



ANÁLISIS DE LA SOSTENIBILIDAD de paisajes agropecuarios

Aproximación conceptual y metodológica

Clarita Bustamante-Zamudio
Johan Manuel Redondo
Santiago A. Roa-Ortiz
Editores

INSTITUTO
HUMBOLDT
COLOMBIA

AGROSAVIA
EDITORIAL

ANÁLISIS DE LA SOSTENIBILIDAD de paisajes agropecuarios

Aproximación conceptual y metodológica

Clarita Bustamante-Zamudio

Johan Manuel Redondo

Santiago A. Roa-Ortiz

Editores



AGROSAVIA
EDITORIAL



Análisis de la sostenibilidad de paisajes agropecuarios: aproximación conceptual y metodológica. / Clarita Bustamante Zamudio [y otros once]. -- Mosquera, (Colombia): AGROSAVIA, 2022.

114 páginas (Colección Alianzas agrosavia)

Incluye fotos y referencias bibliográficas

ISBN E-book: 978-958-5183-54-4

1. Desarrollo sostenible 2. Agricultura sostenible 3. Servicios de los ecosistemas 4. Ordenación de recursos naturales
5. Economía circular 6. Cambio climático.

Palabras clave normalizadas según Tesauro Multilingüe de Agricultura Agrovoc

Catalogación en la publicación – Biblioteca Agropecuaria de Colombia

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt

Calle 28 A # 15-09 Bogotá D. C. • PBX: (+571) 320 2767 • <http://humboldt.org.co/>

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA

Sede Central. Kilómetro 14 vía Mosquera-Bogotá, Mosquera. Código postal 250047, Colombia • <https://www.agrosavia.co/>

Clarita Bustamante Zamudio
Johan Manuel Redondo Ortegón
Santiago A. Roa-Ortiz
Sioux Fanny Melo L.
Martha Liliana Márquez Torres
Nelson Enrique Lozano Castro
Jeimy Andrea García-García
Julián Díaz-Timoté
María Fernanda Pereira
Mauricio Torres
Olga del Pilar Andrade Medina
Amanda Lucía Soto Agudelo
Alan Jorge Bojanic Helbingen, por el prólogo

Publicado en mayo de 2022

Preparación editorial

Editorial AGROSAVIA

editorial@agrosavia.co

Publicaciones Humboldt

Dirección editorial: Liliana Gaona García y Esteban Giraldo González

Corrección de estilo: Andrés Castillo Briea

Diseño: Mónica Cabiata

Diagramación: Estudio 45-8 S. A. S.

Citación sugerida: Bustamante-Zamudio, C., Redondo, J. M., & Roa-Ortiz, S. A. (Eds.). (2022). *Análisis de la sostenibilidad de paisajes agropecuarios: aproximación conceptual y metodológica*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA; Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. <https://doi.org/10.21930/agrosavia.analisis.5183544>

Las entidades editoras no son responsables de las opiniones y de la información recogidas en el presente texto. Los autores asumen de manera exclusiva y plena toda responsabilidad sobre su contenido, ya sea este propio o de terceros, declarando en este último supuesto que cuentan con la debida autorización de terceros para su publicación. Igualmente, expresan que no existe conflicto de interés alguno en relación con los resultados de la investigación propiedad de tales terceros. En consecuencia, los autores serán responsables civil, administrativa o penalmente, frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros, relativa a los derechos de autor u otros derechos que se vulneren como resultado de su contribución.



https://co.creativecommons.org/?page_id=13

Contenido

Abreviaturas, acrónimos y siglas	7
Agradecimientos	9
Prefacio.....	10
Prólogo	13

Parte I

Crecimiento verde y desarrollo sostenible16

Capítulo I. Del crecimiento verde a la agricultura sostenible en Colombia.....17

Sioux Fanny Melo L.

Misión y Política de Crecimiento Verde	19
Referencias	24

Capítulo II. Construyendo referentes comunes de sostenibilidad26

Clarita Bustamante-Zamudio

Parte II

Criterios de la agricultura sostenible35

Capítulo III. Disponibilidad de productos agropecuarios36

Martha Liliana Márquez Torres, Nelson Enrique Lozano Castro



Capítulo IV. Disponibilidad y eficiencia
en el uso de recursos naturales,
biodiversidad y servicios ecosistémicos42

Jeimy Andrea García-García, Julián Díaz-Timoté

Capítulo V. Gestión de recursos y residuos
con orientación a la economía circular53

Santiago A. Roa-Ortiz

Capítulo VI. Bienestar y gobernanza62

María Fernanda Pereira

Capítulo VII. Resiliencia en sistemas
socioecológicos72

Johan Manuel Redondo

Capítulo VIII. El cambio climático en Colombia:
dimensión del problema y herramientas
políticas, jurídicas y administrativas
para afrontarlo78

Mauricio Torres



**Capítulo IX. Metodología de análisis
de los paisajes agropecuarios91**

Clarita Bustamante-Zamudio, Johan Manuel Redondo

**Capítulo X. El indicador de la Política
de Crecimiento Verde (PCV)106**

Olga del Pilar Andrade Medina, Amanda Lucía Soto Agudelo

Epílogo 112





Abreviaturas, acrónimos y siglas

ADR	Agencia de Desarrollo Rural
AGROSAVIA	Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria
ANT	Agencia Nacional de Tierras
CAR	Corporaciones Autónomas Regionales
Cepal	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CIAT	Centro Internacional de Agricultura Tropical
CISAN	Comisión Intersectorial de Seguridad Alimentaria y Nutricional
CONPES	Consejo Nacional de Política Económica y Social
Crece	Centro de Estudios Regionales Cafeteros
CTA	Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
DNP	Departamento Nacional de Planeación
ECDBC	Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono
(la) ENA	Encuesta nacional agropecuaria
(el) ENA	Estudio Nacional del Agua
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
Fedearroz	Federación Nacional de Arroceros
Fedegán	Federación Colombiana de Ganaderos
Finagro	Fondo para el Financiamiento del Sector Agropecuario
GEI	Gases efecto invernadero
GGGI	Instituto Global de Crecimiento Verde

ICA	Instituto Colombiano Agropecuario
ICBF	Instituto Colombiano de Bienestar Familiar
Ideam	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales
IGAC	Instituto Geográfico Agustín Codazzi
Invermar	Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras
MADR	Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural
MADS	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
MinCit	Ministerio de Comercio, Industria y Turismo
Minsalud	Ministerio de Salud y Protección Social
Mintrabajo	Ministerio del Trabajo
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
ODM	Objetivos de Desarrollo del Milenio
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
PCV	Política de Crecimiento Verde
PNACC	Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático
PNNV	Plan Nacional de Negocios Verdes
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
SE	Servicios ecosistémicos
SEN	Sistema Estadístico Nacional
SENA	Servicio nacional de Aprendizaje
SbN	Soluciones Basadas en la Naturaleza
TIC	Tecnologías de la Información y las Comunicaciones
UN	United Nations
UNAD	Universidad Nacional Abierta y a Distancia
Unisalle	Universidad de la Salle
UPA	Unidad de Producción Agropecuaria
UPRA	Unidad de Planificación Rural Agropecuaria



Agradecimientos

Nuestros agradecimientos a las instituciones que, mediante su apoyo con recursos humanos, técnicos y/o financieros, hicieron posible la realización de este libro: DNP, DANE, MADR, AGROSAVIA e Instituto Humboldt. Que este esfuerzo lleno de innovación y esperanza sirva de inspiración al quehacer institucional y al desarrollo sostenible del país.

Agradecemos a todas las instituciones participantes en los talleres, DANE, IGAC, AGROSAVIA, UPRA, Ideam, CIAT, MADR, ICA, DNP, MADS, Instituto Humboldt, Mintrabajo, SENA, Minsalud, ICBF, ADR, ANT, Finagro, Fedearroz, Fedepanela, Fedegán, UNAD, Unisalle y FAO; a todos gracias por sus valiosos aportes a la conceptualización conjunta.

También agradecemos a AGROSAVIA, especialmente a los investigadores que contribuyeron a los diagramas causales en el componente de vulnerabilidad de los cultivos a plagas y enfermedades (German David Sánchez León, Érika Patricia Martínez, Fabián Enrique Martínez), y en el componente de ciclaje de nutrientes y almacenamiento de agua en suelos (William Andrés Cardona).

De igual manera, agradecemos al Instituto Humboldt, especialmente a Paola Johanna Isaacs, Sandra Marcela Cely y Ana Carolina Santos, por su participación en los diagramas causales de los componentes de polinización y dispersión de semillas y del componente hidrológico, respectivamente.

Agradecemos a Cristian Páez Hernández por la coordinación del taller sobre unidades de análisis, así como por la elaboración de mapas y por su contribución a las propuestas de unidades espaciales.



Prefacio

Esta obra responde a la necesidad de divulgar una forma de entender y analizar la sostenibilidad de los paisajes que incluya todas las categorías de usos agropecuarios, con el objetivo de que dicha sostenibilidad tenga un marco institucional propio. Esta forma de entender y analizar la sostenibilidad se deriva de una construcción conceptual y metodológica, generada de manera concertada con instituciones de carácter nacional comprometidas con el desarrollo sostenible rural de Colombia, y no refleja la posición de ninguna institución en particular.

Su pertinencia radica en que proporciona a la institucionalidad conceptos y métodos para producir evidencias sistémicas comparables del comportamiento de estos paisajes, desde una perspectiva multidimensional de la sostenibilidad. De esta manera, permite una gestión integral de los paisajes, en la cual todas sus dimensiones y atributos alcanzan niveles básicos de funcionalidad y desempeño.

10

Llevar a cabo la gestión sostenible de los paisajes conlleva una ineludible articulación institucional para establecer umbrales y metas comunes que satisfagan las expectativas de manera acordada y para diseñar escenarios en los cuales tales expectativas se materialicen. El objetivo es poder estimar, en entornos de simulación controlada, el aporte de las políticas, programas y proyectos que las diferentes partes interesadas plantean con miras a mejorar el sector agropecuario del país. En tal sentido, esta obra es un documento de referencia para las instituciones nacionales interesadas en el desarrollo sostenible rural en Colombia, aunque también puede ser de interés para los profesionales que pretendan formarse en la línea de la gestión sostenible de paisajes.

La historia de la elaboración de esta obra comienza a finales de 2019. Fue entonces cuando se llevó a cabo una dinámica interinstitucional que buscó definir los subindicadores o las variables que conducían a la medición del indicador “Agricultura Sostenible”, contenido tanto en el CONPES de Crecimiento Verde como en los compromisos adquiridos por Colombia en la meta 4 del ODS 2.

