerca de un cuarto de la población se encuentra en condición de inseguridad alimentaria moderada o grave, lo que se traduce en una deficiencia no solo en la cantidad, sino en la variedad de los alimentos que se consumen. Este indicador es especialmente crítico en la ruralidad, en donde alcanza el 31 % de los hogares (Gráfica 3), y si se desagrega por inseguridad alimentaria grave, se observa que 4,8 % de los hogares en Colombia están pasando hambre; 5,7 % en promedio en las zonas rurales, con casos extremos como La Guajira o Vichada, en donde tal proporción ronda el 20 % (DANE, 2024).

Gráfica 3. Porcentaje de hogares en inseguridad alimentaria moderada o grave. Colombia, 2023


 A nivel nacional una cuarta parte de la población se encuentra en inseguridad alimentaria moderada o grave, mientras que en algunos departamentamentos alcanza casi la mitad de la población.



Fuente: DANE (2024).



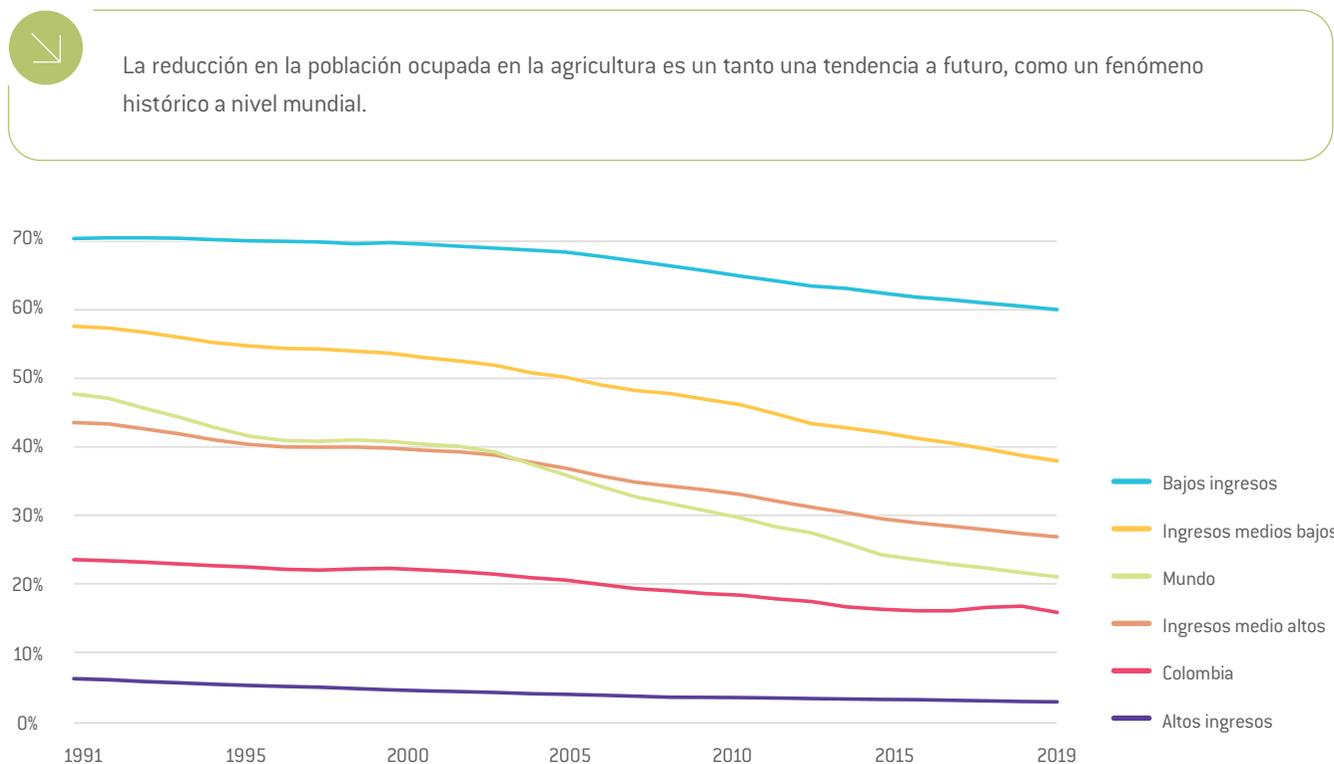
La inseguridad alimentaria⁴ se explica principalmente por la incapacidad de acceder a alimentos de calidad debido a restricciones de ingreso. Por lo tanto, es fundamental buscar motores de desarrollo económico que aumenten el poder adquisitivo de las familias, especialmente en el campo. En este contexto, la agricultura y la ganadería representan una oportunidad significativa si se aprovechan una serie de ventajas y potencialidades que podrían elevar la producción nacional e integrar a Colombia en las cadenas globales de valor (CGV), respondiendo a la demanda de alimentos y materias primas. Estos aspectos ya han sido abordados en ediciones anteriores de este capítulo [ver capítulo *Productividad rural* de los INC 2022 y 2023].

Sin embargo, el cambio demográfico representa igualmente un reto desde la oferta, en especial en el factor trabajo. El crecimiento de la población en edad de trabajar (15-64 años) ha venido cambiando drásticamente. Mientras que en la década de los setenta hubo un incremento de 3,3% en la población económicamente activa (PEA), entre 2020 y 2030 dicho aumento será de 0,38%, y hacia finales del siglo el comportamiento será negativo en casi un punto porcentual (ONU, 2024).

Ahora bien, es importante resaltar que la reducción de la proporción de trabajadores en el sector agropecuario es una tendencia global e histórica, previa a la transición demográfica. Todos los países han experimentado este fenómeno como consecuencia de la diversificación económica, el desarrollo de tecnologías para la producción, y el incentivo de mejores salarios en actividades de los sectores secundario y terciario, generalmente localizados en las ciudades.

La tendencia descrita se correlaciona directamente con la riqueza de los países: en casi tres décadas la reducción del factor trabajo en los países de ingresos alto y medio altos fue de casi el 60%, pero llegó apenas al 15% en los países de bajo ingreso. En el mismo periodo, Colombia ha tenido una reducción del 34%, un valor cercano a los países de ingreso bajo-medio a pesar de ser un país de ingresos medio-altos (Comisión Económica para América Latina y el Caribe [Cepal], 2012). Esto contrasta con pares de la región como Brasil, donde la reducción fue del 54%, Chile, con 53%, y México, de 41% (OWID, 2019) (Gráfica 4).

Gráfica 4. Porcentaje de la población ocupada en la agricultura. Colombia y grupos de países de referencia, 1991-2019



Fuente: OWID (2019).

4. Cabe aclarar que las limitaciones de acceso a alimentos no solo se explican a partir del ingreso de los consumidores, sino también por factores como la comercialización, el transporte, la disponibilidad de alimentos.



Este fenómeno podría explicarse a partir de la estrecha correlación que existe entre pobreza, desarrollo y fecundidad. En concordancia con el comportamiento de los países, los departamentos de Colombia que presentan una mayor tasa de fecundidad tienen al mismo tiempo una mayor proporción de población rural, mayores índices de pobreza, menor competi-

tividad y menor tamaño de sus economías. Departamentos predominantemente rurales como Vaupés, Guainía, Vichada o La Guajira, cuyo porcentaje de población rural se encuentra entre 50 % y 70 %, tienen una tasa de fecundidad entre dos y tres veces superior a la de departamentos como Bogotá D. C.⁵, Valle del Cauca, Antioquia y Caldas (Gráfica 5).

Gráfica 5. Correlación entre tasa de fecundidad y competitividad. Departamentos de Colombia



Nota: El tamaño de la burbuja representa el tamaño de la economía local a partir de su PIB per cápita, y la intensidad del color la distribución mayoritaria de su población (verde= rural; morado = urbana)

Fuente: elaboración propia a partir de datos del DANE (2023) y de CPC y Universidad del Rosario (2024).

De ninguna manera esta relación (aunque estrecha) entre ruralidad, competitividad, pobreza y fecundidad debe entenderse como una causalidad ineludible. Primero, porque la transición demográfica es un fenómeno complejo en el que inciden múltiples variables además de las económicas (que exceden el alcance de este capítulo); y segundo, porque la evidencia muestra que muchos países han logrado un desarrollo económico exitoso y competitivo en su

sector agrario a pesar de tener una baja cantidad de fuerza de trabajo en el sector, permitiéndoles ingresos y condiciones de vida digna a sus trabajadores.

Entonces, si bien la demografía es una variable relevante para el desarrollo rural, existen otros elementos que explican el desempeño del sector agrario y los sistemas agroalimentarios. La respuesta está en cómo se utilizan los factores de producción.

5. Para efectos comparativos, el índice departamental de competitividad conceptualmente considera a Bogotá D. C. como un departamento.



LA PRODUCTIVIDAD RURAL

Tierra

Colombia es el cuarto país más extenso de Suramérica, con un total de 114 millones de hectáreas en su área continental. Cerca de la mitad de esta extensión corresponde a áreas de protección y reserva forestal, las cuales tienen una enorme importancia ecosistémica y un gran potencial para el desarrollo de actividades sostenibles no agropecuarias como el ecoturismo y la conservación. Lamentablemente, debido a las ineficiencias en el uso de la tierra y a la carencia de oportunidades, esta proporción se ha reducido por cambios en el uso del suelo, o se ha visto impactada negativamente por actividades ilícitas como la deforestación, la minería y los cultivos de uso ilícito.

Las cifras concernientes al uso de la tierra en Colombia muestran una disparidad significativa pues actualmente se basan en dos fuentes de información producidas por entidades públicas que emplearon diferentes metodologías: la investigación del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) y el Tercer Censo Nacional Agropecuario. En cualquier caso, el país emplea a lo sumo el 25 % de sus tierras con vocación agrícola en agricultura, lo que configura conflictos sobre el uso adecuado del suelo, especialmente con la ganadería, que emplea entre 1,5 y 2,3 veces el área que debería estar utilizando (Tabla 1).

Tabla 1. Vocación y uso del suelo [ha]

CNA 2014			
Actividad	Vocación	Uso	Índice
Agícola	25,205,014.00	6,377,803	0.25
Ganadería	16,190,605.00	24,797,933	1.53
Agrosilvopastoril	4,160,907.00	-	-
Forestal	52,055,868.00	63,214,574	1.21
Otros*	7,600,839.00	2,875,428	0.38

IGAC			
Actividad	Vocación	Uso	Índice
Agícola	22,095,123.00	5,298,830	0.24
Ganadería	15,096,668.00	34,892,299	2.31
Agrosilvopastoril	3,999,117.00	5,098,875	1.28
Forestal	64,185,834.00	56,187,599	0.88
Otros*	8,798,058.00	12,697,198	1.44
Total	114,174,800	114,174,801	

*Incluye cuerpos de agua y coberturas artificializadas (urbanas y suburbanas).

Fuente: Barrera *et al.* (2019).



En consecuencia, las tierras de producción agrícola que efectivamente se corresponden con su vocación presentan en su mayoría conflictos de uso por sobreutilización, lo que según IGAC *et al.* (2012) se manifiesta en las tierras donde los agroecosistemas predominantes explotan intensamente la base natural de recursos, excediendo su capacidad productiva natural y generando externalidades y consecuencias negativas ambientales y sociales. Este conflicto representa el 15,6 % del área continental.

Por otro lado, el uso ineficiente también se manifiesta en la subutilización, es decir, en las zonas donde la demanda ambiental es menos intensa en comparación con la mayor capacidad productiva. Estas áreas suman casi 15 millones de hectáreas, que corresponden al 13 % del total de tierras continentales (IGAC *et al.*, 2012).

El panel a del Mapa 2 muestra la distribución de la frontera agrícola nacional, es decir, las zonas donde se pueden desarrollar las actividades agropecuarias, marcando el límite con las

áreas condicionadas y protegidas (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural [Minagricultura], 2018b), las cuales suman cerca de 43 millones de hectáreas (Unidad de Planificación Rural Agropecuaria [UPRA], 2022b). El panel b, entretanto, evidencia los conflictos del uso del suelo. Al contrastar ambas capas, se puede observar cómo gran parte de las zonas agrícolas de las regiones Andina y Caribe tienen una alta sobreutilización (color rojo), mientras que, en regiones como la Orinoquía, y especialmente la altillanura, existe una alta subutilización en su suelo (color amarillo).

En cuanto al resto del territorio, es decir, el 68 %, tiene un uso adecuado o sin conflicto, lo que se explica principalmente por las áreas no agropecuarias o de conservación que no deberían tener ningún tipo de explotación, aunque lamentablemente se están viendo afectadas por el aumento de actividades ilegales como la deforestación, la minería ilegal o los cultivos de uso ilícito.

Mapa 2. Áreas para la producción agrícola y conflictos del suelo. Colombia

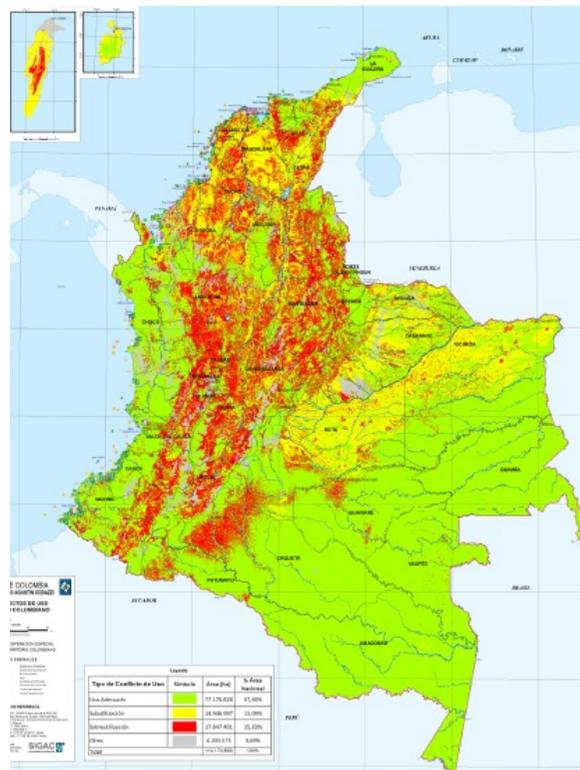


A pesar de la extensa frontera agrícola, la región andina y caribe concentra la mayor proporción de sobre explotación del suelo, mientras que en la región Orinoquía destaca la subutilización.

a. Frontera agrícola



b. Conflictos del uso del suelo



Fuente: UPRA (2022b) e IGAC *et al.* (2012).