Los ejercicios iniciales partieron de la base de que todas las instituciones participantes compartían una misma aproximación y definición del concepto de *agricultura sostenible*. Sobre esta premisa se establecieron comisiones que trataron de manera separada temas como suelo, agua, biodiversidad, seguridad alimentaria y clima.

Sobre estas comisiones, vale la pena destacar que, mientras se debatía en la comisión de seguridad alimentaria si era allí donde se debían discutir los asuntos de la biodiversidad (algunas instituciones afirmaban que los dos temas no tenían vínculo), se llegó a dos tipos de conclusiones de especial relevancia. Por un lado, que el tema de la sostenibilidad se entendía de manera muy diversa, y por otro, que dada la estrecha relación de los temas contemplados, estos no podían ser abordados de manera independiente, por lo cual era decisivo generar una mecánica que permitiera abordar el asunto de manera articulada y sistémica.

Se planteó entonces la necesidad de analizar de forma más detallada la aproximación de cada institución, para conocer cuáles atributos planteaba para los paisajes agropecuarios y analizar la relación de estos con los contemplados por otras instituciones. El fin era ver cómo estaban entrelazados los atributos, el modo como la gestión de unos afectaba a los otros y la forma como, analizándolos de manera conjunta, se expresaban en el comportamiento de la agricultura.

Esta dinámica permitió poner a dialogar las posturas de cada institución, no solo sobre el indicador y su importancia, sino también sobre las perspectivas, las familias conceptuales, las miradas, los avances, las metas y los cuellos de botella. Con esto se evidenció que, si bien el desarrollo sostenible en el marco del sector agropecuario era un reto común general, no existía un consenso que permitiera dirigir ese esfuerzo común en la misma dirección. Se debió, por

tanto, llegar a acuerdos en lo conceptual¹ sobre cinco nociones² y en lo metodológico. Tales acuerdos se fundamentaron en la revisión del estado del arte y en el contexto nacional, y en ellos predominaron posturas conceptuales distintas a las acordadas, lo cual no significa que este libro sea una revisión de literatura (se trata, más bien, de un libro propositivo sobre las cuestiones en mención).

El presente trabajo aborda la agricultura sostenible desde un enfoque de desarrollo rural que incluye, de manera articulada, aspectos sociales, económicos y ambientales, y que busca mantener a lo largo del tiempo los recursos naturales, la productividad y el bienestar. La obra está concebida por partes, que representan los temas centrales, y por capítulos, que describen detalles de cada tema y cuya numeración consecutiva obedece a la interrelación de estos detalles.

El capítulo I expone la política pública que antecede al requerimiento del indicador “Agricultura Sostenible”. Los resultados de los acuerdos conceptuales se presentan en forma de definiciones en el capítulo II, mientras que la descripción detallada de los criterios incluidos en dichas definiciones se desarrolla en los capítulos III a VIII. En el capítulo IX se expone la propuesta metodológica concertada, y finalmente, en el capítulo X, se demarca, a manera de conclusión, el ámbito institucional que acompaña el proceso de medición y análisis del indicador.

Los capítulos se contextualizan unos a otros; están entrelazados, se citan entre sí, y lo ideal es leerlos en orden. Sin embargo, si el lector tiene un interés particular en algún capítulo, este puede consultarse de manera independiente, dado que contiene la información primordial requerida y lo suficientemente contextualizada. De igual manera, si el lector desea conocer más sobre los temas con los cuales se conecta cada capítulo, este contiene referencias o hipervínculos que permiten profundizar en ellos.

- 1 Para llegar a los acuerdos conceptuales, se recogieron las bases de los planteamientos del desarrollo sostenible, como la satisfacción de necesidades, la incorporación de lo temporal a futuro, la multidimensionalidad y la multiescalaridad.
- 2 Agricultura sostenible, paisaje agropecuario sostenible, agroecosistema sostenible, sistema de producción agropecuario sostenible, práctica sostenible.



Prólogo

Producir alimentos de calidad para una población creciente es un reto muy interesante, más aún cuando se tiene que buscar la sostenibilidad de un planeta ya de por sí bastante afectado por la transformación de sus ecosistemas. El texto que tiene en sus manos aborda este tema con un enfoque multidisciplinario y contenidos de altísimo valor académico.

Lo anterior se alinea con una de las prioridades de la FAO, que es la de hacer que la agricultura, la actividad forestal y la pesca sean más productivas y sostenibles. El libro hace un aporte importante en tal sentido, ya que permite estimar si se está siguiendo el camino adecuado para alcanzar la sostenibilidad en la producción agropecuaria. La FAO es consciente de que cuatro millones de colombianos están subalimentados, situación que se ve agravada por el atraso que viene experimentando el sector rural colombiano en las últimas décadas, pese a que el campo es un eje fundamental para el desarrollo del país, sin olvidar que, a nivel global, la producción agropecuaria es la principal fuente de contaminación del agua y la mayor fuente antropogénica de gases de efecto invernadero.

Lo primero que llama la atención de esta publicación es el desarrollo de una propuesta metodológica basada en un enfoque multidisciplinario del paisaje. Esta propuesta debe considerarse de sumo interés, dado que introduce una mirada convergente en un ámbito en el que lo usual es dirigir la atención hacia objetivos diversos para solucionar problemas comunes. La metodología se centra en evaluar la sostenibilidad de los sistemas agropecuarios del país a partir de la Política de Crecimiento Verde, y teniendo presentes, por un lado, los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la ONU, y por otro, lo propuesto por el DANE.

El libro empieza por describir de manera sucinta la evolución de las políticas ambientales en Colombia y por hacer una valoración de los documentos CONPES como instrumento de ejecución de dichas políticas, en especial las relacionadas con el denominado *crecimiento verde*. Se adentra en el concepto de *sostenibilidad* desde una perspectiva holística, para lo cual tiene en cuenta los arreglos socioecológicos que se dan dentro del concepto de *paisaje*, lo mismo que el desarrollo rural y su sostenibilidad, mediante la inclusión articulada de aspectos sociales, económicos y ambientales. La sostenibilidad, por tanto, no se considera aquí solo desde la perdurabilidad del ecosistema, sino también desde el modo como la sociedad mira y se apropia del paisaje, es decir, desde una mirada socioecológica basada en la relación consciente del ser humano con su entorno.

El libro, además, propone de manera muy acertada medios alternativos, diferentes al de ampliar la frontera agrícola, para suplir las necesidades actuales y futuras de bienes agropecuarios y sin olvidar que los agroecosistemas también son proveedores de servicios ecosistémicos cuando son bien manejados, medios como por ejemplo la redistribución de las zonas productivas y la autosuficiencia alimentaria de las naciones. El libro muestra claramente cómo se ha continuado con una deforestación malsana, a todas luces injustificada, la cual anula la prestación de servicios ecosistémicos y tiene potenciales y devastadoras consecuencias. Frente a esta deforestación, propone generar paisajes agropecuarios de mayor complejidad, en los que se aplican economías circulares y modelos de desarrollo comprometidos con la salud y el bienestar del paisaje y su gobernanza, mientras se consideran las realidades y la participación local como medio para generar confianza social en la vida rural.

Un aspecto muy importante de esta propuesta es la gobernanza, la cual se interpreta aquí como el conocimiento y reconocimiento de condicionamientos formales (normas, leyes, etc.) y sociales (ética, cultura), como su aplicación por medio de decisiones que buscan el bien común, y como una condición indispensable para mejorar y llegar lo más cerca posible a la utopía de la sostenibilidad.

También se llama la atención sobre el cambio climático, sobre sus terribles consecuencias y sobre sus eventuales efectos para el país, especialmente en los sectores más pobres de la población, efectos que ya se aprecian en la forma de desplazamientos producto de fuertes irregularidades climáticas. Este llamado de atención termina con una propuesta metodológica basada en la complejidad, cuyo objetivo es establecer un indicador de resultados de la Política de Crecimiento Verde, algo que sin lugar a dudas sería de gran utilidad para no perderse del camino de un país sostenible.

Sea esta una invitación para que el lector involucrado en estos temas examine lo que aquí se propone y, si es de su interés, avance en el camino de la sostenibilidad de los paisajes como medio para hacer de Colombia un territorio llevadero desde las regiones y sus paisajes.

Alan Jorge Bojanic, PhD

REPRESENTANTE DE LA FAO EN COLOMBIA



Parte I

Crecimiento verde y desarrollo sostenible



Capítulo I

17

Del crecimiento verde a la agricultura sostenible en Colombia

Sioux Fanny Melo L.

La preocupación por cuidar y gestionar los recursos naturales del país ha sido una constante que viene de largo tiempo atrás. Tanto es así que las primeras normativas que establecen el uso de los recursos naturales de forma sostenible datan de 1959. El marco normativo sobre la sostenibilidad de los recursos ha avanzado de la mano de las necesidades de cada momento, así como de los compromisos internacionales que ha adquirido el país (Ley 2, 1959).

En el contexto institucional, una iniciativa importante para la construcción de un futuro en el que se diera un uso racional de los recursos naturales provino de la Declaración de Río de 1992 (UN, 1992). Esta declaración acabó por ser la precursora del Ministerio del Medio Ambiente, entidad que se creó como un organismo encargado de velar por el cuidado y el uso racional de los recursos naturales, de forma tal que garantizara su disfrute para las siguientes generaciones.

Fruto de la declaración se elaboró la Ley 99 (1993), denominada Ley del Medio Ambiente, que definió catorce principios generales ambientales sobre los cuales se basaría la política ambiental colombiana. Entre ellos estaban el cuidado y protección de la biodiversidad y las zonas de áreas protegidas, la toma de decisiones en materia ambiental basada en conceptos técnicos y científicos, y la incorporación de instrumentos políticos y económicos para frenar el deterioro ambiental (Ley 99, 1993).

Esta política buscaba un desarrollo económico y social acorde con los principios del desarrollo sostenible, y constituyó un gran paso porque situó de forma más clara los temas ambientales en la agenda del país. Dio una voz de alerta sobre los procesos productivos e hizo que estos empezaran a tener en cuenta, de manera vinculante, sus impactos en el ambiente. Aunque esta agenda fue construida con los lentes del sector ambiental, tuvo una baja interacción con el resto de sectores.

Posteriormente, el compromiso del país con la preservación del capital (físico, natural y social) y con un uso más eficiente de los recursos financieros también se vio plasmado en el Documento CONPES 3700 (DNP, 2011), el cual se convirtió en una pieza importante para la definición de políticas de adaptación y mitigación del cambio climático, como la Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono (ECDBC) y el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC).

Este compromiso también se evidenció en la definición del Plan Nacional de Negocios Verdes (PNNV), que busca el desarrollo de actividades económicas con impactos positivos sobre el ambiente. Se estableció que tales negocios

requirieran la participación de las CAR en la certificación de los procesos, con lo cual se descentralizó la aplicación de las medidas.

La ECDBC y el PNACC incluyeron aspectos relacionados con la sostenibilidad. Esto se debió a que los gases de efecto invernadero (GEI) causantes del cambio climático son generados por procesos antrópicos que en muchos casos afectan el ambiente. También se debió a que muchas de las necesidades de adaptación están relacionadas con soluciones basadas en la naturaleza (SbN) o sencillamente con el cuidado de ecosistemas que reducen el impacto de inundaciones o avenidas torrenciales.

Siguiendo con iniciativas internacionales reflejadas en el desarrollo de políticas en el país, los ODS retomaron parte de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), contribuyendo, entre otras cosas, a reducir el hambre y la pobreza. Los ODS son producto de un consenso general de los líderes mundiales celebrado en el marco de la ONU, de la necesidad de alcanzar unos niveles mínimos de prosperidad para garantizar el bienestar de las personas al tiempo que se conserva el ambiente. Los ODS se concentran en 17 objetivos¹ que incluyen temas económicos, sociales y ambientales. Para Colombia, las metas trazadas por estos objetivos se ven reflejadas en el Documento CONPES 3918 (Estrategia para la Implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en Colombia), cuya batería de indicadores hace seguimiento a las metas trazadas para 2030 (DNP, 2018a).

Misión y Política de Crecimiento Verde

De manera simultánea, Colombia empezó un proceso para convertirse en miembro de la OCDE en 2012, con lo cual muchos retos de esta organización tomaron mayor relevancia para el país, entre ellos la perspectiva de un desarrollo inclusivo y sostenible. La Declaración de Crecimiento Verde² (OCDE & Cepal, 2014) representa buena parte de los retos ambientales que interactúan con los aspectos sociales y económicos requeridos por la OCDE. El Crecimiento

1 Los 17 objetivos son los siguientes: fin de la pobreza; hambre cero; salud y bienestar; educación de calidad; igualdad de género; agua limpia y saneamiento; energía asequible y no contaminante; trabajo decente y crecimiento económico; industria, innovación e infraestructura; reducción de las desigualdades; ciudades y comunidades sostenibles; producción y consumo responsables; acción por el clima; vida submarina; vida de ecosistemas terrestres; paz, justicia e instituciones sólidas; alianzas para lograr los objetivos.

2 Crecimiento verde significa “fomentar el crecimiento y el desarrollo económicos y al mismo tiempo asegurar que los bienes naturales continúen proporcionando los recursos y los servicios ambientales de los cuales depende nuestro bienestar” (OCDE, 2011, p. 6).

Verde propicia la incorporación de medidas de sostenibilidad en sectores como transporte, industria, energía y agricultura, y en 2014 se incluyó como un capítulo en los planes nacionales de desarrollo, con una perspectiva que iba más allá de los temas ambientales tradicionales.

La Misión de Crecimiento Verde³ fue una iniciativa del DNP que definió los insumos y lineamientos para la construcción de la Política de Crecimiento Verde (PCV). Entre los objetivos de esta política están los siguientes: promover la competitividad económica, asegurar y proteger el uso sostenible del capital natural y los servicios ecosistémicos, buscar el crecimiento resiliente al cambio climático y los desastres, y asegurar la inclusión social y el bienestar (DNP, 2018b).

La Misión tuvo diferentes escenarios de socialización: talleres nacionales e internacionales, simposios académicos, quince estudios técnicos, entre otros. Con estos insumos y resultados, se construyó la Política de Crecimiento Verde, correspondiente al Documento CONPES 3934, expedido en julio de 2018.

El diagnóstico de la Misión encontró que la economía colombiana presentaba un crecimiento sostenido en la última década, pero con rezagos, especialmente en sectores estratégicos como la agricultura y la industria manufacturera (Hernández Díaz et al., 2017). Estos rezagos equivalen principalmente a baja productividad; atrasos en la tecnificación y adopción de nuevas tecnologías; transporte costoso; capital humano sin la suficiente cualificación; uso ineficiente de insumos, y exposición a degradación ambiental. El país también tiene una alta dependencia de recursos minero-energéticos no renovables que lo hace vulnerable a la volatilidad internacional. Por lo tanto, la alternativa para tener una economía mejor desarrollada y resiliente es impulsar los sectores agrícola e industrial (Hernández Díaz et al., 2017).

El crecimiento económico en Colombia también ha contribuido a la degradación ambiental, con pérdidas estimadas en 2 % del PIB anual (World Bank Group, 2014). Para los seres humanos, el impacto se refleja en mala calidad del aire y el agua (ver capítulo IV), que ocasiona enfermedades respiratorias y gastrointestinales y, en consecuencia, reduce la cantidad de tiempo productivo de los trabajadores y aumenta el número de incapacidades (costosas para el sistema de salud). Los ecosistemas también se han visto afectados. Así lo reflejan las 2,8 millones de hectáreas de bosque, principalmente amazónico,

3 Los ejes estratégicos de la Misión fueron: productividad del agua, productividad de la tierra, eficiencia energética, intensidad en el consumo de materiales, bioeconomía, economía forestal, productividad laboral, formalización, instrumentos económicos y los ODS.

perdidas entre 2000 y 2019, y la pérdida de 17 % del área de los páramos en los últimos 20 años, de 35 % de humedales en los últimos 30 años y el declive de los ecosistemas marinos, especialmente los arrecifes de coral (DNP, 2018a).

La economía y en general el desarrollo económico del país son vulnerables al cambio y la variabilidad del clima, lo cual tiene impactos en los capitales (humano, natural, financiero, entre otros) (ver parte 2, capítulo vi). La destinación de recursos a la gestión del riesgo puede reducir el impacto de estos fenómenos e incluso puede beneficiar el crecimiento económico (Hernández Díaz et al., 2017).

Experiencias internacionales como la de Costa Rica muestran que sí es posible crecer económicamente mientras se reducen las emisiones de GEI y se aumenta la productividad a partir de saltos tecnológicos y el uso de energías renovables (World Bank Group, 2020). Estas experiencias pueden ser de utilidad si se contrastan con el caso colombiano, si se cuenta con potencial de desarrollo en la eficiencia en el uso de recursos, crecimiento económico que preserve el capital natural, crecimiento compatible con el clima y crecimiento socialmente inclusivo.

El crecimiento verde trae consigo diversos retos, como aumentar la productividad y competitividad de la economía con una mejora en la complejidad⁴ y la calidad. Esto debe hacerse de la mano de un uso más eficiente de los recursos naturales y de la inclusión social, con miras a una producción sostenible. Las tendencias mundiales de sostenibilidad a su vez permiten buscar nuevos espacios de mercado que valoren mejor los productos que preserven el ambiente en su proceso de producción⁵ (Hernández Díaz et al., 2017). Además, las mejoras productivas no deben ir en detrimento de los capitales natural y social.

Es importante cambiar los hábitos de consumo de productos de fácil disposición, elaborados con sustancias que no contaminen el aire, el agua o el suelo en su manejo posterior, y que se puedan emplear en procesos de economía circular⁶ (ver capítulo v). También es importante impulsar el consumo de productos reciclados y fabricados con insumos naturales que ahorren energía e incluyan energías renovables.

4 El índice de complejidad económica (ice) tiene en cuenta la diversidad de las exportaciones y la ubicuidad de los productos (Calderón Díaz et al., 2016).

5 Un ejemplo de ello son los productos orgánicos, que, pese a ser más costosos, tienen su nicho de mercado en personas preocupadas por el impacto del consumo en el ambiente.

6 El término *economía circular* fue empleado por primera vez en 1989 por Pearce y Turner, para referirse a la necesidad de reciclar para reducir la dependencia del ambiente (Cerdá & Khalilova, 2016).

La agricultura es posiblemente la actividad económica que más desafíos presenta. Al tiempo que debe mejorar su eficiencia en el uso de recursos y aumentar su productividad, debe tener en cuenta las consecuencias sobre el ambiente. El eje estratégico de la productividad de la tierra formula una propuesta sobre cómo mejorar la productividad sin expandir la frontera agrícola y cómo impulsar medidas para mejorar los indicadores de crecimiento verde. Sobre el indicador de agricultura sostenible, que es el tema de este libro, este busca que la producción agrícola que cumpla con criterios de crecimiento verde⁷ aumente de 0,49 % en 2016 a 10 % en 2030.

En cuanto a las posibles mejoras del sector agropecuario, se establece un margen de acción en la gestión de variedades, manejo de plagas y enfermedades, así como en el uso y manejo del suelo (ver capítulo III). Desde la perspectiva de la ganadería, están el mejoramiento genético, el manejo de animales y la mejora de pasturas y forrajes (CIAT & Crece, 2018).

Es necesario establecer políticas claras acerca del correcto uso del suelo. Actualmente se están desarrollando actividades en suelos que, en el corto, mediano y largo plazo, tendrían problemas de degradación (erosión, compactación, salinización, desertificación). Así mismo, hay cultivos fuera de la frontera agrícola, en ecosistemas naturales, cuyo origen es puramente de extracción.

En cuanto al cambio climático, los diferentes usos del suelo presentan resultados de mitigación mixtos, porque mientras algunos cumplen una labor de captura (cacao, aguacate y café), otros generan emisiones (papa y ganadería no sostenible), y existe una gran ventana de oportunidad en cuanto a la adaptación.

Así mismo, el agua es uno de los componentes más importantes en la producción agrícola. Su correcto manejo es un pilar fundamental para evitar conflictos por su uso en otras actividades económicas. Se ha encontrado que la productividad del agua en Colombia es muy baja con respecto a la de otros países (García Romero et al., 2017). En este sentido, es necesario priorizar la disponibilidad relativa en zonas con problemas de acceso al recurso, especialmente en temporada seca.