Paralelamente, la tenencia de tierras también exhibe notables desigualdades. El 70,4 % de las unidades de producción agropecuaria (UPA) poseen menos de 5 ha, abarcando tan solo el 2 % de las zonas rurales del país, mientras que el 0,4 % de las UPA concentra el 77,3 % de la tierra (DANE, 2014). La alta concentración y desigualdad de la tierra revela dos problemas que se alejan de un punto óptimo: primero, una gran parte de productores con insuficiente tierra (microfundio); y segundo, propietarios de grandes extensiones dentro de la frontera agrícola subutilizadas.

La situación de tenencia de tierras en Colombia se agrava por el alto nivel de informalidad en la propiedad rural, que según la UPRA (2020) llegó a ser del 53 % en 2019. Así, de los 1.121 municipios evaluados, casi la mitad presentaron una informalidad en la tenencia de la tierra entre el 50 % y el 75 %, y algunos registraron hasta un 100 % de informalidad.

Este alto grado de informalidad ha dado lugar a que el mercado de tierras se mantenga estático o por fuera de la legalidad, lo que se traduce en incertidumbre sobre los derechos de propiedad y, en consecuencia, sobre la seguridad jurídica para los negocios e inversiones. Esta situación también ha fomentado conflictos relacionados con la tierra y distorsiones en la información para los mercados financieros, limitando el acceso al crédito, especialmente para los pequeños productores.

Ahora bien, la tierra, y especialmente el suelo, es la base de la producción agraria, un recurso finito y cada vez más escaso que requiere de un uso eficiente a través de la organización productiva y sostenible. Sin embargo, a pesar de ser una condición necesaria para el desarrollo rural y la productividad agropecuaria, no es en sí misma suficiente. De allí la importancia de adoptar una mirada integral que involucre a los demás factores de producción.

→ TECNOLOGÍA

Las tecnologías han sido un eje fundamental para el aumento de las productividades agrarias a lo largo de la historia. Estas pueden ser tan diversas y cambiantes en el tiempo: desde el uso de tracción animal hasta la vanguardia del conocimiento de la cuarta revolución industrial aplicada en la agricultura y ganadería.

Algunas de las más importantes son el uso de mecanización, los sistemas de riego, el desarrollo genético y la integración de la información. No obstante, en Colombia se presentan retos de adopción y desarrollo de tecnología, lo que redundará en la productividad.

Maquinaria

El uso de maquinaria puede aplicarse en todas las fases de explotación agropecuaria. En la agricultura existe maquinaria para la preparación y siembra, cosecha, poscosecha y manejo; y en la ganadería, para la alimentación, la reproducción, la ceba y el beneficio (DANE, 2014).

Independientemente del tipo, en Colombia solo el 16,4 % de las fincas cuentan con estas herramientas (DANE, 2014). Si se analiza este indicador en términos de la cantidad de caballos de fuerza (hp) por cada 1.000 ha agrícolas, se obtiene un resultado para Colombia de 0,15, un valor inferior al promedio regional (0,42), distante de países como Chile (0,74), Brasil (0,59) o Venezuela (0,44), y muy lejano de líderes globales como Japón (13) o Corea de Sur (9,98) (OWID, 2022).

Asimismo, el uso eficiente de maquinaria, especialmente de la última generación, requiere una infraestructura de telecomunicaciones con suficiente cobertura y calidad para su operación. La disponibilidad de servicios de internet de banda ancha, tanto fija como móvil, habilita la adopción de tecnologías e innovaciones que pueden aumentar la productividad agropecuaria. Esto incluye la implementación de sensores y dispositivos de internet de las cosas (IoT) para mejorar la trazabilidad de los procesos agrícolas (Ghezzi *et al.*, 2022). Sin embargo, es importante señalar que el acceso a internet de banda ancha en las áreas rurales de Colombia es limitado. Solo el 29 % de los hogares rurales cuentan con conectividad digital, en contraste con el 70 % de los hogares urbanos, lo que sitúa al país con la brecha digital más amplia entre los países de la OCDE y el G20 (OCDE, 2022).



Gestión del agua

Por otro lado, los sistemas de riego son fundamentales para aumentar la productividad de los cultivos y proteger a las cosechas de factores de riesgo climático como las sequías y heladas⁶. Generalmente, optimizan el uso del agua, y en algunos casos pueden ser empleados para la aplicación de insumos como fertilizantes y plaguicidas. Los cultivos bajo riego alcanzan una producción 2,2 veces mayor que sus contrapartes que no cuentan con estas condiciones (Perfetti *et al.*, 2019).

En Colombia, solo un tercio de las unidades productivas emplea sistemas de riego, aunque con amplias disparidades. El 41 % de las UPA con sistemas de riego se concentran en Nariño, Tolima, Cauca y Santander, mientras que Guainía, Vaupés y Bogotá D. C.⁷ presentan menos del 0,3 % (DANE 2014). No obstante, de este 33 % de fincas que tienen sistemas de riego, la mayoría emplea tecnologías obsoletas y sumamente ineficientes como el bombeo y gravedad, las cuales requieren enormes cantidades de agua que en su gran mayoría se desperdicia en el drenaje o evaporación, además de que no permiten la aplicación de insumos de forma controlada. Por otro lado, solo el 7,5 % de unidades productivas que utilizan riego utilizan sistemas más avanzados como el riego por goteo (DANE, 2014).

Los sistemas de riego cobran especial relevancia con el panorama de cambio climático, particularmente en las zonas con

mayor riesgo de reducción de las precipitaciones. A pesar de que los últimos datos corresponden al Tercer Censo Agropecuario de 2014, es muy probable que la adopción de estas tecnologías sea aún mínima, lo que pone en riesgo al menos a dos terceras partes de la producción agrícola que depende del régimen de lluvias para la irrigación de sus cultivos. Ahora bien, para que estos sistemas puedan operar de forma extendida reduciendo los costos de implementación, se requiere de infraestructura de riego (distritos, soluciones intraprediales, o sistemas de finca) y adecuación de tierras (ADT). Con estas mejoras es posible canalizar el recurso hídrico, haciéndolo accesible a las fincas, al tiempo que se permite el almacenamiento y se reduce el riesgo ante inundaciones, lo que disminuye a su vez la vulnerabilidad ante la escasez o la abundancia de agua.

Sin embargo, según la UPRA (2018, citado en Departamento Nacional de Planeación [DNP], 2018), Colombia cuenta con 18,4 millones de hectáreas con potencial para la ADT, pero la cobertura total, incluyendo inversión privada y pública, solo alcanza 1,1 millones de hectáreas. La cobertura de la ADT en Colombia representa solo el 6 % del área potencial, una cifra considerablemente inferior a la de otros países de la región como México (66 %), Chile (44 %), Perú (40 %) o Brasil (18 %).

Genética

La tecnología genética ha tenido una altísima repercusión en la producción agrícola y pecuaria. El mejoramiento de especies vegetales y animales aumenta la resistencia a riesgos como plagas y enfermedades, así como el rendimiento de los cultivos y producción animal, mientras que acorta los periodos de beneficio y cosecha. Existen muchas tecnologías de mejoramiento genético: desde la selección artificial que viene haciendo la humanidad hace siglos hasta la transgénesis apalancada en inteligencia artificial que se encuentra en la frontera del conocimiento.

En la agricultura, según el Instituto Colombiano Agropecuario (Murcia, 2021), el uso de semillas certificadas puede garantizar hasta un 40 % más de producción en los cultivos. Además, en la producción pecuaria, el mejoramiento genético ha contribuido a un crecimiento exponencial en el ritmo y la cantidad de peso que los animales obtie-

nen. Sin embargo, el uso de semilla e innovación genética es limitado y ha venido en descenso. A pesar de que no hay datos disponibles para identificar la utilización de semillas mejoradas en la totalidad de cultivos a nivel nacional, según la Asociación Colombiana de Semillas y Biotecnología (Acolsemillas, 2021), para el caso del arroz, el uso de semilla certificada pasó del 47 % en 2020 al 36 % en 2021.

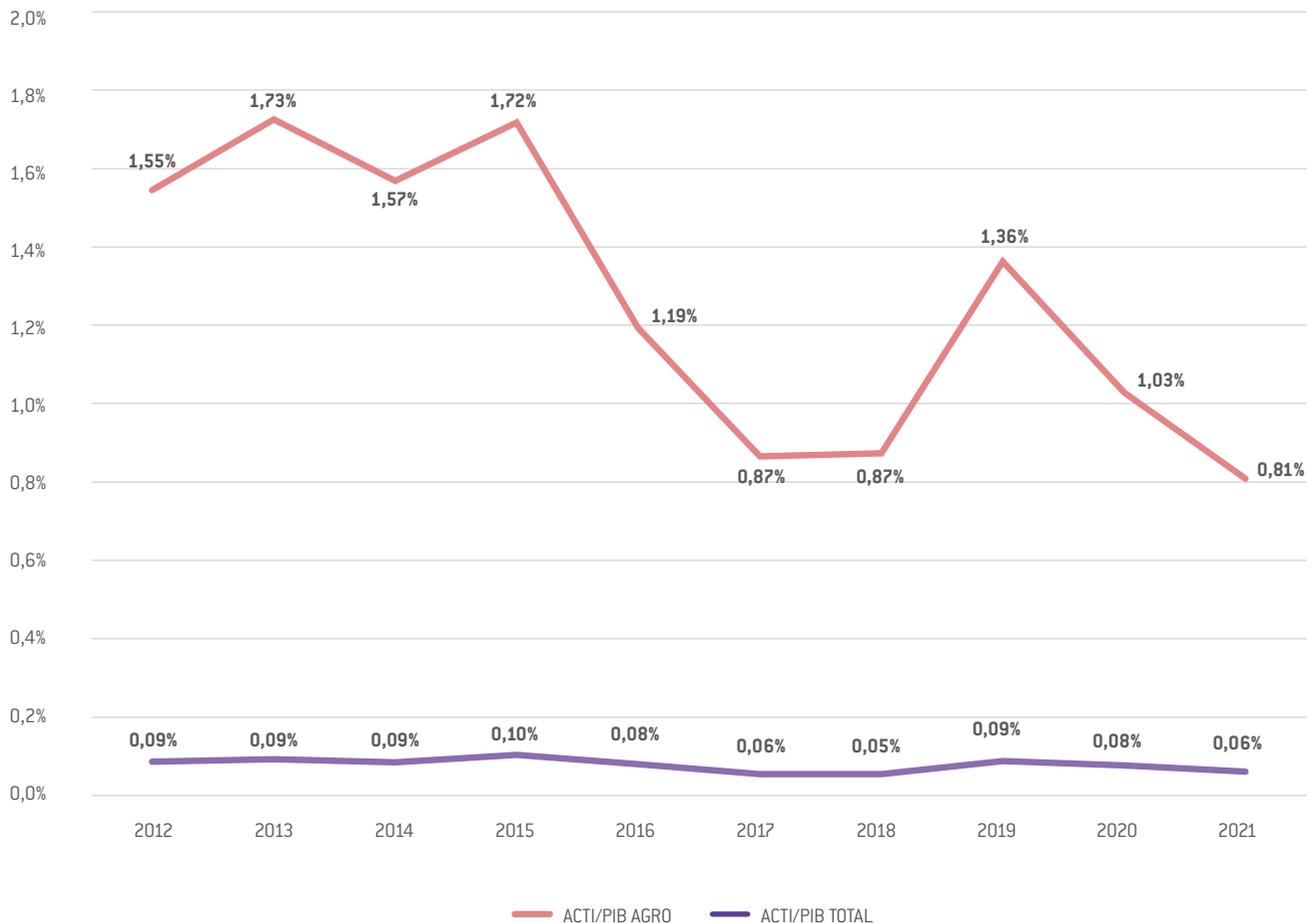
Finalmente, el desarrollo y avance de estas tecnologías depende en gran medida del grado de inversión en investigación e innovación que lo respalde. En 2021, la inversión pública en actividades de ciencia, tecnología e innovación (ACTI) en el sector agropecuario constituyó solo el 0,06 % del PIB total y el 0,81 % del PIB agropecuario (Perfetti *et al.*, 2023). Así, la proporción de inversión en ACTI agropecuaria respecto al PIB en 2021 fue la más baja entre 2012 y 2021 (Gráfica 6) (González *et al.*, 2023).

6. Aplica para los sistemas de riego por aspersión o microaspersión.

7. Es preciso mencionar que, aunque la mayoría de la población de Bogotá es urbana, más del 70 % de su territorio se encuentra en la ruralidad (Secretaría de Planeación de Bogotá, s. f.).



Gráfica 6. Inversión pública en ACTI agropecuaria como proporción del PIB agropecuario y total. 2012-2021



Fuente: González *et al.* [2023], citado por Perfetti *et al.* [2023].

¿Qué resultado obtenemos? Una baja productividad

Con las ineficiencias en el uso de los factores productivos, la consecuencia directa es una baja productividad, con un crecimiento limitado que se refleja en diferentes indicadores: PTF, crecimiento económico del sector, inversión y exportaciones. Este fenómeno, a su vez, redundará en la calidad de vida de las personas y el bienestar general.

La tasa promedio de crecimiento de la PTF agropecuaria entre los años 2001 y 2016 fue de 0,63 %, un valor inferior al promedio regional de 1,80 % y muy por debajo de países pares como Brasil (3,11 %), Perú (2,49 %), Chile (2,18 %) y el promedio mundial (1,90 %) [Parra-Peña *et al.*, 2021]. El incipiente crecimiento para el caso de Colombia se explica en dos terceras partes por el uso de los recursos y en una tercera parte por aumento en la productividad.