Gran parte del uso del recurso hídrico en la actividad agropecuaria es objeto de deficiencias o de falta de planeación. Esto se relaciona con la baja tasa de medición. Debido a lo anterior, no se elaboran cálculos de demanda exactos

⁷ Para una revisión completa de los indicadores de resultados de la Política de Crecimiento Verde a 2030, revisar DNP (2018c).

o se definen por medio de otras variables. Tener a la mano esta información permitiría llevar a cabo dos acciones específicas: gestionar la oferta teniendo en cuenta la modelación hidrometeorológica y gestionar una demanda por módulos regionales y temporales. También se debe contar con instrumentos financieros que permitan adquirir más infraestructura para hacer un uso eficiente del agua y a su vez evitar la contaminación de fuentes hídricas (CTA, 2018).

El sector agrícola es promisorio en la perspectiva del crecimiento verde. La política recoge diversas acciones para el sector, tanto en el ámbito productivo como en el de investigación, y en todo momento busca mejorar multidimensionalmente los indicadores agrícolas. En consecuencia, fue necesario definir un indicador que midiera el impacto de estas acciones de la política, que derivó en la construcción de uno de producción agrícola con criterios de crecimiento verde (ver Parte 4).

La formulación para la medición de este indicador se realizó a partir de una serie de discusiones que permitieron ir más allá de las características definidas por los criterios de crecimiento verde. Tales discusiones se basaron en un enfoque de agricultura sostenible construido colectivamente durante el proceso (ver capítulo II). En este enfoque, más allá de establecer una lista de criterios, se consideraron las interacciones presentes dentro de los procesos productivos, con el fin de que la agricultura pudiera calificarse de *sostenible* y con la idea que el ejercicio sirviera más adelante para hacer una planificación desde una perspectiva sistémica.

Referencias

- Calderón Díaz, S. L., Sánchez Abril, M. A., Jaramillo, C., Parra, M., Perry, D., & Sandoval, J. M. (2016). *Crecimiento Verde para Colombia: elementos conceptuales y experiencias internacionales*. Departamento Nacional de Planeación (DNP); Instituto Global de Crecimiento Verde (GGGI). <https://bit.ly/3kjAa8k>
- Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia [CTA]. (2018). *Propuestas de acciones y recomendaciones para mejorar la productividad del agua, la eficiencia en el tratamiento de aguas residuales y en el reúso del agua en Colombia: Misión de Crecimiento Verde*. https://www.dnp.gov.co/Crecimiento-Verde/Documents/ejes-tematicos/Agua/INFORME_PROPUESTAS_FINAL_18_05_18.pdf
- Centro Internacional de Agricultura Tropical [CIAT] & Centro de Estudios Regionales Cafeteros [Crece]. (2018). *Productividad de la tierra y rendimiento del sector agropecuario medido a través de los indicadores de crecimiento verde en el marco de la Misión de Crecimiento Verde en Colombia* [Informe 1: análisis general de sistemas productivos claves y sus indicadores a nivel nacional en el contexto del crecimiento verde]. <https://bit.ly/3axehOP>
- Cerdá, E., & Khalilova, A. (2016). Economía circular. *Economía Industrial* (401), 11-20. <https://www.min-cotur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/401/CERD%C3%81%20y%20KHALILOVA.pdf>
- Departamento Nacional de Planeación [DNP]. (2011, julio 14). *Estrategia institucional para la articulación de políticas y acciones en materia de cambio climático en Colombia* (Documento CONPES 3700). <https://bit.ly/36DfJhG>
- Departamento Nacional de Planeación [DNP]. (2018a, marzo 15). *Estrategia para la implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en Colombia* (Documento CONPES 3918). <https://bit.ly/3cwBnrl>
- Departamento Nacional de Planeación [DNP]. (2018b). *CONPES de crecimiento verde consolida logros del gobierno en materia ambiental con visión a 2030*. <https://bit.ly/2MindzR>
- Departamento Nacional de Planeación [DNP]. (2018c). *Misión de Crecimiento Verde*. <https://bit.ly/3ljWHER>
- García Romero, H., Martínez Patiño, N., Farfán Romero, J. C., Calderón Díaz, S. L., Sánchez Abril, M. A., Sandoval Pedroza, J. M., & Parra Acevedo Acevedo, M. (2017). *Evaluación de Potencial de Crecimiento Verde (EPCV) para Colombia*. Departamento Nacional de Planeación (DNP); Instituto Global de Crecimiento Verde (GGGI); Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). <https://bit.ly/3jcFH0x>
- Hernández Díaz, G., Álvarez Espinosa, A. C., Romero Otálora, G. D., González-Quintero, N. I., Piraquive Galeano, G. A., Calderón Díaz, S. L., Sánchez Abril, M. A., Parra Acevedo, M. P., Gómez Restrepo, H. J., Jaramillo Aguirrezábal, C., & Sandoval, J. M. (2017). *Diagnóstico de crecimiento verde: análisis macroeconómico y evaluación del potencial de crecimiento verde en Colombia*. Departamento Nacional de Planeación (DNP); Instituto Global de Crecimiento Verde (GGGI). <https://bit.ly/3mut4QB>
- Ley 2 de 1959. "Sobre Economía Forestal de la Nación y Conservación de Recursos Naturales Renovables". Congreso de la República de Colombia. *Diario Oficial*, n.º 29.861. <http://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Leyes/1556842>

Ley 99 de 1993. "Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones". Congreso de la República de Colombia. *Diario Oficial*, n.º 41.146. <https://bit.ly/3O51WjA>

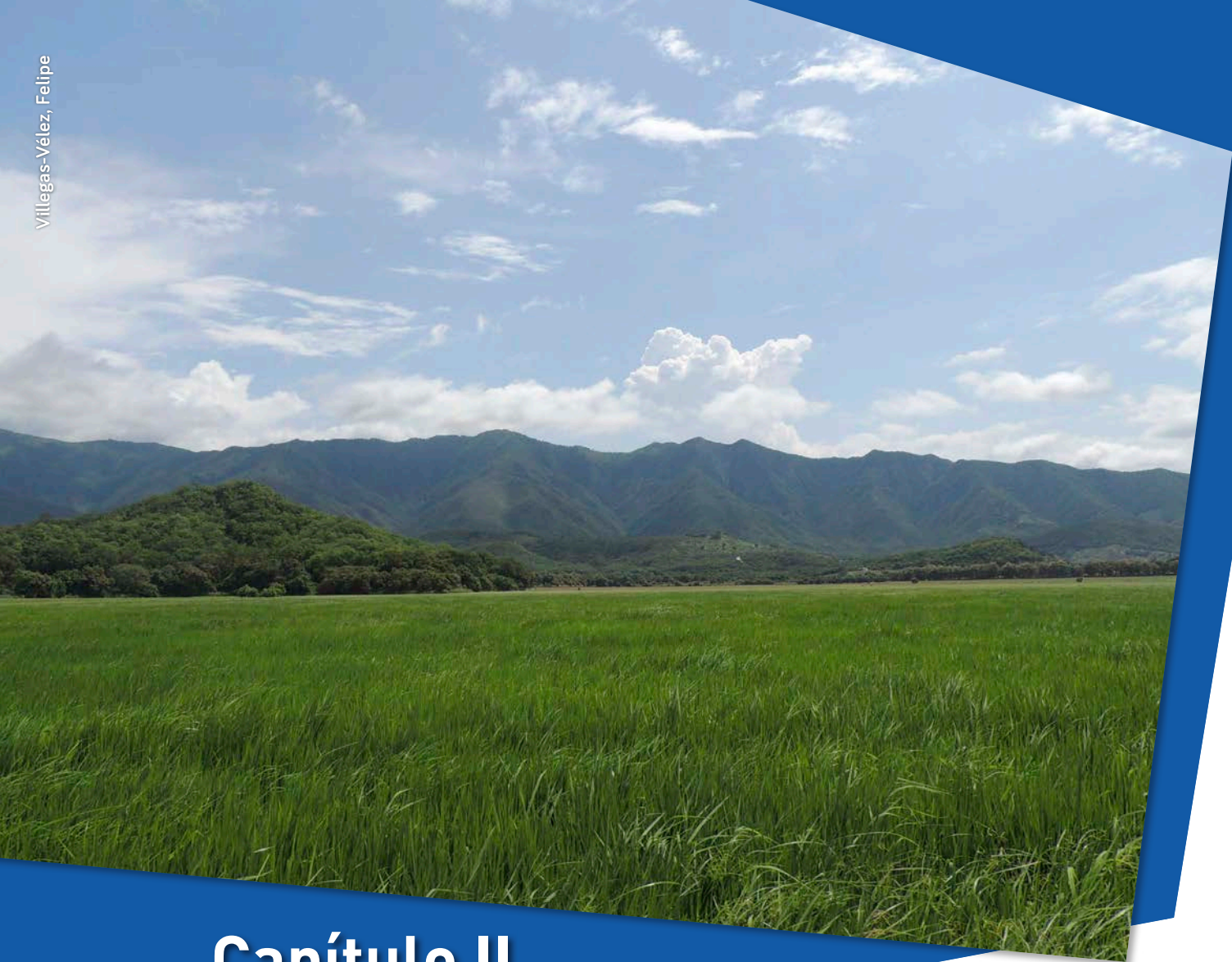
Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). (2011). *Hacia el crecimiento verde: un resumen para los diseñadores de políticas*. <http://www.oecd.org/greengrowth/49709364.pdf>

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) & Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal). (2014). *Evaluación del desempeño ambiental en Colombia* [Anexo]. http://www.oecd.org/env/country-reviews/Evaluacion_y_recomendaciones_Colombia.pdf

United Nations (UN). (1992). *Rio Declaration on Environment and development*. https://www.un.org/en/development/desa/population/migration/generalassembly/docs/globalcompact/A_CONF.151_26_Vol.I_Declaration.pdf

World Bank Group. (2014). *Environmental health costs in Colombia: the changes from 2002 to 2010*. <http://documents.worldbank.org/curated/en/657631468047104545/Environmental-health-costs-in-Colombia-the-changes-from-2002-to-2010>

World Bank Group. (2020). *The World Bank in Costa Rica: Overview*. <https://bit.ly/3erEjog>



Capítulo II

26

Construyendo referentes comunes de sostenibilidad

Clarita Bustamante-Zamudio

Avanzar hacia condiciones de bienestar rural legítimamente aceptadas no solo es una necesidad de la sociedad colombiana, sino también un compromiso que debe abordarse de manera dinámica en la visión de desarrollo sostenible del país. Si bien sobre los compromisos generales de las políticas marco e internacionales se establecen metas de gobierno sobre el bienestar, la legitimidad de estas metas depende tanto de su cercanía con la problemática diferencial de cada paisaje rural y del grado de participación, como del nivel de apropiación y aceptación que la población rural tenga de ellas.