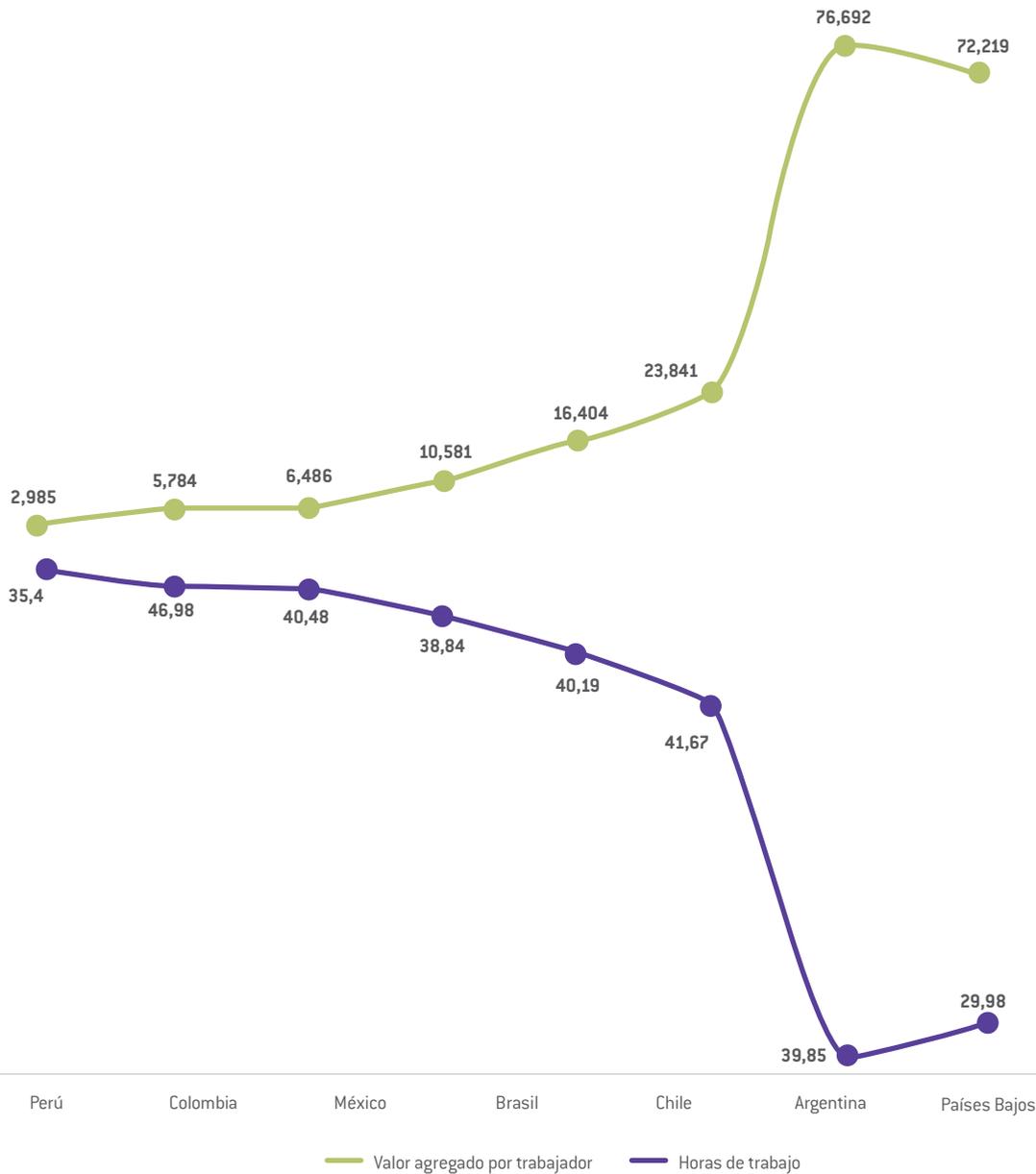
Aunque los productores agrarios en Colombia son quienes más horas a la semana destinan al trabajo (47 horas) entre los países de referencia, su productividad se encuentra entre las más bajas en América Latina (Gráfica 7). En 2021, el valor agregado por trabajador agrario en Colombia fue de USD 5.784, la mitad de un trabajador en Brasil, una tercera parte de su par chileno, y aproximadamente 13 veces menor a los trabajadores agrarios de Estados Unidos o Países Bajos (FAOSTAT, 2022). Asimismo, la productividad laboral agrícola se ubicó 59 % por debajo de la productividad laboral nacional, sin presentar avances significativos desde 2005 (60 %) (OCDE, 2022).



Gráfica 7. Valor agregado (USD) y horas semanales dedicadas por trabajador del sector agrario. Colombia y países de referencia, 2021



Entre los países de referencia, Colombia es el país que más horas dedica a su producción agraria, al tiempo que presenta una de las menores productividades por trabajador de la región.



Fuente: elaboración propia con base en FAOSTAT (2022).

Como resultado, tenemos un sector agrario con un crecimiento incipiente e inferior al de otros pares regionales. Aunque Colombia casi ha duplicado sus exportaciones agrícolas desde 1991, principalmente por productos como el café, las flores y, más re-

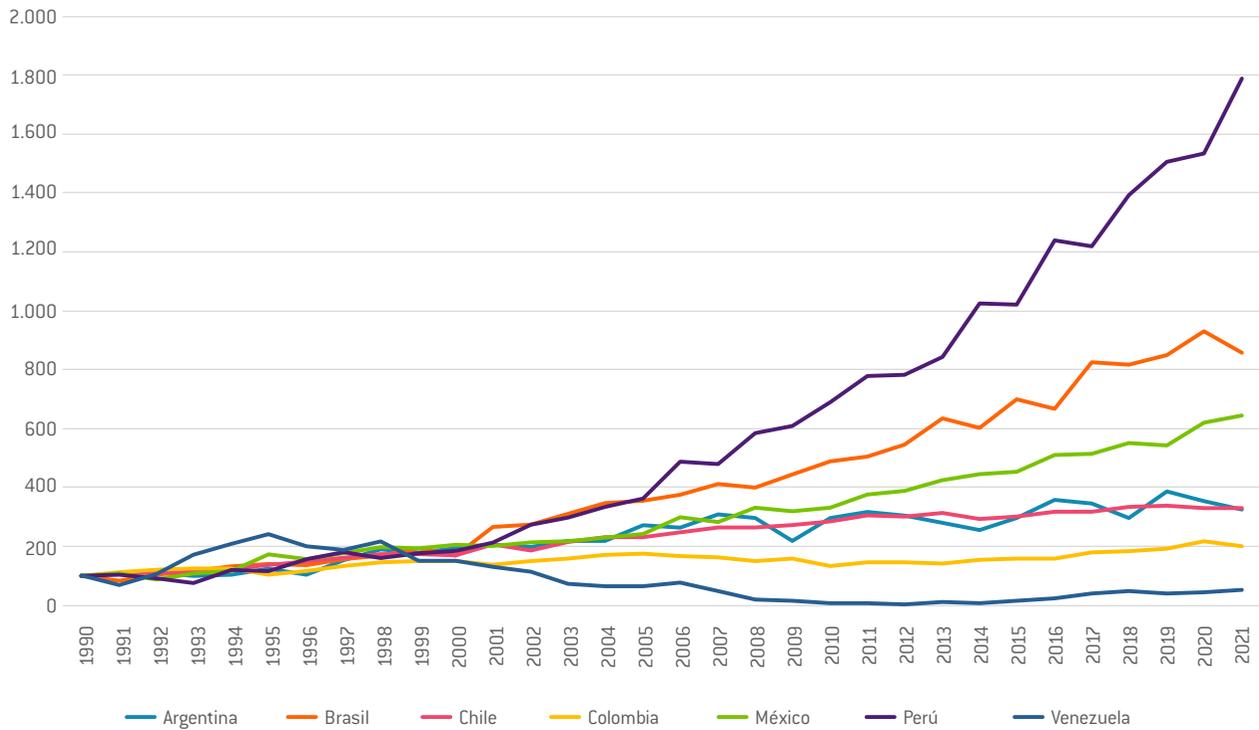
cientemente, la palma y el aguacate, este crecimiento es exiguo al compararlo con otros países de la región como Perú, que ha multiplicado por 17 sus exportaciones; Brasil, que lo ha hecho por 8; y México, por 6 (Gráfica 8).



Gráfica 8. Índice de crecimiento del volumen de exportaciones agrarias (1990 = 100). Colombia y países de referencia, 1990-2021



Colombia no ha aprovechado el potencial exportador en productos alimentarios. Entre los países de referencia presenta segundo peor crecimiento en exportaciones agrarias.



Fuente: FAO/STAT (2022). Cálculos: CPC.

Por supuesto, no se puede omitir que la productividad rural depende de más factores clave: la provisión de bienes públicos como infraestructura de transporte, logística, la política comercial, la seguridad y las inversiones en talento humano, entre otros⁸. También

influyen el apalancamiento en el sistema financiero, la asistencia técnica y la gobernanza. Estos bienes públicos han sido analizados en ediciones anteriores del INC (ver capítulos *Productividad rural* de los INC 2022 y 2023).

8. Algunos han sido abordados en ediciones previas del capítulo (ver los INC de 2022 y 2023).



¿QUÉ PODEMOS HACER?

Con la magnitud del reto, podría parecer que el panorama es adverso: tenemos una baja productividad rural que se explica a partir del uso ineficiente de sus factores, así como escasez en bienes públicos, adopción de tecnología e investigación. Todo esto se enmarca en un futuro complejo con múltiples desafíos y una demanda creciente de alimentos.

Si la productividad del sector se mantiene en estos niveles, las consecuencias negativas sociales y ambientales pueden ser mayores, y resolver los problemas de hambre y alimentación podría tardar más tiempo, así como el desarrollo económico de las regiones rurales. Solo para cubrir la demanda nacional en 2050, necesitaríamos el doble del área de cultivos que hoy existe (Argüello *et al.*, 2022), lo que ineludiblemente llevaría a la extensión de la frontera agrícola⁹, cambiando los usos del suelo de conservación y bosques y aumentando la deforestación, lo que a su vez redundaría en mayores emisiones y menor captura de carbono.

En consecuencia, tenemos el imperativo de lograr una mayor producción de alimentos en un menor espacio. Como humanidad ya hemos resuelto este problema en el pasado, logrando enormes saltos en el rendimiento de los cultivos y la cría de animales. Por ejemplo, mientras que en 1940 se necesitaban 1,5 ha por persona

para la producción de alimentos, hoy se requieren 0,6: una reducción del 60 % en menos de un siglo (Roser, 2024).

Sin embargo, bajo el escenario del cambio climático, mantener el mismo modelo, orientado únicamente a la maximización de rendimientos y consumo sin contemplar la integralidad de costos, no es una alternativa viable ni responsable. Entonces, ¿qué podemos hacer para contribuir a la solución? Lo cierto es que no existe una única fórmula. Un problema complejo requiere igualmente soluciones complejas, integrales e interdisciplinarias.

Argüello *et al.* (2022) proponen cinco medidas que desde el sistema agroalimentario pueden hacer efectiva la carbono neutralidad en Colombia, al tiempo que limitarían la expansión de la frontera agrícola y aumentarían la producción: (1) intensificación sostenible de los cultivos; (2) intensificación sostenible de la ganadería bovina; (3) reforestación comercial; (4) disminución de la demanda por carne de bovinos; y (5) conservación de bosques. Estas estrategias permitirían además reforestar y restaurar áreas previamente dedicadas a la explotación agropecuaria y, si se adoptaran hoy, en menos de una década llevarían a disminuir las áreas agrícolas y ganaderas, llegando en 2040 a la carbono neutralidad y, posteriormente, a las emisiones negativas (Gráfica 9).

9. De hecho, bajo las mismas condiciones de productividad actual, hacia el año 2034 se terminaría de usar toda la tierra dentro de la frontera agrícola, y en consecuencia las futuras áreas de explotación agropecuaria tendrían que darse a partir de cambios del suelo, principalmente por deforestación (Argüello *et al.*, 2022).