La intención de dirigirse hacia el desarrollo sostenible se ha manifestado en múltiples iniciativas de políticas públicas y privadas, y en los planes, programas, proyectos e instrumentos que las soportan. Sin embargo, la interpretación o construcción del marco conceptual sobre el que se sustentan el diseño y la implementación de dichas iniciativas no es única ni homogénea; está orientada en distintas direcciones que obedecen a diferentes familias de posturas conceptuales y ha respondido a procesos con menor o mayor participación social. Lo anterior ha hecho que las iniciativas arrojen resultados difícilmente comparables (con sus ventajas y desventajas), que enfatizan uno u otro eje de interés, perdiendo con ello la integralidad, fundamento para la comprensión del estado de sostenibilidad de los paisajes agropecuarios.

Abordar la operatividad del desarrollo sostenible ha planteado grandes retos desde lo ético, lo político y lo científico. Además, la operatividad requiere, como condición para que sea posible, entender y apropiar los preceptos implícitos en este modelo de desarrollo —límites (no necesariamente absolutos), equidad, igualdad, justicia, solidaridad y bienestar (Heinrichs et al., 2016; Wu, 2013)—, no solamente en las múltiples dimensiones de los paisajes rurales, sino también como compromiso con las generaciones futuras.

En este sentido, lo que se debe “sostener” en el tiempo son los arreglos socioecológicos, explicados más adelante, que hacen viables todas las formas de vida en condiciones de bienestar y que suplen adecuadamente las necesidades específicas de cada contexto, sin favorecer únicamente las actividades, la economía, el crecimiento económico, la población, las prácticas, la producción o un objetivo determinado.

De una parte, para que los arreglos socioecológicos sean específicos para cada contexto, estos deben definirse con los actores dentro de los paisajes, mediante la construcción concertada de nuevos referentes que expliquen la expresión emergente deseada de sostenibilidad, dado que el concepto de *sostenibilidad* puede alcanzar tantos ideales como actores y relaciones existen en el paisaje.

De otra parte, para que el paisaje conserve la capacidad de sostener la viabilidad de todas las formas de vida en condiciones de bienestar, debe estar sujeto a readaptaciones permanentes y el paisaje mismo debe ser entendido como un “organismo vivo”, no estático, en el que sus componentes se relacionan, se organizan, responden o se reconfiguran, lo cual conduce permanentemente a transformaciones en las que se debe garantizar que el sistema se mantenga en estados deseables.

Las acciones encaminadas al logro de las condiciones de bienestar concertadas pueden ser reconocidas por la sociedad y los consumidores como un estímulo a su proceso. Sin embargo, esto no significa que los sistemas socioecológicos en los que no se verifiquen dichas condiciones no sean “más sostenibles”, sino que están en una fase de cambio que debe generar evidencias de su avance hacia objetivos, metas e indicadores mínimos, que ubiquen el paisaje en una trayectoria de sostenibilidad.

Ahora bien, como el bienestar de los sistemas socioecológicos implica una condición deseada de sus atributos en el tiempo, el bienestar debe ser de los ecosistemas, de las poblaciones humanas y no humanas y de las relaciones que los articulan y hacen posible su existencia simultánea (ver capítulo IV).

El desafío común resulta de una construcción conjunta de los conceptos que darán alcance a las formas de analizar la condición de sostenibilidad de los paisajes que incluyen el uso agropecuario del país, y del posterior establecimiento de los nodos de conexión de los elementos estratégicos que orientarán la gestión de dichos paisajes hacia condiciones deseadas y concertadas de sostenibilidad.

Este desafío es común en la medida en que se construye como un referente nuevo, fruto de la inteligencia colectiva (Lévy, 2012); en que responde a expectativas transversales a las disciplinas e instituciones, y en que se basa en compromisos y responsabilidades que se encuentran en el marco de la cooperación, la reflexión basada en el conocimiento y el bien común. Brundtland (1987), en “Our common future”, enfatiza en la necesidad de una cooperación que conduzca al “logro de objetivos comunes y de apoyo mutuo que tengan en cuenta las interrelaciones entre las personas, los recursos y el ambiente, con el desarrollo humano” (p. 6).

Guiados por estas teorías, se realizó una actividad en la que participaron 16 entidades¹, con el objetivo de, como sugieren Heinrichs et al. (2016), generar vínculos

¹ DNP, DANE, MADR, UPRA, MADS, Instituto Humboldt, Ideam, IGAC, AGROSAVIA, ICBF, Fedearroz, Fedepanela, CIAT, UNAD, Unisalle, FAO.

interinstitucionales a partir del aprendizaje mutuo y la sinergia de competencias en torno al desafío común, desafío en el cual se construyó el marco conceptual que orientará las fases analítica y transicional hacia paisajes sostenibles.

Para diferenciar el rol y la escala de cada noción en la gestión de la sostenibilidad de paisajes agropecuarios, en este capítulo se explican cinco nociones conceptuales estratégicas: agricultura sostenible, paisaje sostenible, agroecosistema sostenible, sistema de producción sostenible y producción agropecuaria sostenible, clasificadas en cuatro géneros conceptuales²: enfoque, resultado, conjunto de relaciones y proceso. Es pertinente aclarar que estas nociones no son sinónimas entre sí, puesto que pertenecen a géneros conceptuales y escalas sustancialmente diferentes (figura 1).

Cada noción conceptual tiene requisitos específicos y adecuados a su escala y a la contribución que debe hacer a las escalas subsiguientes. En conjunto, las nociones buscan incentivar el desarrollo de iniciativas y la colaboración en la gestión de la sostenibilidad de los paisajes agropecuarios, en el marco de un referente común.

La agricultura sostenible constituye el enfoque general con el cual deben valorarse o considerarse las pautas de análisis y de transición hacia la sostenibilidad. En este enfoque, el desarrollo rural es el eje de una gestión que incluye de manera articulada los aspectos sociales, económicos y ambientales, y que mantiene a lo largo del tiempo el manejo eficiente de los recursos naturales, la productividad y el bienestar social.

El paisaje que integra las diferentes escalas y actores del territorio es la unidad de análisis definida para esta aproximación, y también es el resultado de arreglos socioecológicos en una unidad espacio-temporal. Es sostenible si garantiza la integridad socioecológica, la cual se alcanza cuando se satisfacen los principios de perspectiva sistémica, productividad y bienestar social.

El principio de *perspectiva sistémica* abarca la identificación y comprensión de las relaciones entre los atributos del paisaje y la manera en que estas relaciones contribuyen a mantener tanto el equilibrio dinámico entre valores positivos de los aspectos socioecológicos y económicos, como la resiliencia socioecológica del paisaje a eventos extremos (climáticos, económicos y sociales), cuando se está en condición de equilibrio dinámico. El principio

2 *Género conceptual* se refiere a un tipo de nociones agrupadas de acuerdo con sus características, lo cual permite diferenciar el rol y la escala de cada noción en la gestión de la sostenibilidad de paisajes agropecuarios.

de *productividad* se refiere a la manifestación del equilibrio dinámico, de la heterogeneidad y la biodiversificación de un paisaje. Cuando un paisaje es sostenible, este principio se expresa mediante la producción eficiente y constante de bienes y servicios agropecuarios, ecosistémicos y sociales, cuyo fin es alcanzar el bienestar social desde la perspectiva de la salud (estado de completa armonía física, mental y social³), de la inclusión, de la igualdad de oportunidades, de la seguridad alimentaria y de la rentabilidad económica, así como del bienestar de los ecosistemas, entendido este a partir del grado de naturalidad e integridad ecológica.

Los paisajes con uso agropecuario son arreglos socioecológicos estructurados por agroecosistemas, ecosistemas y modos de vida⁴. Un agroecosistema es un conjunto de relaciones entre sistemas de producción que comparten el mismo tipo de utilización de la tierra (TUT), pero que difieren en otras características —como el tamaño del productor, la tecnología utilizada y la infraestructura productiva, entre otras— y en los ecosistemas naturales que comparten el mismo espacio —por coexistencia o por relaciones funcionales—. Los agroecosistemas son sostenibles en la medida en que la interacción entre los sistemas de producción, las comunidades y los ecosistemas que se encuentran dentro de ellos es armónica. Vale la pena resaltar que cuando se aborda la fase analítica de la sostenibilidad, lo que se debe entender y evaluar en los agroecosistemas es la armonía en el conjunto de sus relaciones, expresada en el equilibrio dinámico que se da entre los valores positivos de los aspectos socioecológicos y económicos.

Los sistemas de producción agropecuarios se establecen a partir del conjunto de relaciones de un TUT específico, con las condiciones biofísicas, socioculturales y productivas del medio. Esta interacción se considera sostenible cuando genera bienes y servicios agropecuarios y ecosistémicos, y cuando hay biodiversificación, bienestar social, rentabilidad económica, seguridad alimentaria e inclusión social.

Dentro de los sistemas de producción se surten procesos por medio de acciones, prácticas y conocimientos, para obtener bienes y servicios agropecuarios.

3 Esta definición procede del "Preámbulo" de la *Constitución de la OMS*, que fue adoptada por la Conferencia Sanitaria Internacional, celebrada en Nueva York del 19 de junio al 22 de julio de 1946, firmada el 22 de julio de 1946 por los representantes de 61 Estados, y que entró en vigor el 7 de abril de 1948. La definición no ha sido modificada desde 1948.

4 Tipos de condiciones de vida que resultan de las diferentes relaciones que los individuos y los grupos sociales presentes en el paisaje tienen entre sí y con su entorno socioecológico, incluidos su trabajo, su vida cotidiana y su cultura, así como las causas de su estilo de vida, que suponen su identidad.

Estos procesos, ligados a la producción agropecuaria, se consideran sostenibles —o con criterios de crecimiento verde— cuando están mediados por un acuerdo colectivo de relación justa sobre los medios de vida, los saberes, los ecosistemas y la calidad e inocuidad de los productos, y cuando aseguran inclusión y equidad social, así como competitividad, producción y eficiencia.

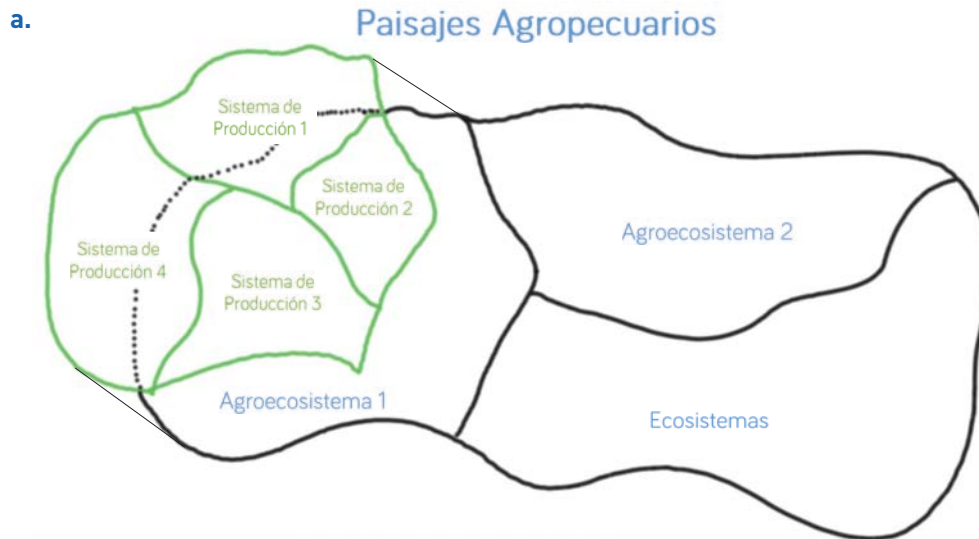


Figura 1. Escala y nociones conceptuales agropecuarias en sus géneros. a. Escalas agropecuarias de análisis; b. Nociones conceptuales agropecuarias en sus géneros.

Fuente: Elaboración propia

Además de establecer las anteriores nociones (figuras 1a y 1b) en el cumplimiento de los principios enunciados para el paisaje (perspectiva sistémica, productividad y bienestar), es importante establecer los siguientes criterios, desarrollados en los próximos capítulos, que engloban los aspectos fundamentales de los paisajes agropecuarios sostenibles:

- La disponibilidad en cantidad, calidad y acceso de productos agropecuarios, como medio para alcanzar el bienestar.
- La eficiencia, primero, en el uso de los recursos naturales, la biodiversidad y los servicios ecosistémicos y su implicación en la conservación, y segundo, en los servicios ecosistémicos como expresión de la productividad del paisaje.
- La eficiencia en la gestión de recursos y residuos como eje de la conservación del bienestar del paisaje y, por tanto, como eje de la rentabilidad y el incremento de las circularidades que implican reducción de pérdidas del sistema y de contaminación.
- Los procesos de toma de decisiones dentro de mecanismos de gobernanza integrales, inclusivos, equitativos, eficientes e innovadores, que se guían por el precepto del bienestar multidimensional y el mantenimiento de la función ecológica de la propiedad, y que están determinados por el contexto socioecológico.
- La resiliencia de los sistemas socioecológicos, entendida esta como la capacidad de los sistemas de asimilar una perturbación que podría cambiar radicalmente su comportamiento.

En todos los casos, y para todos los criterios, se deben considerar las estrategias que permiten prever y mitigar posibles efectos negativos de factores de toda índole.

Las nociones conceptuales y los criterios conducen no solo a los aspectos que se deben analizar en los paisajes para establecer su estado de sostenibilidad, su trayectoria y su relación con las otras escalas de comprensión del fenómeno agropecuario (análisis), sino también a la dirección en la que deben ir las transiciones que llevarían al cumplimiento de la meta de país (planeación de la transición, ver parte 4). La evaluación de escenarios —herramienta útil para verificar las transiciones viables, planear el desarrollo y generar recomendaciones para la gestión sostenible del paisaje (Boron et al., 2016)— forma parte del análisis de sostenibilidad y debe realizarse de manera preliminar,

en entornos de simulación controlada, con el fin de prever los efectos de su implementación en los paisajes agropecuarios (Redondo et al., 2019).

Una vez establecido este referente común, la metodología (parte 3), que condiciona la narrativa producida por el análisis de sostenibilidad (Saltelli et al., 2020), requiere definir paisajes como unidad de análisis, realizar el proceso de modelamiento desde la dinámica de sistemas, analizar la trayectoria de sostenibilidad de cada paisaje, planear y verificar los escenarios de transición y, finalmente, implementar los escenarios viables (Redondo et al., 2019).

Referencias

- Boron, V., Payán, E., MacMillan, D., & Tzanopoulos, J. (2016). Achieving sustainable development in rural areas in Colombia: Future scenarios for biodiversity conservation under land use change. *Land Use Policy*, 59, 27-37. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.08.017>
- Brundtland, G. (1987). Our common future: call for action. *Environmental Conservation*, 14(4). <https://doi.org/10.1017/S0376892900016805>
- Heinrichs, H., Martens, P., & Wiek, A. (2016). *Sustainability science: An introduction*. Springer.
- Lévy, P. (2012). The creative conversation of collective intelligence (P. Aronoff & H. Scott, Trans.). In A. Delwiche & J. J. Henderson (Eds.), *The participatory cultures handbook* (1st ed., pp. 99-108). Routledge. <https://bit.ly/2YESCSA>
- Redondo, J. M., Bustamante-Zamudio, C., Amador-Moncada, J., & Hernandez-Manrique, O. L. (2019). Landscape sustainability analysis: Methodological approach from dynamical systems. *Journal of Physics: Conference Series*, 1414(1), 012010. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1414/1/012010>
- Saltelli, A., Benini, L., Funtowicz, S., Giampietro, M., Kaiser, M., Reinert, E., & Van der Sluijs, J. P. (2020). The technique is never neutral: How methodological choices condition the generation of narratives for sustainability. *Environmental Science & Policy*, 106, 87-98. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2020.01.008>
- Wu, J. (2013). Landscape sustainability science: Ecosystem services and human well-being in changing landscapes. *Landscape Ecology*, 28, 999-1023. <https://doi.org/10.1007/s10980-013-9894-9>



Parte II

Criterios de la agricultura sostenible



Capítulo III

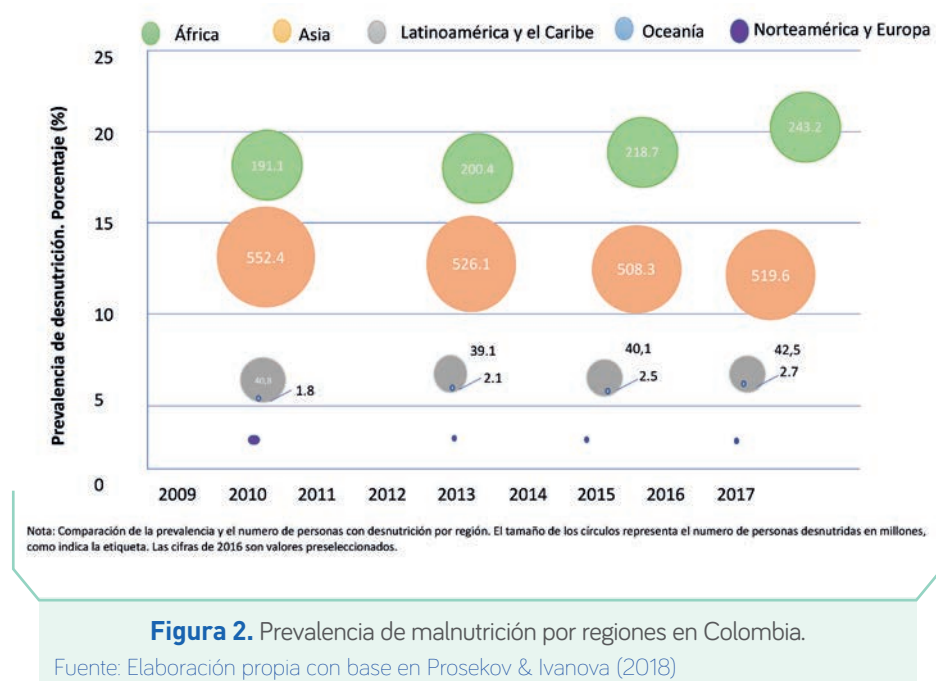
36

Disponibilidad de productos agropecuarios

Martha Liliana Márquez Torres
Nelson Enrique Lozano Castro

Se estima que para el año 2050 la población mundial será de cerca de 10.000 millones de personas, lo que constituye, en sí mismo, un desafío a escala global para alimentar a los seres humanos. La lógica llevaría a pensar que la manera más fácil de resolver el problema consistiría en incrementar el área productiva. Sin embargo, ampliar la frontera agrícola no es el escenario deseable; lo ideal sería mejorar la eficiencia y la productividad en las áreas ya consolidadas para la actividad agropecuaria, lo cual conlleva desafíos de orden social, económico, ambiental y científico, particularmente en una época como esta de cambio climático y deterioro del suelo.

Si bien lo estimado para el año 2050 es un reto desde el punto de vista de la seguridad alimentaria, también lo es la redistribución de los alimentos, ya que se presentan excedentes de alimentos en algunos sectores de la población mientras que en otros hay escasez (figura 2). Esta inequidad es consecuencia de la ausencia de voluntad por parte de los hacedores de política en el ámbito mundial, pese al esfuerzo manifestado por las Naciones Unidas de combatir el hambre en el mundo (Prosekov & Ivanova, 2018).



La disponibilidad de alimentos, como factor determinante de la seguridad alimentaria, no se resolverá con la sola intervención en el sector agrícola, sino también con la aplicación de un enfoque integral o interdisciplinario, dada la naturaleza multifactorial y compleja de la seguridad alimentaria. Es decir, se

impone un marco que permita la intervención y vinculación de la agricultura a otros sectores de la sociedad y que contribuya, por tanto, a garantizar la seguridad alimentaria (Farrukh et al., 2020), considerando que hay dinámicas socioeconómicas relacionadas con el acceso a la tierra, los medios de producción y la cultura, que definen las formas de elegir, obtener, procesar, preparar y consumir los alimentos (Aguilar Piña, 2014).

La disponibilidad de alimentos se ha definido como la existencia de cantidades suficientes de alimentos de calidad e inocuidad adecuadas, suministrados por medio de la producción del país o de importaciones, por lo que se considera un elemento esencial en la seguridad alimentaria si se quiere garantizar el bienestar nutricional de las personas. Con el objetivo de alcanzar esta disponibilidad, los gobiernos deben desarrollar políticas públicas encaminadas a la autosuficiencia alimentaria para, de esa manera, no depender del comercio internacional de alimentos (Figuroa Pedraza, 2005).