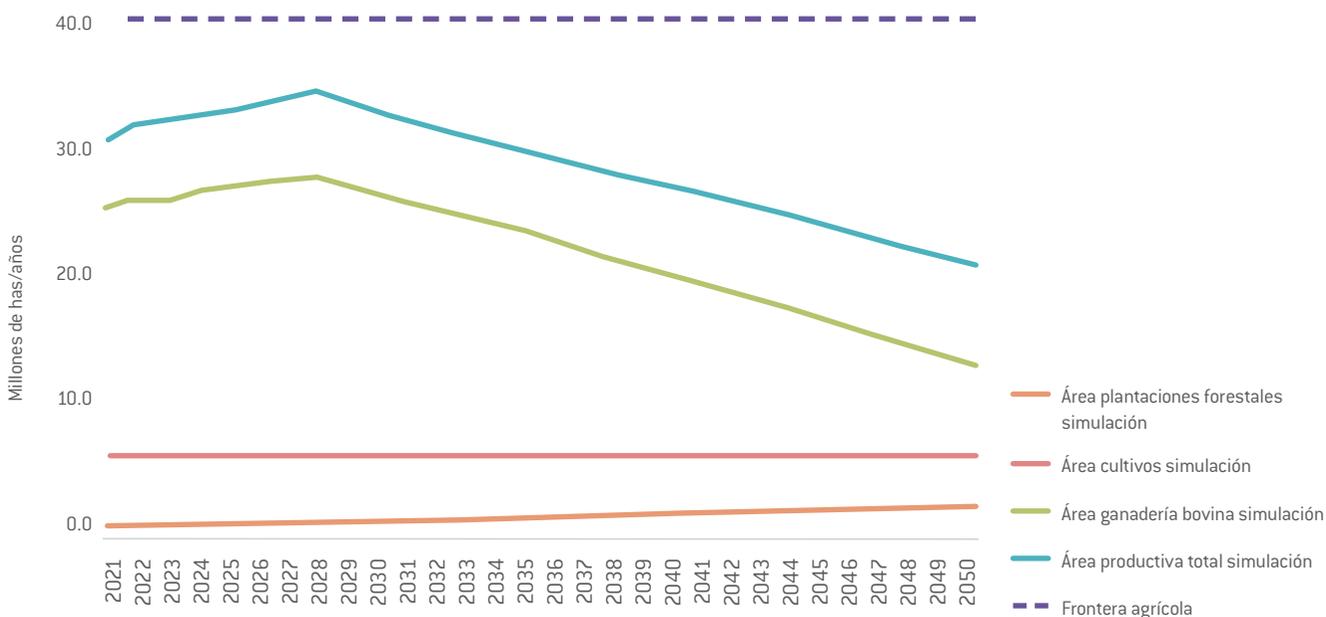


Gráfica 9. Escenarios de acción del sistema agroalimentario frente al cambio climático: escenario de referencia y escenario de mitigación. Colombia

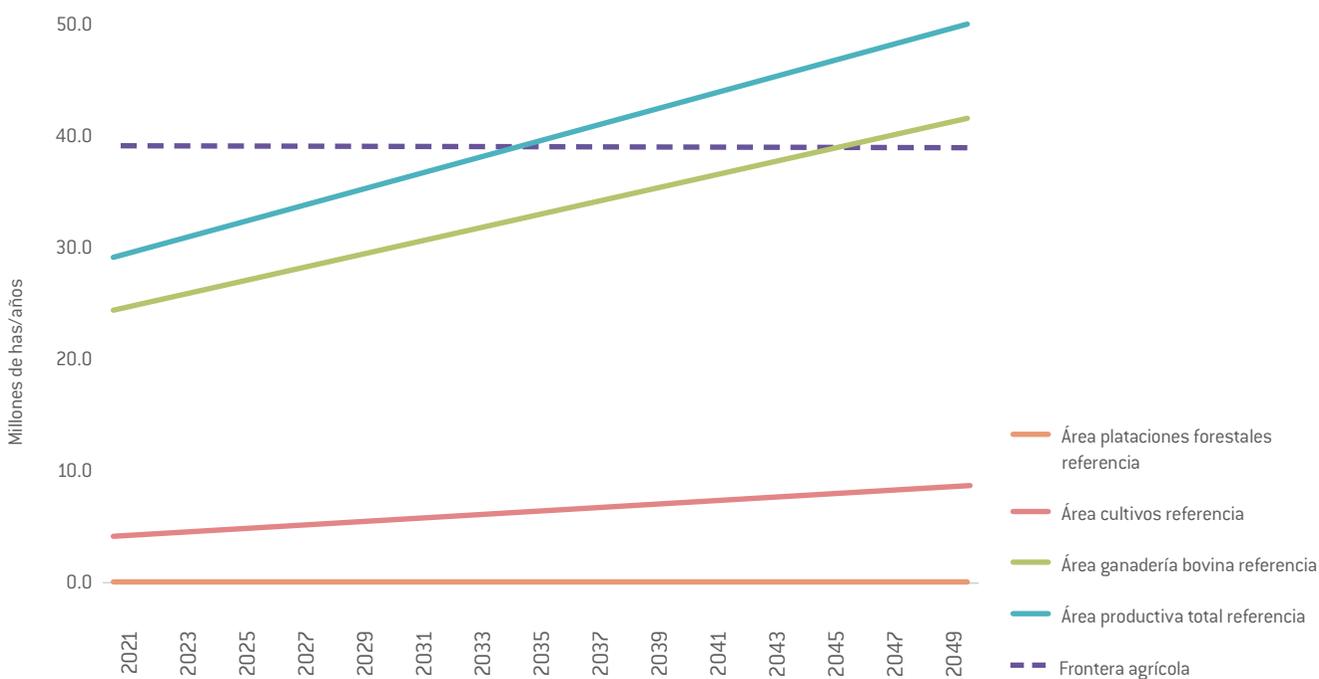


La mayor contribución que puede hacer Colombia a la mitigación del cambio climático se encuentra en la optimización de su producción agraria: evitando el cambio en el uso de suelos, y mejorando las prácticas productivas.

a. Uso de mitigación

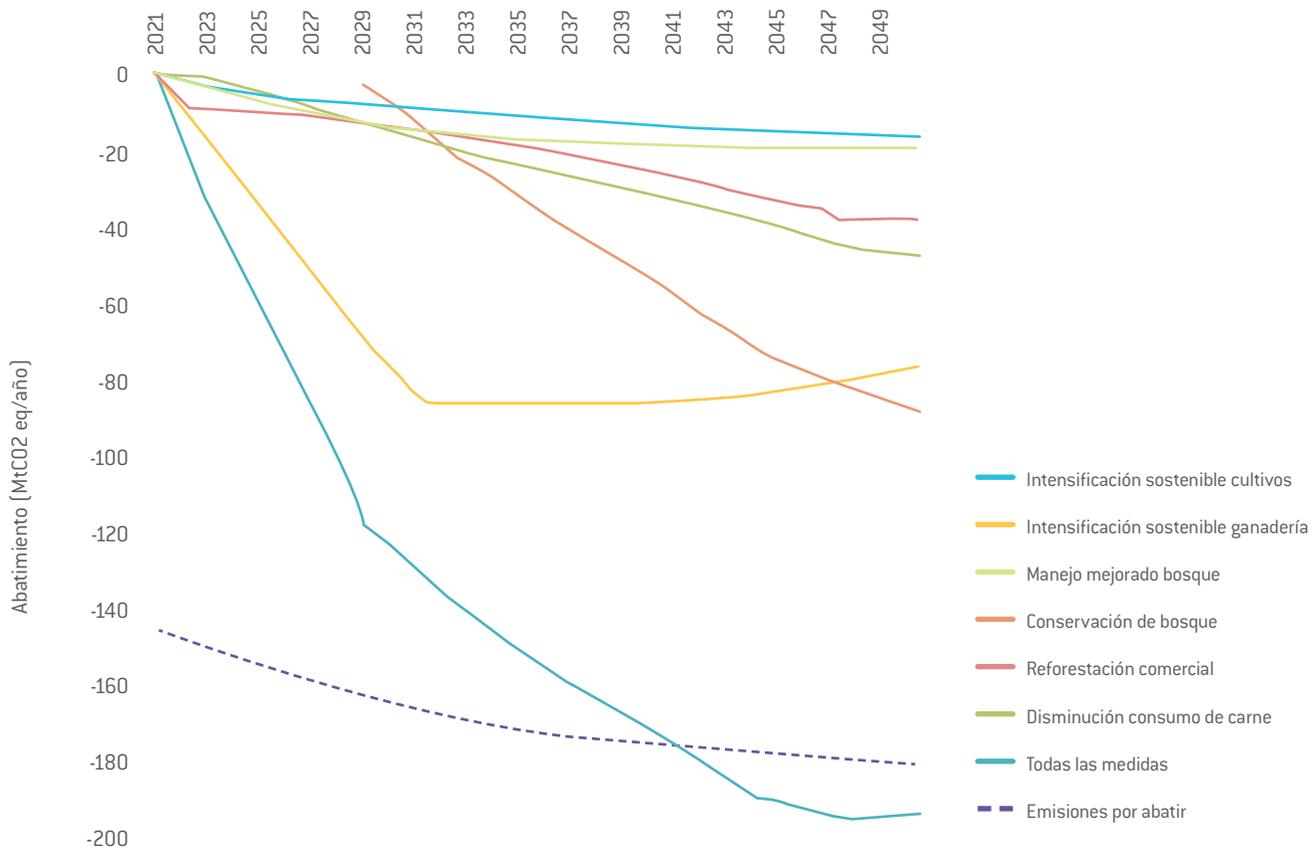


b. Uso de suelo: modelo actual





c. Emisiones netas según medida de mitigación



Fuente: Argüello *et al.* (2022).

Como se observa en el panel c de la Gráfica 9, las medidas por sí solas no tienen el impacto suficiente para alcanzar los objetivos, lo que resalta la importancia de abordar soluciones

articuladas. Sin embargo, dos medidas son especialmente pertinentes para la producción rural: la intensificación sostenible de cultivos y la de ganadería.

→ INTENSIFICACIÓN SOSTENIBLE: UNA SOLUCIÓN ESTRATÉGICA

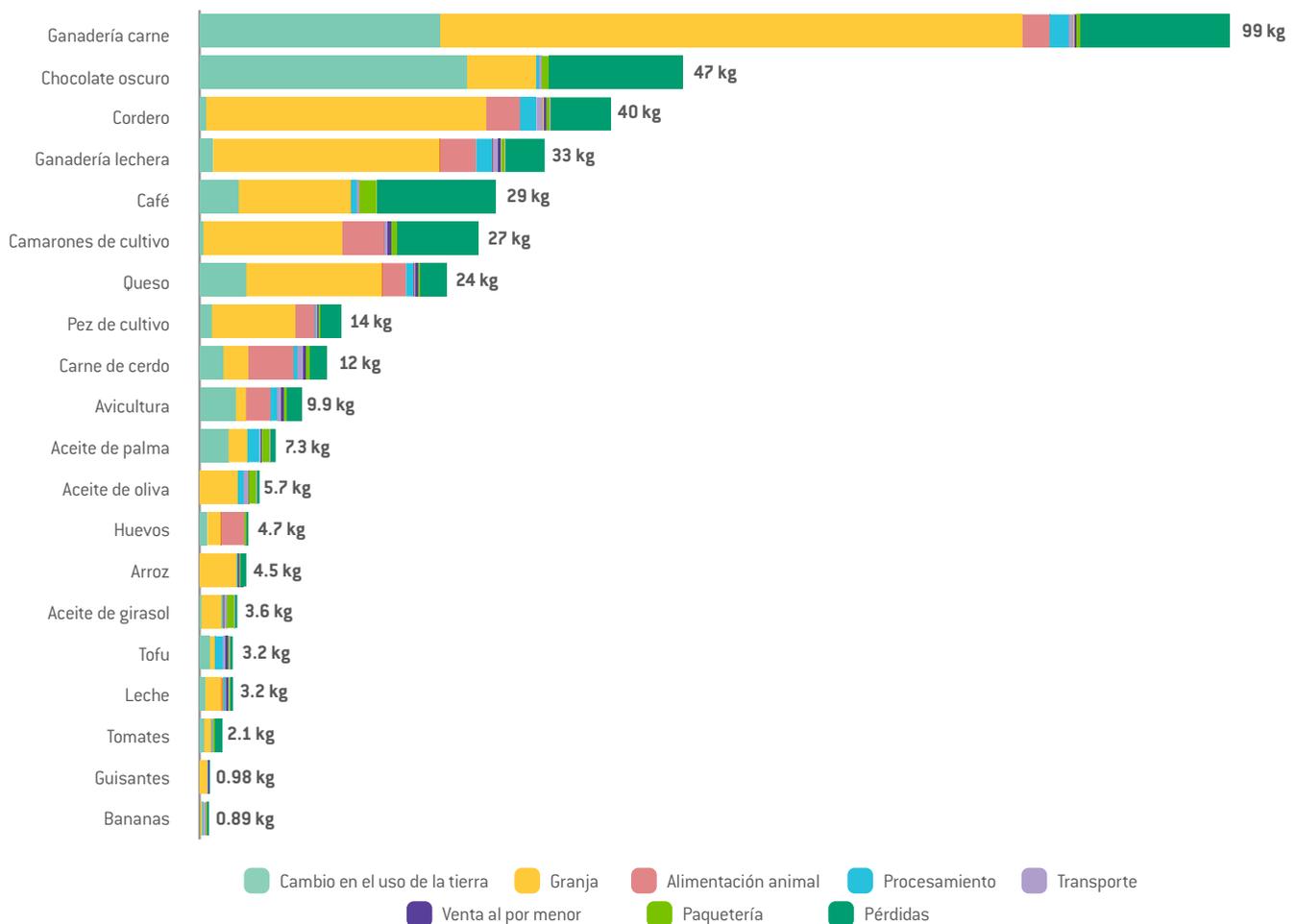
Como se resaltó en la primera sección, abordar el problema desde una perspectiva integral implica el análisis del sistema agroalimentario en su totalidad y no únicamente en la producción. Sin embargo, una palanca fundamental para alcanzar la producción sostenible que alimente al mundo sin dañar el planeta se encuentra en los primeros eslabones de la cadena.

La Gráfica 10 ilustra la contribución de emisiones de cada elemento del sistema agroalimentario por producto. En verde se marcan las derivadas del cambio del uso del suelo, y en

café, las emitidas por las prácticas productivas como el uso de fertilizantes y las emisiones de metano del ganado bovino. Estos dos componentes suman en promedio el 80 % de todas las emisiones del sistema agroalimentario (Ritchie, 2020). A partir de estos hallazgos surgen dos conclusiones de interés: (1) la ganadería bovina es de lejos el producto con mayor impacto ambiental; y (2) los esfuerzos deben enfocarse en reducir los cambios del uso del suelo y mejorar las prácticas productivas para mitigar las emisiones.



Gráfica 10. Emisiones de GEI a lo largo del sistema agroalimentario. Mundo



Fuente: Ritchie (2020) con datos de Poore y Nemeck (2018).

En consecuencia, la intensificación sostenible se perfila como una solución estratégica. Esta estrategia busca aumentar la productividad y al mismo tiempo mejorar las condiciones ambientales de los agroecosistemas apalancándose en tecnologías y conocimientos existentes, así como en la innovación y nuevos desarrollos, optimizando el uso de insumos (Godfray *et al.*, 2010). Así, todas las

fases de la producción son proclives a alcanzar mejoras incrementales y responsables con el ambiente a través de la intensificación sostenible, desde la preparación del suelo hasta la disposición de residuos. En consecuencia, el mayor margen de oportunidad se encuentra en la implementación de prácticas de intensificación sostenible en agricultura y ganadería.

Intensificación sostenible en agricultura

La intensificación sostenible en la agricultura puede abarcar un sinnúmero de prácticas, tecnologías y herramientas. Pretty *et al.* (2018) las agrupan en tres categorías: (1) eficiencia, (2) sustitución y (3) rediseño.