En términos de equidad social, un sistema alimentario debe garantizar la disponibilidad de alimentos a la sociedad por medio de los siguientes principios:

- Funcionalidad del paisaje, expresada en el mantenimiento de la capacidad productiva de los recursos naturales: agua, suelo y biodiversidad.
- Autosuficiencia alimentaria, es decir, capacidad de satisfacer la demanda de los distintos sectores de la población y abastecer alimentos en cantidad y calidad sin depender del suministro externo.
- Estabilidad de la oferta interna, lo cual implica que los productos agroalimentarios se mantengan estables en la producción y en precios a lo largo del tiempo y a través de todo el territorio nacional.
- Equidad, entendida como el acceso seguro de todos los grupos sociales a los alimentos.

En este contexto se examina la situación de la disponibilidad de alimentos en Colombia. De acuerdo con los datos reportados por la FAO en el informe *El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo* (FAO, 2015), en Colombia 4,4 millones de personas están subalimentadas, especialmente en algunos grupos poblacionales ubicados en zonas tanto rurales como urbanas. Esta situación se agrava por el atraso que, en diferentes ámbitos, ha tenido el sector rural colombiano en las últimas décadas, pese a ser el campo un eje fundamental para el desarrollo del país, tal como lo señala el informe de la misión para la transformación del campo del DNP (2015) (tabla 1).

Tabla 1. Resumen del diagnóstico territorio rural, según el informe de la misión para la transformación del campo del DNP

Diagnóstico del territorio rural colombiano	
Inclusión social y productiva de la población rural	Marcadas brechas en las zonas rurales del país con un índice de pobreza multidimensional ¹ (acceso social a bienes y servicios básicos) mayor en las zonas rurales y rurales dispersas, debido principalmente a la falta de oportunidades en materia educativa y laboral.
Económico	La participación del sector agropecuario en el PIB ha ido disminuyendo durante el último cuarto de siglo, asociada a una baja productividad y rentabilidad del sector, debido a la limitada provisión de bienes y servicios públicos sectoriales (ciencia, tecnología e innovación, infraestructura vial, acceso a créditos e incentivos y TIC).
Ambiental	Transformación de ecosistemas naturales y pérdida de biodiversidad, baja valoración de servicios ecosistémicos (SE), desperdicio, contaminación de los cuerpos de agua, deterioro del suelo por causas antrópicas (uso de agroquímicos, deforestación) y naturales asociadas a los efectos de la variabilidad y el cambio climáticos.
Ordenamiento y desarrollo territorial	Ocupación inapropiada del espacio rural: realizar en un territorio una actividad diferente a su vocación, implicando conflicto de uso. Por ejemplo, el uso de los suelos con vocación agrícola para el desarrollo de ganadería extensiva conlleva subutilización (los sistemas de producción agropecuaria están por debajo de la capacidad productiva del sistema natural), o la presencia de actividades agropecuarias en áreas protegidas o de importancia para la conservación implica sobreutilización (los sistemas de producción agropecuaria sobrepasan la capacidad productiva del sistema natural).

Fuente: DNP (2015)

Por lo anterior, algunas de las acciones para mejorar el sector agropecuario deben estar dirigidas a mejorar las capacidades del país en la preparación y adaptación al cambio climático, así como a la gestión de los aspectos sociales, productivos, económicos, de ordenamiento territorial y ambientales, apostándole a un desarrollo rural que contribuya al uso sostenible de la biodiversidad y sus SE, incluyendo su adecuada valoración. Esta asignación de valor a los servicios es esencial para la toma de decisiones y el manejo de los agroecosistemas, dado que sus aportes se identifican fácilmente cuando representan un valor monetario (alimentos), mientras que si no son tranzados en el

¹ El índice para realizar la medición de la pobreza multidimensional en Colombia fue propuesto por el DNP, tomando como referencia una adaptación de la metodología de Alkire y Foster. La responsabilidad de su medición fue transferida al DANE en 2012 a través del Documento CONPES 150. Este índice muestra la privación de los hogares en cinco dimensiones (que involucran quince indicadores): condiciones educativas del hogar; condiciones de la niñez y la juventud; salud; trabajo y condiciones de la vivienda; acceso a servicios públicos domiciliarios (DANE, 2020).

mercado (regulación del clima, preservación de hábitats, retención del suelo) son más difíciles de evidenciar y por ende valorar (Melgarejo Carreño, 2019).

En relación con el ordenamiento territorial, el MADR, articulado con otras instituciones de los sectores agropecuario y ambiental, define la frontera agrícola² como el límite del suelo rural que establece las áreas donde las actividades agropecuarias están permitidas, respetando las áreas naturales de especial importancia ecológica, así como las áreas protegidas y las demás áreas en las que las actividades agropecuarias están excluidas por mandato de la ley (UPRA, 2018), reduciendo así la expansión de cultivos y pastizales que generan desequilibrios en las zonas de importancia para las dinámicas ecológicas. La frontera agrícola nacional es el marco de referencia para coordinar las acciones entre la institucionalidad de los sectores agropecuario y ambiental y un instrumento para el uso adecuado de los incentivos a la producción.

En el marco de la planificación y el ordenamiento del territorio, debe destacarse la importancia de la perspectiva de paisaje, entendido este como el resultado de la interacción de todos sus componentes: ubicación y uso del suelo, disposición de los elementos en el territorio y participación de las comunidades (Naranjo, 2005), dada la dinámica paisajística que estas comunidades imprimen al relacionarse con los recursos naturales, es decir, con su entorno geográfico (Muñoz, 2017). Por lo anterior, el sector agropecuario debe contemplar acciones que se relacionen con el uso sostenible de los elementos que intervienen en la producción agropecuaria, considerando no solo la escala predial, sino también el enfoque de paisaje.

El sector agropecuario en Colombia ha establecido acciones de política centradas tanto en la seguridad alimentaria como en la promoción del desarrollo rural, fortaleciendo la productividad y competitividad de la producción mediante acciones que mejoran las condiciones de vida de los pobladores rurales, permitiendo el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y generando empleo en las regiones. Esto a su vez se integra con el Plan de Ordenamiento del Uso del Suelo, con lo cual se busca contribuir a que los sistemas productivos se establezcan en suelos que posean las mejores condiciones biofísicas para su desarrollo.

2 El concepto de *frontera agropecuaria* se define y se adopta mediante la Resolución 261 de 2018, en la cual se indica que esta es de 40.075.960 ha (35 % del territorio continental) y que en ella se permite el desarrollo de actividades económicas agrícolas, pecuarias, forestales y de acuicultura y pesca.

Referencias

- Aguilar Piña, P. (2014). Cultura y alimentación: aspectos fundamentales para una visión comprensiva de la alimentación humana. *Anales de Antropología*, 48(1), 11-31. DOI: 10.1016/S0185-1225(14)70487-4
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE]. (2020). *Medida de pobreza multidimensional municipal de fuente censal* [Boletín técnico]. <https://bit.ly/3rqs011>
- Departamento Nacional de Planeación [DNP]. (2015). *El campo colombiano: un camino hacia el bienestar y la paz: misión para la transformación del campo*. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Agriculturapecuarioforestal%20y%20pesca/El%20CAMPO%20COLOMBIANO%20UN%20CAMINIO%20HACIA%20EL%20BIENESTAR%20Y%20LA%20PAZ%20MTC.pdf>
- Farrukh, M. U., Bashir, M. K., & Rola-Rubzen, F. (2020). Exploring the sustainable food security approach in relation to agricultural and multi-sectoral interventions: A review of cross-disciplinary perspectives. *Geoforum*, 108, 23-27. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2019.11.012>
- Figueroa Pedraza, D. (2005). Disponibilidad de alimentos como factor determinante de la seguridad alimentaria y nutricional y sus representaciones en Brasil. *Revista de Nutrição*, 18(1), 129-143. <https://doi.org/10.1590/s1415-52732005000100012>
- Melgarejo Carreño, V. A. (2019). *Valoración de los servicios ecosistémicos en agroecosistemas: contribuciones de la economía ecológica* [Tesis doctoral, Universidad Nacional]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/76581>
- Muñoz Zea, S. M. (2017). El paisaje agropecuario como referente para el ordenamiento del territorio rural: una aproximación al caso del municipio de Onzaga, Santander. *Revista M*, 14, 80-89. <https://doi.org/10.15332/rev.m.v14i0.2174>
- Naranjo, F. Z. (2005). El paisaje y su utilidad para la ordenación del territorio. En F. Z. Naranjo & C. Venegas Moreno (Coords.), *Paisaje y ordenación del territorio* (pp. 21-32). Junta de Andalucía, Consejería de Obras Públicas y Transportes.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2015). *El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo 2015*. <http://www.fao.org/publications/card/es/c/732916a2-ae54-414c-8b3a-30766530797b/>
- Prosekov, A. Y., & Ivanova, S. A. (2018). Food security: The challenge of the present. *Geoforum*, 91, 73-77. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2018.02.030>
- Unidad de Planificación Rural Agropecuaria [UPRA]. (2018). *Metodología para la identificación general de la frontera agrícola en Colombia: escala 1:100.000*. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR). <http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/handle/11438/8632>



Capítulo IV

42

Disponibilidad y eficiencia en el uso de recursos naturales, biodiversidad y servicios ecosistémicos

Jeimy Andrea García-García
Julián Díaz-Timoté

Colombia se encuentra dentro de los catorce países con mayores índices de diversidad biológica (Andrade-C., 2011), con el hábitat del 10 % de las especies conocidas y aproximadamente 58.312 especies de flora y fauna registradas (SiB Colombia, 2019), en apenas 0,7 % de la superficie continental del planeta. Esta riqueza natural se expresa no solo en cantidad de especies, sino también en comunidades vegetales o tipos de vegetación (más de 1.000 tipos), y en niveles de unidades ecológicas o ecosistemas (Rangel-Ch., 2005).

La biodiversidad del territorio colombiano es el resultado de su posición geográfica y las diferentes combinaciones entre condiciones climáticas, hidrológicas y geomorfológicas. Estas diferencias le permiten contar con distintos “complejos dinámicos de comunidades vegetales, animales y de microorganismos” (Ideam, 2014), distribuidos en 81 tipos de ecosistemas potenciales, correspondientes a unidades ecológicas forestales, arbustivas, de sabana y páramo, de pantanos con vegetación herbácea y de aguas abiertas. Lo anterior produce altos niveles de endemismos¹ (Etter et al., 2017), y especies con distribución geográfica restringida en el mundo, lo que las hace más susceptibles a la extinción por las transformaciones de las áreas naturales y la huella humana (Etter et al., 2017; Hernández-Camacho & Sánchez, 1992).