En el conjunto de eficiencia se busca darles un mejor uso a los recursos existentes: agua para riego, pesticidas y fertilizantes. Algunos ejemplos pueden ser los sistemas de riego localizado de alta frecuencia como la microaspersión o el riego por goteo, que

alcanzan una eficiencia en el uso del agua de entre 70 % y 80 % frente a otros sistemas (Girma y Jemal, 2015) e incrementan ostensiblemente el rendimiento de los cultivos. Al mismo tiempo, estas tecnologías pueden reducir en gran medida la cantidad de fertilizantes, lo que deviene en un menor impacto sobre la salinización del suelo.

Aquí tienen un enorme potencial las tecnologías de la cuarta revolución industrial aplicadas a la agricultura (agrotech, agro



4.0]), permitiendo optimizar los insumos a un nivel de precisión sin precedentes. Sensores, imágenes tomadas por drones y la interconexión en tiempo real con datos meteorológicos permiten a los agricultores identificar el mejor momento para aplicar los insumos, en la cantidad adecuada y en el lugar preciso que se necesita, lo que redundará en mayores eficiencia, productividad y beneficios económicos en ahorro y en una menor contaminación.

La intensificación sostenible aplicada en la sustitución se enfoca en el reemplazo de tecnologías y prácticas; por ejemplo: el desarrollo genético de nuevas variedades que crecen más rápido, con un mayor rendimiento por hectárea y con resistencia a plagas y enfermedades. También se destacan en este sentido el reemplazo del suelo por tecnologías como la hidroponía, acuaponía o aeroponía, que prescindan de la tierra como sustrato de cultivo, permitiendo una producción por área inigualable, así como la posibilidad de desarrollarse en zonas urbanas.

Finalmente, la intensificación sostenible aplicada en el rediseño abarca un cambio de paradigma frente a los procesos biológicos del agroecosistema. El paradigma imperante en la revolución verde partía de una visión aséptica y uniforme de los cultivos, en donde la diversidad de plantas, insectos y microbios se percibía

como un potencial riesgo, en lugar de un beneficio. Hoy esta concepción ha venido cambiando, y lo que se busca es integrar la biodiversidad como parte de los procesos productivos. De este modo, por ejemplo, el manejo de plagas a través de biocontroladores sustituye el uso de insumos tóxicos; la presencia de aves e insectos favorece la polinización y en consecuencia la diversidad genética, lo que redundará en una mayor protección ante enfermedades; la microbiota e insectos del suelo cumplen un papel fundamental en la nutrición y salud de las plantas; y la alelopatía y asociación de cultivos permiten atraer y repeler fauna según las necesidades de la producción.

En este punto es especialmente relevante la agricultura regenerativa, que le da un valor fundamental a la salud del suelo, reflejada en su perfil de materia orgánica y la microbiota diversa que lo habita. Prácticas como la fertilización orgánica, la rotación de cultivos incluyendo especies fijadoras de nitrógeno, la protección del suelo con coberturas orgánicas y la labranza mínima han mostrado resultados muy favorables, no solo en la optimización de la producción y la rentabilidad para los agricultores, sino también convirtiendo el suelo en un gran sumidero de carbono, al tiempo que se mitiga la dependencia de insumos de síntesis química.

Intensificación sostenible en ganadería bovina

Al margen de que se deba reducir el consumo de carne, especialmente de res, como parte de las soluciones con mayor costo-eficiencia para alcanzar la carbono neutralidad, lo cierto es que la demanda de carne y proteínas ha venido en aumento paralelamente con el nivel de ingreso en los países. Esta tendencia seguirá sucediendo, por lo que es necesario abordar soluciones realistas que mitiguen los impactos del sector. Así pues, el impacto ambiental de la ganadería bovina es directamente proporcional a las oportunidades que presenta para aumentar su eficiencia y sostenibilidad. Recordemos que es la principal causa de cambios en el uso del suelo, tanto en Colombia como en el mundo, bien sea para destinar a pasturas, o para cultivo de piensos.

En consecuencia, la intensificación sostenible en ganadería se materializa en reducir la cantidad de tierra por animal, permitiendo la recuperación de ecosistemas para la captura de carbono, así como en prácticas para reducir la cantidad de emisiones que generan los animales. Algunas de estas soluciones se encuentran en la genética animal, a través del desarrollo de razas que obtengan una mayor ganancia de peso en menor tiempo, pasturas de mayor

calidad y rendimiento, rotación de zonas de pastoreo, e integración de sistemas silvopastoriles que aumenten la captura de carbono en el área de producción.

También, la intensificación sostenible en ganadería se enfoca en tecnologías para la reducción de emisiones, especialmente de metano. Así, la investigación ha desarrollado algunos aditivos que, al incluirse en la dieta del animal, pueden reducir el desarrollo de microorganismos que producen la fermentación entérica en el rumen del ganado. Otras prácticas incluyen la gestión del estiércol para la producción de fertilizantes y energía.

Entretanto, es preciso que se incentiven la producción y el consumo de proteínas alternativas que tengan un menor impacto ambiental (Gráfica 10) y sean más proclives a la implementación de tecnologías y prácticas de intensificación sostenible. La avicultura, la porcicultura y la piscicultura no producen metano, lo que descuenta una enorme cantidad de emisiones frente a la ganadería de animales rumiantes; también demandan menor cantidad de agua y, al mismo tiempo, han tenido un notable y acelerado crecimiento en su productividad, permitiendo una mayor densidad de cría por unidad de área.



Proteínas para el futuro: pensar fuera de la caja

Ahora bien, estas opciones se mantienen dentro de las posibilidades de sustitución tradicionales. Sin embargo, existen alternativas mucho más eficientes en todos los indicadores: huella de carbono, huella hídrica, uso del suelo, contenido de proteína y valor nutricional. La entomocultura y la alguicultura se perfilan como excelentes soluciones de fácil implementación.

La cría de insectos para la alimentación humana o animal (entomocultura) tiene irrefutables ventajas frente a otras fuentes de proteína. A nivel nutricional, muchos insectos entran en la categoría de “proteínas completas”, es decir, que contienen todos los aminoácidos esenciales que se requieren a través de la dieta y, en muchos casos, en mayor proporción a la de otros animales. Al mismo tiempo, son fuente importante de micronutrientes, ácidos grasos y minerales.

De hecho, la de los insectos es la proteína animal más sostenible en términos de consumo de recursos y uso del suelo. Para la producción de un gramo de proteína de insectos se requiere casi 5 veces menos agua que la producción de carne de res; emite 6 veces menos GEI, y necesita 11 veces menos extensión de tierra (Ilustración 3) (Lim, 2022). Esta condición hace viable que su producción pueda darse en suelos urbanizados, muy cerca a los centros de consumo, los cuales su vez generan el insumo de alimentación para los insectos a través de residuos orgánicos.

Al mismo tiempo, los insectos pueden insertarse en la producción agropecuaria: primero, como complemento de gran calidad para la alimentación de otros animales debido a su alto valor nutricional; segundo, como insumo para la fertilización de cultivos, ya que sus exoesqueletos se componen de quitina, un elemento con gran potencial para la agricultura.

Ilustración 3. Porcentaje comestible, huella hídrica, emisiones y uso del suelo. Comparación entre ganadería bovina, porcicultura, avicultura y entomocultura



Fuente: Lim (2022).



Por otro lado, la alguicultura es el cultivo de algas marinas para alimentación humana. Por definición, la producción de estos alimentos ricos en micronutrientes y proteínas no necesita suelos ni fertilización, absorbe grandes cantidades de carbono, y su implementación es viable con bajas inversiones.

El mayor obstáculo para la masificación de la producción y consumo de estas alternativas radica en las preferencias de

consumo arraigadas a la cultura. A pesar de estas limitaciones, las nuevas tendencias de consumo se reflejan en el crecimiento acelerado del mercado de la entomocultura, que, según se prevé, aumentaría a nivel mundial en 73 % en los próximos 5 años, pasando de USD 1,2 billones en 2024 a USD 2,1 billones en 2019 [Mordor Intelligence, 2024].



4

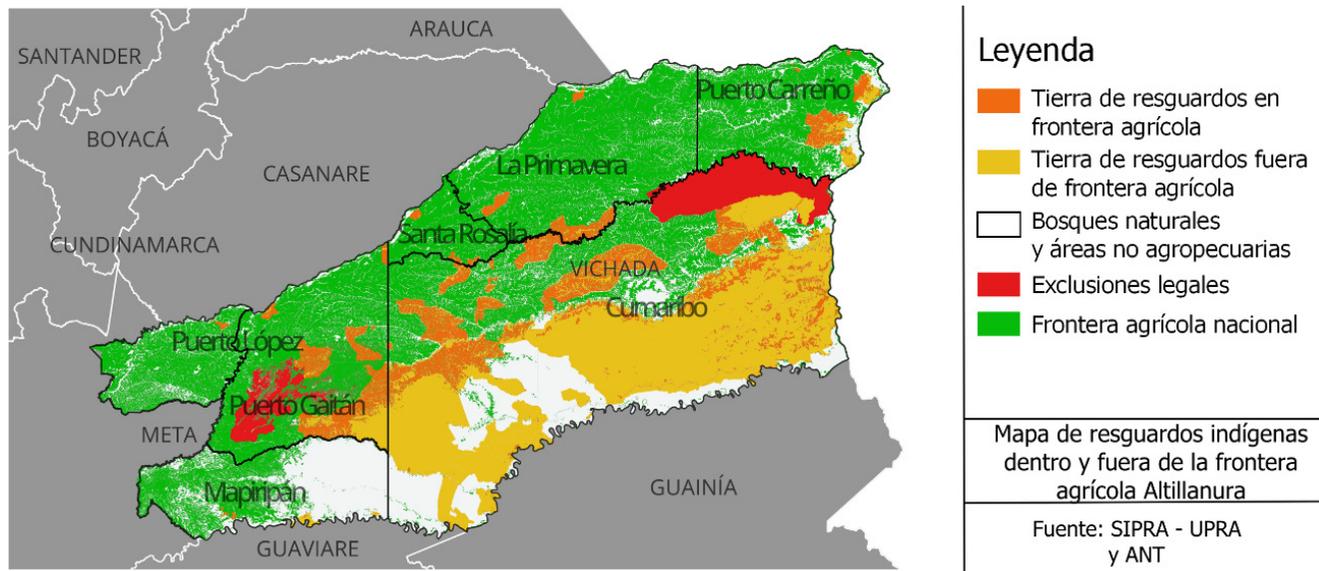
EL DESARROLLO DE LA ALTILLANURA: UNA OPORTUNIDAD PARA MATERIALIZAR

Como vimos, el uso eficiente de los recursos es crucial para garantizar la seguridad alimentaria sin comprometer el bienestar de las personas y el ambiente. En Colombia se conjugan diferentes tipos de ineficiencias que llevan a un uso subóptimo de los recursos disponibles. Particularmente en el uso de la tierra, expusimos cómo el país aprovecha solamente el 25 % del área cultivable, presentando conflictos: por un lado, en las regiones Andina y en parte del Caribe, dentro de la frontera agrícola, por sobreutilización, y por otro, en las zonas norte y oriente, especialmente en la altillanura, por subutilización (Mapa 3).

La altillanura es una región ubicada en la Orinoquía, al oriente de Colombia. Se localiza entre los departamentos de Vichada y Meta, abarcando los municipios de Puerto López, Puerto Gaitán y Mapiripán en el Meta; y los municipios de Cumaribo, Santa Rosalía, La Primavera y Puerto Carreño en el departamento de Vichada. Se trata de un enorme territorio en el que confluyen zonas para la explotación agropecuaria, resguardos y áreas de reserva forestal que suman 13,5 millones de hectáreas. De este total, el 51 % se encuentra dentro de la frontera agrícola, 43 % constituye áreas de bosque y no agropecuarias, y 6 % son zonas de exclusión legal (UPRA, 2023) (Mapa 3).

Mapa 3. Uso del suelo en la región de la altillanura

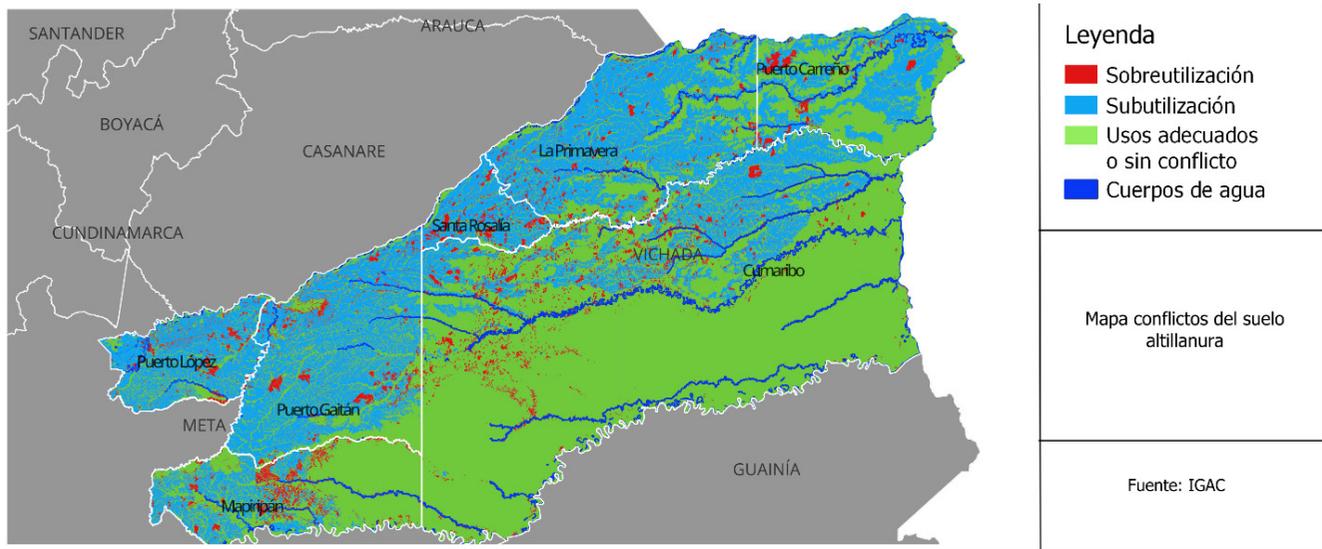
a. División de la tierra en la altillanura



Fuente: UPRA y Agencia Nacional de Tierras (ANT). Elaboración propia.



b. Conflictos de uso del suelo en la altillanura



Fuente: IGAC. Elaboración propia.

La altillanura también tiene una riqueza de recurso hídrico representada en múltiples cuerpos de agua tanto superficiales como subterráneos, y cuenta con un alto régimen de lluvias con dos marcadas estacionalidades de abundancia de agua, lo que facilita el riego por secano de diferentes cultivos. Asimismo, su ecosistema es de sabana no inundable, lo que presenta dos ventajas invaluable para la producción agropecuaria sostenible: primero, por su altitud y perfil de suelo con buen drenaje, no se inunda en temporada de lluvias; segundo, su baja densidad de biomasa evita la deforestación para el establecimiento de actividades productivas.

En total, la región cuenta con casi 7 millones de hectáreas para la producción agropecuaria y forestal, pero dos terceras partes de esta cantidad se encuentran subutilizadas. En 2021 el área sembrada fue de 243.000 ha, divididas en un 64 % en cultivos transitorios y el 36 % restante en cultivos permanentes, de los cuales una gran proporción se localizó en los municipios de Puerto Gaitán y Puerto López. Estos municipios concentran cerca del 99 % del área sembrada en cultivos transitorios, y el 65 % del área sembrada de cultivos permanentes (UPRA, 2021).

En cuanto la producción pecuaria, en total la región tiene un hato ganadero cercano a los 3 millones de cabezas, el 27 % de las cuales se ubican en el municipio de Puerto López; el 20 %, en La Primavera; 19 % en Puerto Gaitán; y 16 % en Mapiripán, mientras que el 16 % restante se localiza en los municipios de Cumaribo, Santa Rosalía y Puerto Carreño (UPRA, 2021). No obstante su histórica vocación ganadera, la eficiencia del hato es limitada. En municipios

como Cumaribo, por ejemplo, puede haber una cabeza por cada 16 ha; un rendimiento que dista mucho de otras regiones ganaderas en Colombia o de países de la región como Argentina o Brasil.

En síntesis, se trata de una región con abundante tierra mecanizable, sabanas naturales para pastoreo, recurso hídrico y una ubicación cercana a mercados como Bogotá D. C. y Villavicencio. No obstante, ¿por qué su desarrollo ha sido limitado? Varios factores pueden explicarlo, pero cabe destacar tres razones principales: condiciones agrológicas, deficiente infraestructura de transporte, e inseguridad jurídica.

La principal limitación agrológica se encuentra en la calidad de sus suelos. Estos se caracterizan por una alta presencia de aluminio y un bajo pH, lo que configura un suelo ácido en el que se dificulta el crecimiento de los cultivos. En consecuencia, se requiere un mejoramiento del suelo para aumentar su fertilidad disminuyendo su acidez, principalmente a partir de la incorporación de grandes cantidades de cal. Este problema se puede superar fácilmente toda vez que en Colombia existen suficientes canteras de cal dolomita o agrícola para satisfacer la demanda. Sin embargo, las otras dos razones generan fuertes desincentivos para su ejecución.

La infraestructura de transporte es precaria. En el modo carretero, a pesar de que al territorio lo atraviesa la Ruta Nacional 40, la cual pretende conectar al país horizontalmente entre Buenaventura y Puerto Carreño, en el tramo de la altillanura la mayor parte se encuentra sin pavimentar o sin ningún tipo de adecuación, lo que la hace altamente vulnerable a la temporada de lluvias, momento en el que se hace di-



fácilmente transitable. En consecuencia, los costos de producción se incrementan considerablemente, tanto para el ingreso de insumos, en los que la cal es fundamental, como para la salida de la producción.

Una alternativa se encuentra en el río Meta, principal afluente de la región que recorre casi paralelamente el trazado de la vía nacional, comunicando los municipios de Puerto Gaitán con Puerto Carreño y desembocando en el río Orinoco. Sin embargo, su navegabilidad es limitada y, al igual que la carretera, depende de las estacionalidades para su utilización; específicamente, en la temporada de lluvias, cuando el caudal aumenta¹⁰. Con todo esto, las inversiones que se requieren para desarrollar actividades productivas en la región son altas y, en consecuencia, demandan un entorno favorable para los negocios, donde la seguridad jurídica desempeña un papel fundamental.

Sin embargo, hay poca formalidad en la propiedad de la tierra. En promedio, el índice de informalidad para la región se ubica en 65 %, y

en algunos municipios es muy superior, como en Mapiripán (84 %), Cumaribo (78 %) o Santa Rosalía (77 %) (UPRA, 2019). En consecuencia, el mercado de tierras se mantiene relativamente estático o de forma irregular, lo que termina dificultando aún más la claridad sobre el historial de posesión de la tierra en la región. Adicionalmente, en algunos municipios que tuvieron presencia del conflicto armado se presentaron casos de despojo en tierras que hoy son objeto de restitución a través de procesos judiciales extensos.

Por último, la reglamentación vigente en materia de limitación a la propiedad de la tierra es ambigua, pues la unidad agrícola familiar puede generar interpretaciones jurídicas como límite máximo y mínimo a la propiedad. Esto es especialmente relevante en la altillanura, pues la vocación del territorio se concentra en actividades que requieren una escala de gran extensión como los cultivos de maíz, soya, palma o caña.

Alimentos sostenibles para el mundo: una oportunidad.

Dadas las condiciones agroecológicas del territorio (suelo, topografía, recurso hídrico, clima), las actividades productivas con mayor vocación se concentran en cultivos como maíz, soya, palma, cacao y piña; y en la producción pecuaria en ganadería bovina, porcicultura y avicultura (DNP, 2023). De hecho, estas actividades agrícolas son las que actualmente presentan un mayor desarrollo en municipios como Puerto López y Puerto Gaitán, que concentran casi la totalidad de cultivos transitorios de la región.

No obstante, la producción de la región, aunque ha aumentado, es aún incipiente ante el potencial de mercado existente. En maíz, por ejemplo, la región cuenta con una vocación cercana a los 5 mi-

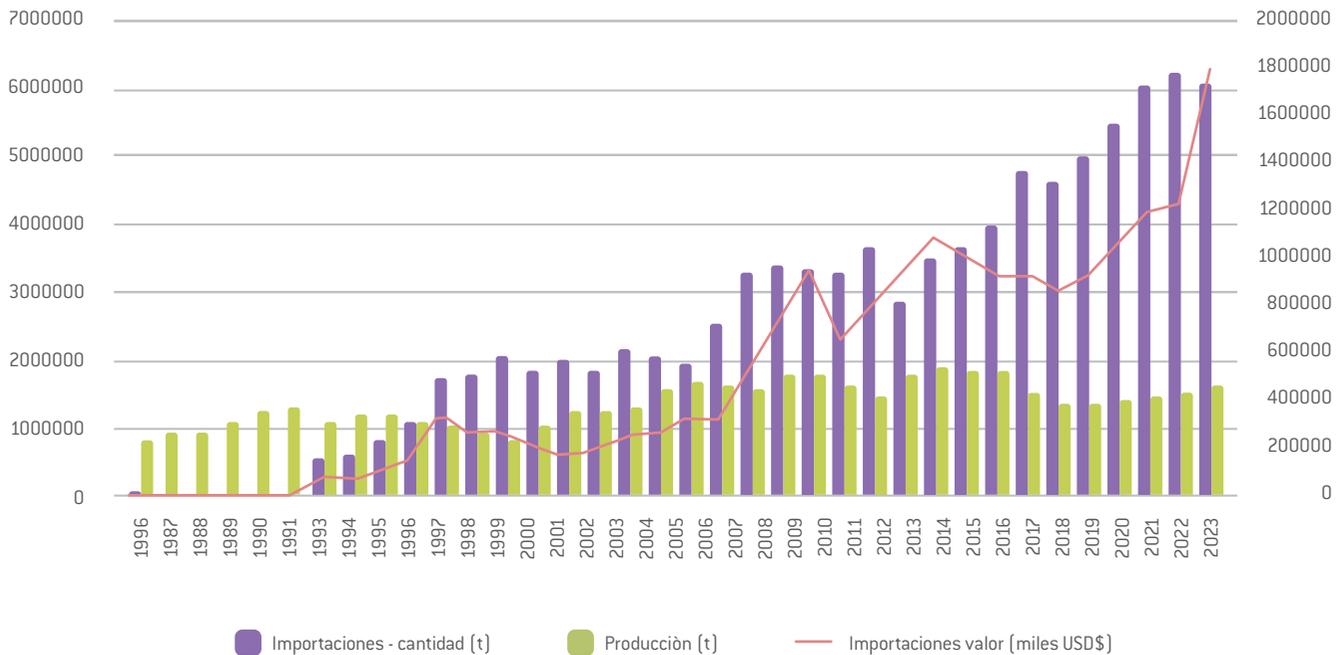
llones de hectáreas (UPRA, 2022b). Sin embargo, según la última evaluación agropecuaria de la UPRA (2024), el área sembrada fue de 35.000 ha, de las cuales el 98 % se concentraron en los municipios de la altillanura ubicados en el Meta.

En este cultivo, fundamental para la alimentación humana y animal, Colombia ha desperdiciado una gran oportunidad. La apertura económica evidenció el rezago productivo del sector, llevando a que las importaciones se multiplicaran por 12 desde entonces, lo que hoy representa una cantidad cercana a los 6 millones de toneladas anuales, equivalentes a casi USD 2 billones. Al mismo tiempo, la producción se ha mantenido prácticamente igual en los últimos 35 años (Gráfica 11).

10. Ambos modos de transporte se encuentran contemplados en Plan Maestro de Transporte Intermodal 2015-2035 (Agencia Nacional de Infraestructura [ANI], 2015). Sin embargo, la ejecución ha sido prácticamente nula, al margen de algunos tramos viales pavimentados hasta el municipio de Puerto Gaitán.



Gráfica 11. Importación y producción de maíz en Colombia, 1986-2021

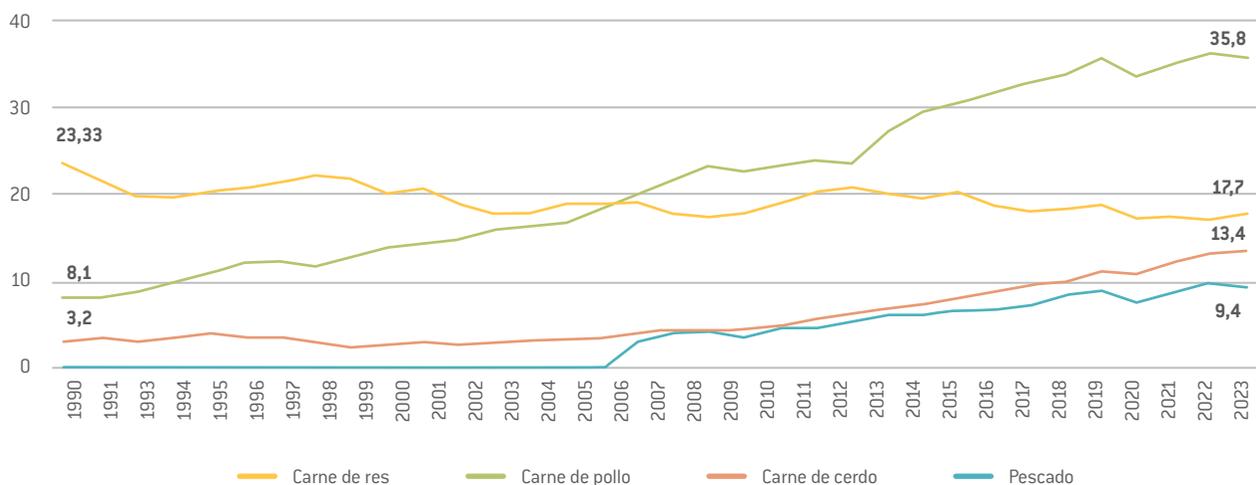


Fuente: FAOSTAT (2022). Elaboración propia.

Al margen de esta oportunidad desaprovechada, la reducción de precios en el maíz derivada del acceso a mercados internacionales, sumada a la tecnificación de la producción, trajo consecuen-

cias positivas para la nutrición nacional. Desde 1990 el consumo de proteínas animales¹¹ se ha cuadruplicado, permitiendo a más personas acceder a este nutriente esencial (Gráfica 12).

Gráfica 12. Consumo aparente per cápita anual de carnes (kilogramos por habitante). Colombia, 1990-2023



Fuente: Fedegán (2023). Elaboración propia.

11. Con excepción de la carne de res, cuyo consumo interno se ha reducido, a pesar de que ha tenido un aumento en la producción para exportación, como consecuencia de su precio.



Lo anterior evidencia cómo la productividad de un sector como el maíz podría generar múltiples consecuencias positivas: sustitución de importaciones, aumento de la productividad de encadenamientos, y seguridad alimentaria. Al mismo tiempo, contribuiría al desarrollo económico local de las regiones productivas como la altillanura. Sin embargo, la baja productividad del sector impide que sea competitivo frente a productores internacionales. Estados Unidos, líder mundial en producción de maíz y principal socio comercial de Colombia en este producto, tiene un rendimiento promedio de 11 toneladas por hectárea (t/ha); en Colombia, este indicador es de 3,9 t/ha, distante a países de la región como Argentina (7,4 t/h) o Brasil (4,6 t/ha) (FAOSTAT, 2022).

Este problema de productividad es similar en la soya, otro de los insumos para la producción de proteínas. En Estados Unidos el rendimiento es de 3,3 t/ha; en Brasil, de 2,9 t/ha; y en Colombia, de 2,6 t/ha (FAOSTAT, 2022). Aunque en este cultivo la brecha en rendimiento no es tan alta como en el maíz, la producción nacional es limitada en volumen ya que no se tiene infraestructura para el procesamiento de la soya y su transformación en torta¹². Como consecuencia, casi la totalidad de este insumo es importado.

Así pues, la altillanura representa un gran potencial para la producción agropecuaria, especialmente en el encadenamiento de las proteínas animales. La demanda por estos productos en el país y el mundo seguirá creciendo, lo que abre una ventana de oportunidad crucial que el país no debe desaprovechar. De hecho, este potencial ya se está materializando en la región en donde existen pioneros en la producción de soya, maíz y pasturas, integradas con la ganadería porcícola y bovina, alcanzando rendimientos muy superiores al promedio nacional y ubicándose incluso por encima del promedio de líderes regionales. Por ejemplo, algunos productores de maíz en la altillanura han alcanzado rendimientos de 8,3 t/ha; en soya, de 3,6 t/ha; y en la ganadería, han pasado de 1 res por cada 16 ha a 1 res por 1 ha. Esta producción es compatible con la sostenibilidad ambiental.

Asimismo, se han implementado prácticas que vale la pena mencionar. En el caso de la agricultura, se destacan estrategias regenerativas como la labranza mínima, el aumento de materia orgánica en el suelo, la reducción de insumos de síntesis química, los cultivos de protección del suelo en descanso y la asociación de cultivos que ayudan a fijar nutrientes en el suelo al tiempo que permiten su recuperación. Mientras tanto, en la producción de ganadería bovina, se han desarrollado tecnologías productivas y genéticas avanzadas que aumentan la eficiencia productiva, reducen la edad de primera preñez, el intervalo entre partos y la edad de destete y elevan la tasa de preñez y el peso. Como consecuencia, se requiere mucho menos espacio para la cría de ganado en comparación con los métodos convencionales. Si este tipo de medidas se extendieran al resto del país, se haría una intensificación sostenible, solucionando los problemas de cambio en el uso del suelo por ganadería, lo que permitiría la restauración en zonas de conservación e incluso la reducción de la frontera agrícola.

Asimismo, la producción porcícola en la altillanura es un referente de intensificación sostenible, logrando aumentar la productividad a través de innovación y tecnología con un proceso eficiente de gestión ambiental. En este caso, cerca del 90 % de los residuos son aprovechados como insumos para la producción de biogás, abonos e insumos para otras industrias.

En conclusión, la altillanura puede ser el referente de un desarrollo económico territorial basado en un sector productivo eficiente, encadenado y sostenible que contribuya a la seguridad alimentaria nacional, el crecimiento económico y la mitigación del cambio climático. Para que esto sea una realidad, se requiere la provisión de bienes públicos esenciales como la conectividad de transporte y digital, servicios públicos básicos para que se puedan generar asentamientos planificados, y un marco normativo que genere seguridad jurídica y estabilidad para las inversiones.

12. La torta de soya es un subproducto obtenido del proceso de extracción del aceite de la soya y sirve como insumo para la alimentación animal.



RECOMENDACIONES



Nueva recomendación



Recomendación relacionada



Recomendación priorizada



Mejorar la información disponible y la interoperabilidad de los datos

La disponibilidad y la interoperabilidad de datos son fundamentales para la competitividad rural. Al contar con información actualizada y confiable, el Estado puede optimizar la asignación de recursos, identificar oportunidades de crecimiento en clústeres productivos específicos y facilitar la conexión entre productores y mercados. Por su parte, el sector privado puede reducir la incertidumbre, mejorar la toma de decisiones de inversión y acceder a financiamiento más favorable.

Sin embargo, la falta de información integrada ha limitado la efectividad de programas gubernamentales y ha obstaculizado el desarrollo de cadenas de valor más eficientes. La implementación plena del Sistema Nacional Unificado de Información Agropecuaria Rural (SNUIRA) y su interoperabilidad con otras bases de datos, como Mi Registro Rural, el Sisbén IV, el Registro Social de Hogares y el Catastro Multipropósito, representa un paso crucial para superar

estas limitaciones. Al integrar datos sobre producción, comercialización, infraestructura y condiciones socioeconómicas, se podrán identificar con mayor precisión nichos de mercado y mejorar la focalización de políticas públicas sociales y productivas.

Considerando las nuevas tendencias hacia la agricultura de precisión, la digitalización de los procesos productivos y la creciente demanda de consumidores por productos seguros y trazables, se requieren sistemas de información robustos y conectados. Al contar con datos actualizados y accesibles, los productores pueden tomar mejores decisiones, adaptarse a los cambios de mercado y el clima. Además, la interoperabilidad de los datos puede facilitar la integración de Colombia en las cadenas de valor globales y el cumplimiento de los estándares internacionales en materia de sostenibilidad y calidad.



Desarrollar un programa de inteligencia de negocios

Un programa de inteligencia de negocios permite identificar de manera precisa nichos de mercado, oportunidades comerciales y obstáculos en el comercio internacional de productos agrícolas y agroindustriales. Dados el dinamismo de las tendencias de consumo global y la creciente demanda de productos sostenibles y de calidad, este programa sería una herramienta fundamental para la toma de decisiones estratégicas tanto a nivel empresarial como gubernamental. Su implementación facilitaría la planificación y ejecución de proyectos que se adapten a las demandas internacionales y se integren eficazmente en las CGV.

Identificar los desafíos para la exportación es esencial para acceder a nuevos mercados, en especial aquellos con acuerdos comerciales vigentes. Obstáculos como barreras no arancelarias, regulaciones fitosanitarias y restricciones específicas de los países importadores requieren una respuesta estratégica. A su vez, el programa debe incluir un componente de monitoreo constante del desempeño de los competidores internacionales, lo que permitiría identificar oportunidades de mercado basadas en las estacionalidades de la oferta y la demanda, asegurando una ventaja competitiva en los momentos en que otros proveedores tienen una oferta limitada.



Establecer una agenda de diplomacia sanitaria

Los servicios de sanidad pública, como la inspección cuarentenaria, la vigilancia, el control y la erradicación de plagas y enfermedades,

junto con la implementación de buenas prácticas a lo largo de la cadena agroalimentaria, son esenciales para cumplir con los estándares



internacionales y superar las barreras no arancelarias que limitan la exportación de productos agropecuarios (Ghezzi *et al.*, 2022). En este contexto, una política integral de inocuidad y trazabilidad agropecuaria se convierte en una herramienta estratégica para asegurar la calidad y seguridad de los productos colombianos en el mercado global.

Para enfrentar los desafíos del futuro, es necesario fortalecer las capacidades del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) y mejorar su coordinación con el Invima y las secretarías de Salud

departamentales y municipales. Este fortalecimiento institucional permitiría una gestión más eficaz de los riesgos sanitarios, fitosanitarios y de inocuidad, aumentando la confianza de los mercados internacionales en los productos colombianos. A la vez, la armonización de las regulaciones nacionales con los estándares internacionales y la negociación de acuerdos con mercados de destino ayudarían a superar las barreras no arancelarias, aprovechando las oportunidades comerciales ya existentes.



Hacer seguimiento a los tratados comerciales firmados

Tanto la evidencia empírica como diferentes estudios son concluyentes respecto a cómo los tratados internacionales incrementan los flujos comerciales en productos agropecuarios (Bureau y Jean, 2013; Ghezzi *et al.*, 2022). Países de la región como Brasil, Chile o Perú han aprovechado estos pactos comerciales y han multiplicado su producción y cantidad de exportaciones considerablemente. Por el contrario, algunas economías se encuentran en desventaja de exportación debido a políticas proteccionistas.

Actualmente, Colombia tiene tratados vigentes de libre comercio con la Comunidad Andina (CAN) (Ecuador, Perú, Bolivia), Canadá, los países de la Comunidad del Caribe (Caricom), Cuba, Costa Rica, Asociación Europea de Libre Comercio (EFTA) (Islandia,

Noruega, Liechtenstein, Suiza), El Salvador, Corea del Sur, Estados Unidos, Nicaragua, Honduras, Israel, México, Mercosur (Argentina, Brasil, Uruguay, Paraguay) y la Unión Europea. Además, se encuentra en proceso de negociación con Emiratos Árabes Unidos, Japón, Turquía y Alianza Pacífico (Botero y Leibovich, 2022). En este sentido, es preciso evaluar y monitorear el uso que el país está dando a estos tratados para la exportación de bienes agropecuarios, identificando las principales barreras no arancelarias que impiden su aprovechamiento. Para ello, sería apropiado consolidar instancias que faciliten desde la intersectorialidad la trazabilidad del trabajo en esta materia. El SNCI puede ser un mecanismo óptimo para este fin.



Promover el desarrollo de las zonas de interés de desarrollo rural y económico (Zidres)

La Ley 1776 de 2016, que establece el marco para la creación de las Zidres, ofrece mecanismos específicos para facilitar la colaboración entre actores de diferentes escalas de producción. Esto no solo permite un intercambio más eficiente de recursos y conocimientos, sino que también aumenta la competitividad y eficiencia de los proyectos agropecuarios, lo cual es crucial en un contexto de creciente demanda de alimentos y presión sobre los recursos naturales.

El desarrollo de las Zidres también puede optimizar el uso de tierras mediante la concesión o arrendamiento de bienes inmuebles de la Nación, promoviendo la formalización de la propiedad y el acceso a tierras para pequeños productores. Esta medida gene-

ra un entorno de seguridad jurídica y confianza que incentiva la inversión en sistemas productivos de gran extensión, necesarios para incrementar la producción de manera sostenible. A su vez, facilita la integración de los pequeños agricultores en cadenas de valor más amplias, mejorando su acceso a mercados y su capacidad de competir a nivel nacional e internacional.

Además, las Zidres fomentan la transferencia de tecnología y la innovación, elementos esenciales para aumentar la productividad en el sector agropecuario. Dado el avance de la tecnología y las crecientes expectativas de sostenibilidad en la producción, estas zonas pueden convertirse en laboratorios de innovación donde se prueben y adopten nuevas prácticas agrícolas y tecnológicas.



Aprovechar la innovación en la producción de proteína animal con tecnologías sostenibles

Incentivar la producción de proteínas animales mediante un uso eficiente del espacio es esencial para asegurar un desarrollo agropecuario sostenible y contribuir a la seguridad alimentaria de Colombia. La transición hacia modelos de producción ganadera más eficientes y de menor demanda de espacio no solo optimiza el uso del suelo, sino que también responde a los crecientes retos de sostenibilidad y adaptación al cambio climático. Promover cadenas productivas como la avicultura, la porcicultura, la acuicultura, alguicultura y la entomicultura permite generar proteínas de alta calidad en espacios reducidos, lo cual es crucial

en un contexto de creciente demanda global de alimentos y recursos limitados.

Establecer programas de incentivos para la adopción de tecnologías y prácticas ganaderas más sostenibles, como la intensificación en sistemas de pastoreo rotativo, la implementación de sistemas silvopastoriles, la mejora genética del ganado y la adopción de buenas prácticas agrícolas y ganaderas, es fundamental para mejorar la eficiencia del uso del suelo. Estas acciones deben estar acompañadas de una asistencia técnica ganadera que oriente a los productores en la transición hacia modelos más eficientes con el uso del suelo.



5

SÍNTESIS DE RECOMENDACIONES

Recomendación	Impacto/costo de oportunidad	Actores involucrados	Observaciones
Mejorar la información disponible e interoperabilidad de los datos.	La información es esencial tanto para el sector público como para el privado. Al Estado le permite optimizar la focalización de recursos, a la vez que identificar potenciales oportunidades de clústeres productivos y potenciales, generando vínculos efectivos entre la oferta y la demanda local e internacional. Al sector privado, le facilita la optimización de inversiones, al mismo tiempo que reduce el riesgo percibido por el sector financiero para el otorgamiento de crédito y seguros.	Minagricultura, DNP, DANE, IGAC, ministerios y agencias con programas de desarrollo rural, sector privado, academia y organizaciones sociales agropecuarias	Avanzar en la implementación del Sistema Nacional Unificado de Información Agropecuaria Rural (SNUIRA) y su interoperabilidad con la información de otras fuentes como Mi Registro Rural de Minagricultura, Sisbén IV y el Catastro Multipropósito (CMP).
Establecer una agenda de diplomacia sanitaria.	La inspección cuarentenaria, la vigilancia, el control y la erradicación de plagas y enfermedades, así como la implementación de las buenas prácticas a lo largo de la cadena agroalimentaria, son condiciones imperativas para el comercio exterior y suponen una de las principales barreras no arancelarias para la internacionalización.	Minagricultura, Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (MinCIT), DNP, ICA e Invima	Asegurar el fortalecimiento técnico y financiero de la Comisión Intersectorial de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias.
Diseñar un programa para la inteligencia de negocios.	Es necesario un programa de inteligencia de negocios específicamente diseñado para la identificación de nichos de mercado, oportunidades comerciales y obstáculos en el ámbito del comercio internacional de productos agrícolas y agroindustriales. Este programa debe ser concebido como un instrumento esencial para la toma de decisiones estratégicas tanto a nivel empresarial como al gubernamental, orientado a la planificación y ejecución de proyectos productivos que respondan efectivamente a las demandas internacionales.	Minagricultura, MinCIT, DNP, ICA e Invima	



Recomendación	Impacto/costo de oportunidad	Actores involucrados	Observaciones
<p>Hacer seguimiento a los tratados comerciales firmados.</p>	<p>Es preciso evaluar y monitorear el uso que el país está dando a estos tratados para la exportación de bienes agropecuarios, identificando las principales barreras no arancelarias que impiden su aprovechamiento.</p>	<p>Minagricultura, MinCIT y DNP</p>	<p>Consolidar instancias que faciliten desde la intersectorialidad la trazabilidad del trabajo en esta materia. El Sistema Nacional de Competitividad e Innovación (SNCI) puede ser un mecanismo óptimo para este fin.</p>
<p>Promover el desarrollo de Zidres</p>	<p>La implementación de la Ley Zidres en regiones habilitadas puede impulsar las economías rurales. Esto se logra a través de la colaboración entre diferentes actores, fomentando el intercambio de recursos y conocimientos para aumentar la eficiencia en proyectos agropecuarios. Además, las Zidres facilitan el uso de tierras, promoviendo la inversión y la formalización de la propiedad, lo que beneficia a los pequeños productores y proporciona seguridad jurídica. También promueve la transferencia de tecnología y la innovación en el sector agropecuario, clave para la productividad regional.</p>	<p>Minagricultura, DNP, Agencia de Desarrollo Rural (ADR) y ANT</p>	
<p>Incentivar la producción de proteínas animales en uso eficiente del espacio.</p>	<p>Es necesario impulsar modelos de producción ganadera más eficientes y de menor requerimiento de espacio. Esto implica promover cadenas productivas como la avicultura, la porcicultura, la acuicultura y la entomicultura, que se puedan desarrollar en espacios reducidos. Para lograrlo, se deben implementar programas de incentivos que fomenten la adopción de tecnologías ganaderas eficientes, como sistemas de pastoreo rotativo y silvopastoriles, mejora genética del ganado y buenas prácticas agrícolas y ganaderas.</p>	<p>Minagricultura, DNP, Gobiernos locales, ADT, ANT y sector privado</p>	



6



REFERENCIAS

- 1 Acolsemillas. (2021). "Semillas certificadas garantizan la seguridad alimentaria en Colombia": Acolsemillas. <https://acolsemillas.org/semillas-certificadas-garantizan-la-seguridad-alimentaria-en-colombia-acolsemillas/>
- 2 ANI. (2015). *Lista de proyectos priorizados, Plan Maestro de Transporte Intermodal 2015-2035*. https://www.ani.gov.co/sites/default/files/lista_de_proyectos_pmti.pdf
- 3 Argüello, R., Delgado, R., Espinosa, M., González, T. y Sandoval, J. M. (2022). *Análisis costo-beneficio de las opciones para alcanzar cero emisiones netas en Colombia* (Nota técnica N.º IDB-TN-02540). División de Cambio Climático, Banco Interamericano de Desarrollo (BID).
- 4 Barrera, M., Perfetti, J. J. y Junguito, R. (2019). *Uso potencial y efectivo de la tierra agrícola en Colombia: resultados del censo nacional agropecuario*. Fedesarrollo
- 5 Botero, J. H. y Leibovich, J. (2022). *Desarrollo agropecuario, reducción de la pobreza rural y cuidado de los bosques*.
- 6 Bureau, J. C. y Jean, S. (2013). *The Impact of Regional Trade Agreements on Trade in Agricultural Products* (OECD Food, Agriculture and Fisheries Papers N.º 65).
- 7 Cepal. (2012). *Middle-income countries: A structural-gap approach*.
- 8 Clark, M. A., Domingo, N., Colgan, K., Thakrar, S., Tilman, D., Lynch, J., Azevedo, I. y Hill, J. (2020). Global food system emissions could preclude achieving the 1.5° and 2° C climate change targets. *Science*, 370(6517), 705-708.
- 9 CPC. (2023). *Informe Nacional de Competitividad 2023-2024*.
- 10 CPC y Universidad del Rosario (2024). *Índice Departamental de Competitividad 2024*.
- 11 Crippa, M., Solazzo, E., Guizzardi, D., Monforti-Ferrario, F., Tbiello, F. N. y Leip, A. (2021). Food systems are responsible for a third of global anthropogenic GHG emissions. *Nature Food*, 2, 198-209. <https://doi.org/10.1038/s43016-021-00225-9>
- 12 DANE. (2014). *Censo Nacional Agropecuario, 2014*.
- 13 DANE. (2023). *Cuentas nacionales anuales*. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/cuentas-nacionales/cuentas-nacionales-anuales>
- 14 DANE. (2024). *Inseguridad alimentaria a partir de la escala FIES*. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/salud/escala-de-experiencia-de-inseguridad-alimentaria-fies>
- 15 Davis, B., Mane, E., Gurbuzer, L. Y., Caivano, G., Piedrahita, N., Schneider, K., Azhar, N., Benali, M., Chaudhary, N., Rivera, R., Ambikapathi, R. y Winters, P. (2023). *Estimating global and country-level employment in agrifood systems* (FAO Statistics Working Paper Series, N.º 23-34). FAO. <https://doi.org/10.4060/cc4337en>
- 16 DNP. (2018). *CONPES 3926 de 2018, Política de adecuación de tierras 2018-2038*. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3926.pdf>
- 17 Ericksen, P. J. (2007). *Conceptualizing food systems for global environmental change research*. Environmental Change Institute, Oxford University Centre for the Environment
- 18 FAO. (2023). *El estado mundial de la agricultura y la alimentación 2023. Revelar el verdadero costo de los alimentos para transformar los sistemas agroalimentarios*.
- 19 FAOSTAT. (2022). *Datos*. <https://www.fao.org/faostat/es/#data>
- 20 Fedegán, (2023). *Datos e Indicadores – Consumo aparente per cápita de carnes*. <https://www.fedegan.org.co/datos-e-indicadores>
- 21 Ghezzi, P., Hallak, J. C., Stein, E., Ordóñez, R. y Salazar, L. (2022). *Competir en la Agroindustria, Estrategias empresariales y políticas públicas para los desafíos del siglo XXI*. BID.
- 22 Girma, M. y Jemal, A. (2015). Irrigation system in Israel: A review. *International Journal of Water Resources and Environmental Engineering*, 7(3), 29-37. <https://doi.org/10.5897/IJWREE2014.0556>
- 23 Godfray, H. C. J., Beddington, J. R., Crute, I. R., Haddad, L., Lawrence, D., Muir, J. F., Pretty, J., Robinson, S., Thomas, S. M. y Toulmin, C. (2010). Food Security: The Challenge of Feeding 9 Billion People. *Science*, 327(5967), 812-818. <https://doi.org/10.1126/science.1185383>
- 24 González, S. P., Ramírez, A. M., Ortiz, S. A., Romero, F. A., Moreno, M. N., Yepes, L. A. y Uribe, C. P. (2023). *Boletín de indicadores en ciencia tecnología e innovación del sector agropecuario 2021*. Agrosavia. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/38370>
- 25 Ideam, PNUD, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Minambiente), DNP y Cancillería. (2015). *Nuevos escenarios de cambio climático para Colombia 2011-2100: Herramientas científicas para la toma de decisiones – Enfoque nacional-regional: Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático*.
- 26 IGAC, Minagricultura, Minambiente, Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (Minvivienda), Instituto Colombiano de Desarrollo Rural (Incoder), Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), Ideam, Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales (UAESPNN), Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos "Alexander Von Humboldt", Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andreis" (Invemar), Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi y Servicio



- Geológico Colombiano (Ingeominas). (2012). *Estudio de los conflictos de uso del territorio colombiano a escala 1:100.000*.
- 27 Kalra, N., Molina-Pérez, E., Syme, J., Esteves, F., Cortés, H., Rodríguez-Cervantes, M. T., Espinoza-Juárez, V. M., Jaramillo, M., Alatorre, C., Buttazzoni, M. y Vogt-Schilb, A. (2023). *Costos y beneficios de lograr la carbono-neutralidad en América Latina y el Caribe*. BID. <http://dx.doi.org/10.18235/0005330>
- 28 Lim, X. (2022). *Bugs and the future of meats*.
- 29 Minagricultura. (2018a). *Lineamientos estratégicos de política pública: Agricultura Campesina Familiar y Comunitaria ACFC*. www.minagricultura.gov.co/Documents/lineamientos-acfc.pdf
- 30 Minagricultura. (2018b). *Resolución 261 de 2018*.
- 31 Mordor Intelligence. (2024). *Insect Feed Market - Global Industry Growth, Share, Trends and Forecast 2024-2029* (Industry report).
- 32 Murcia, J. D. (2021). *Usar semillas certificadas aumenta el rendimiento de cultivos aproximadamente en 40%*. Agronegocios. <https://www.agronegocios.co/agricultura/usar-semillas-certificadas-aumenta-el-rendimiento-de-cultivos-aproximadamente-en-40-3584253#>
- 33 Niblick, B., Morelli, B., Hawkins, T., Henderson, A., Golden, H., Compton, J., Cooter, E. y Bare, J. (2018). *Eutrophication Model Development for Life Cycle Impact Assessment in the United States (ICOSSE '18 presentation)*. ICOSSE '18: 7th International Congress on Sustainability Science & Engineering, Cincinnati, Ohio, agosto 12-15. https://cfpub.epa.gov/si/si_public_record_report.cfm?Lab=NRMRL&dirEntryId=342136#:~:text=Description%3A,in%20a%20body%20of%20water
- 34 OCDE. (2022). *Rural Policy Review of Colombia 2022*. https://www.oecd-ilibrary.org/urban-rural-and-regional-development/rural-policy-review-of-colombia-2022_c26abeb4-en
- 35 OCDE y FAO. (2023). *OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas 2023-2032*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/2ad6c3ab-es>
- 36 ONU. (2024). *World Population Prospects*. <https://population.un.org/wpp/>
- 37 OWID. (2019). *Share of the labor force employed in agriculture*. https://ourworldindata.org/grapher/share-of-the-labor-force-employed-in-agriculture?tab=chart&show-SelectionOnlyInTable=1&country=COL~OWID_WRL~High+income~Upper+middle+income~Low+income~Lower+middle+income
- 38 OWID. (2022). *Uso de maquinaria*. <https://ourworldindata.org/grapher/machinery-per-agricultural-land?country=Low+income~Lower+middle+income~Upper+middle+income~High+income>
- 39 OWID. (2023a). *Employment in Agriculture*. <https://ourworldindata.org/employment-in-agriculture>
- 40 OWID. (2023b). *Share of GDP from agriculture*. https://ourworldindata.org/grapher/agriculture-share-gdp?tab=chart&country=OWID_WRL~COL
- 41 OWID. (2024). *Daily supply of calories per person, 1947 to 2021*. <https://ourworldindata.org/grapher/daily-per-capita-caloric-supply?country=~COL>
- 42 Parra-Peña, R. I., Puyana, R. y Yepes, F. (2021). *Análisis de la productividad del sector agropecuario en Colombia y su impacto en temas como: encadenamientos productivos, sostenibilidad e internacionalización, en el marco del programa Colombia Más Competitiva*. Fedesarrollo.
- 43 Pretty, J., Benton, T. G., Bharucha, Z. P., Dicks, L. V., Butler, C., Godfray, H. C. J., Goulson, D., Hartley, S., Lampkin, N., Morris, C., Pierzynski, G., Prasad, P. V., Reganold, J., Rockström, J., Smith, P., Thorne, P. y Wratten, S. (2018). *Global assessment of agricultural system redesign for sustainable intensification*. *Nature Sustainability*, 1, 441-446. <https://doi.org/10.1038/s41893-018-0114-0>
- 44 Perfetti, J. J., Bravo-Ureta, B. E., García, A., Pantoja, J., Delgado, M., Blanco, J., Jara-Rojas, R., Moraga, C., Paredes, G., Naranjo, J. y González, L. (2019). *Adecuación de tierras y el desarrollo de la agricultura colombiana: políticas e instituciones*. Fedesarrollo.
- 45 Perfetti, J. J., Leibovich, J., Delgado, M. y López, E. (2023). *La tierra para uso agropecuario en Colombia: Equidad y productividad. Informe de medio término*. Fedesarrollo.
- 46 PNUD. (2010). *Mainstreaming Climate Change in Colombia: Screening for risks and opportunity*. <https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/publications/CC%20risk%20Mainstreaming%20Climate%20Change%20in%20Colombia-EN.pdf>
- 47 Poore, J. y Nemecek, T. (2018). *Reducing food's environmental impacts through producers and consumers*. *Science*, 360(6392), 987-992.
- 48 Ritchie, H. (2020). *You want to reduce the carbon footprint of your food? Focus on what you eat, not whether your food is local*. Our World in Data. <https://ourworldindata.org/food-choice-vs-eating-local>
- 49 Ritchie, H. (2022). *After millennia of agricultural expansion, the world has passed 'peak agricultural land'*. Our World in Data.
- 50 Ritchie, H. y Rodés-Guirao, L. (2024). *Peak global population and other key findings from the 2024 UN World Population Prospects*. Our World in Data. <https://ourworldindata.org/un-population-2024-revision>
- 51 Ritchie, H., Rosado, P. y Roser, M. (2022). *Environmental Impacts of Food Production*. Our World in Data. <https://ourworldindata.org/environmental-impacts-of-food>
- 52 Roser, M. (2024). *Why is improving agricultural productivity crucial to ending global hunger and protecting the world's wildlife?* Our World in Data. <https://ourworldindata.org/agricultural-productivity-crucial>
- 53 Secretaría de Planeación de Bogotá. (s. f.). *Caracterización de vivienda y población de la zona rural de Bogotá D. C.* https://www.sdp.gov.co/sites/default/files/caracterizacion_ruralidad_vf.pdf
- 54 UPRA. (2020). *Informalidad de la tenencia de la tierra en Colombia*. https://www.upra.gov.co/documents/10184/104284/01_informalidad_tenencias_tierras



- 55 UPRA. (2021). *Evaluaciones Agropecuarias Municipales 2021*.
- 56 UPRA. (2022a). *Evaluación agropecuaria 2021*.
- 57 UPRA. (2022b). *Frontera agrícola nacional*. <https://sipra.upra.gov.co/nacional>
- 58 UPRA (2023). *Sistema de Información para la Planificación Rural Agropecuaria, SIPRA*. <https://sipra.upra.gov.co/nacional>
- 59 UPRA. (2024). *Evaluaciones Agropecuarias Municipales 2023*.
- 60 Van Dijk, M., Morley, T., Rau, M. L. y Saghai, Y. (2021). A meta-analysis of projected global food demand and population at risk of hunger for the period 2010–2050. *Nature Food*, 2(7), 494-501.