Las condiciones y procesos por medio de los cuales estos ecosistemas sostienen y satisfacen la vida humana se conocen como “servicios ecosistémicos” (Daily, 1997). Tales servicios se refieren a los beneficios que las comunidades humanas obtienen (Overpeck et al., 2013) en forma de bienes (alimentos, fibras, combustibles) y servicios (regulación del clima, calidad del aire, agua limpia), resultado de las interacciones entre las funciones de los ecosistemas, y son la principal fuente del bienestar humano. Entender los efectos positivos y negativos de los usos agropecuarios en la conservación de la biodiversidad y en su relación con los servicios ecosistémicos, requiere de una escala de paisaje (Tscharntke et al., 2005).

La productividad del paisaje agropecuario se expresa como su capacidad para generar bienes agropecuarios y servicios ecosistémicos, cuya calidad y cantidad dependen de la optimización del uso de la tierra, manteniendo las cualidades intrínsecas que sostienen las funciones trascendentes para la vida (Katyal & Vlek, 2000). Aun cuando en estos paisajes el beneficio más evidente es el servicio ecosistémico de producción de alimentos, el aporte de otros se al bienestar de las comunidades también ha demostrado ser fundamental (Melgarejo Carreño, 2019). Cuando los sistemas de producción promueven las interacciones ecológicas y las sinergias entre los componentes bióticos

¹ Endemismo se refiere a propio y exclusivo de determinadas localidades o regiones.

y abióticos del paisaje, se proveen los mecanismos para que estos sistemas equilibren la producción de bienes agropecuarios con otros servicios ecosistémicos (Vlek et al., 2017), como la satisfacción espiritual y filosófica, valores recreacionales, valores estéticos y de conocimiento (Camacho Valdez & Ruiz Luna, 2012), y se subsidien funciones de regulación, como el control natural de plagas (Altieri & Nicholls, 2005), la polinización, la salud del suelo, el almacenamiento de carbono (Hossain et al., 2017), el ciclaje de nutrientes (Bommarco et al., 2013) y la regulación hídrica (Foley et al., 2005).

Según el análisis de oferta potencial para los servicios de oferta y regulación hídrica en el país (Díaz-Timoté et al., 2020), la región nororiental del Pacífico, la noroccidental andina, la región del Catatumbo, el piedemonte andino-amazónico y el piedemonte andino-orinoqueño, son zonas que mantienen buena parte de su cobertura natural y, por tanto, elevados niveles de precipitación y evapotranspiración. Corresponden, por ende, a áreas con alta oferta potencial del recurso hídrico (superior a 8.000 mm/año), con mayores tiempos de almacenamiento en el paisaje, favoreciendo la salud ecosistémica, vista esta como la productividad primaria y sus niveles de organización, autonomía y resiliencia (Rapport et al., 1998). En contraste, la región seca del Valle del Cauca, la seca del valle del Magdalena y la región Caribe, principalmente en la parte norte de Bolívar y Magdalena, presentan baja oferta de precipitación, con valores de 700 mm/año a 1.200 mm/año, y baja regulación por su alta huella humana, ya que históricamente sus suelos han estado sometidos a una alta productividad (Correa Ayram et al., 2020).

Debido a la creciente demanda de recursos de los ecosistemas y al aumento de la población humana, se han expandido e intensificado las áreas de cultivo y de pastizales, generando cada vez más preocupaciones por los desequilibrios que puedan generar sobre las dinámicas ecológicas naturales y socioeconómicas (McAlpine et al., 2009), a escalas que van desde lo local hasta lo mundial. Entre estos desequilibrios están la pérdida de biodiversidad, la fragmentación de hábitats, la contaminación de los ambientes naturales, el cambio climático, y la amenaza de diferentes formas de vida, incluyendo la humana (Reid et al., 2005).

Si bien existen acciones al interior del sector agropecuario dirigidas a la conservación de la biodiversidad y los SE, y a pesar de la definición de la frontera agrícola, según las cifras de los mapas de cobertura de la tierra en Colombia, entre los años 2000 y 2012 las áreas agrícolas heterogéneas y los pastos han aumentado 1.774.000 hectáreas, mientras que se han perdido más de un millón de hectáreas de bosques y áreas seminaturales (Ideam, 2014), siendo la expansión de la frontera agropecuaria una de las principales determinantes

de la transformación de los bosques colombianos (González Arenas et al., 2011), al igual que de los herbazales (Etter et al., 2017) y los humedales (Patiño & Estupiñán-Suárez, 2016). Algunos de los principales agentes de deforestación durante el periodo 2005-2015 en el nivel nacional, asociados con la expansión de la frontera agropecuaria como causa directa de dicha deforestación, son los productores agropecuarios con cultivos tradicionales, los productores pecuarios de gran escala, los praderizadores, los productores agrícolas de coca y los productores agrícolas con cultivos industriales (González Arenas et al., 2018).

La intensidad del impacto antrópico acumulado en los ecosistemas terrestres se representa espacialmente por medio del índice de huella espacial humana (I_{HEH}), que relaciona el nivel de modificación del hábitat, el tiempo de intervención sobre los ecosistemas y su vulnerabilidad biofísica (Etter et al., 2011). En el país, los mayores valores para el I_{HEH} se concentran en las regiones Andina y Caribe, en donde históricamente se han promovido actividades productivas de gran importancia para el desarrollo del país, concentración de la población y procesos de industrialización (Etter et al., 2008). En la región del Pacífico, el incremento de la huella sobre los ecosistemas está ligado principalmente al aumento de la deforestación, al igual que en las regiones de la Amazonia y la Orinoquia, en donde influye de manera importante la frontera agrícola, especialmente hacia el piedemonte andino (Correa Ayram et al., 2020).

En este mismo sentido, la huella hídrica azul, reportada en el *Estudio nacional del agua*, refiere los volúmenes de agua extraídos de cuerpos de agua superficiales naturales que no retornan la fuente y que, por lo tanto, en el proceso antrópico son incorporados, evaporados o trasvasados (Ideam, 2019). Las actividades agrícolas y pecuarias representan el 61 % de la demanda hídrica en el área hidrográfica del Pacífico, mientras que en la del Caribe representan el 58 %; en la del Magdalena-Cauca, el 51 %; en el Orinoco, el 45 %, y en la del Amazonas, el 39 % aproximadamente. A escala de país, el 52 % de la demanda hídrica del sector agropecuario forma parte de la huella hídrica, mientras que en el sector pecuario corresponde al 32 %; sin embargo, en la última década, se evidencia un aumento de la eficiencia en el uso del agua, al reducirse los flujos en forma de pérdidas, vertimientos y descargas (Ideam, 2019).

Llevar a cabo un análisis de la relación entre la huella espacial humana, la oferta potencial de se y la densidad de actividades agropecuarias en el país, permite generar una visión desde la perspectiva sistémica sobre el modo como los agroecosistemas pueden beneficiarse y favorecer la conservación de la biodiversidad, o generar efectos negativos por medio de las prácticas implementadas.

La figura 3 muestra las áreas que corresponden a la espacialización del reporte de las UPA en el Censo Nacional Agropecuario (DANE, 2015), concentradas en radios de un kilómetro. Para tener un acercamiento al estado en el que se encuentran las áreas agropecuarias con respecto a cada variable mencionada, las áreas que presentan valores de relación altos corresponden a las zonas en donde se presenta mayor densidad de actividades agropecuarias, mayor oferta de SE y menor impacto de la huella humana. Como resultado de este análisis, se evidencia que 70,7 % del área analizada se encuentra en categoría muy baja, 15 % en categoría baja, 6,6 % en categoría media y apenas un 7,6 % en categoría alta, lo que puede traducirse en una mayor vulnerabilidad para la sostenibilidad de los paisajes agropecuarios y, por lo tanto, en mayores esfuerzos de diferentes escalas para su gestión y planificación.

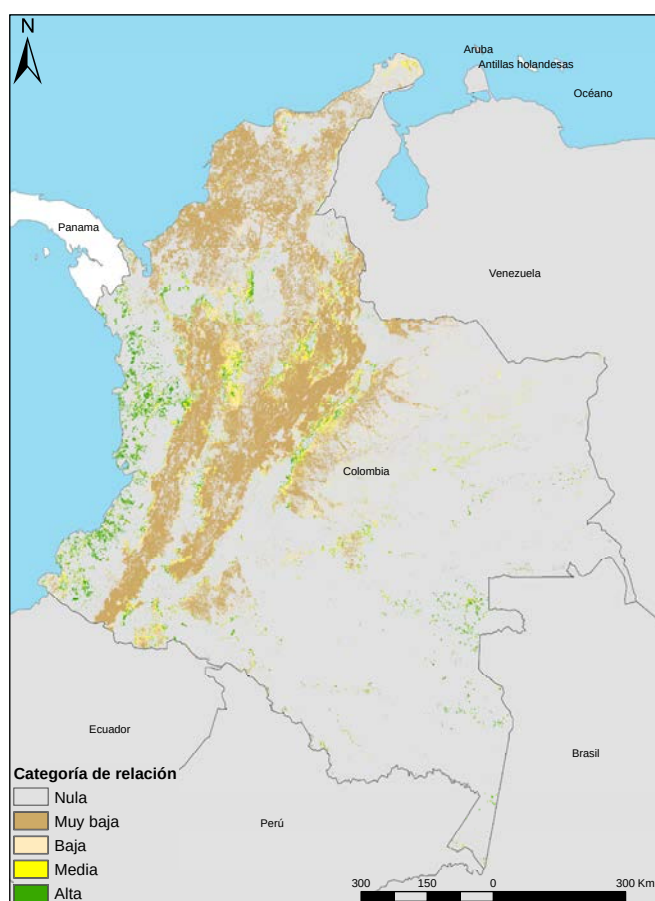


Figura 3. Análisis de relación entre huella espacial, potencial de SE y UPA.

Fuente: Elaboración propia a partir de información de huella humana (Correa Ayram et al., 2020), de servicios ecosistémicos (Díaz-Timoté et al., 2020) y de densidad de actividades agropecuarias (DANE, 2015)

En la tabla 2 se presenta el porcentaje de UPA por región natural respecto al total de las unidades censadas (DANE, 2015), seguido de los resultados de la relación entre la huella humana, la oferta potencial de servicios ecosistémicos y la concentración de actividades agropecuarias. Comparado con el reporte del uso predominante dentro de las UPA presentado en la figura 4 (DANE, 2015), se evidencia que en la región Caribe, en la que se ubica el 12 % de las UPA del país, la mayoría cuenta con un uso predominantemente pecuario, valorado en su mayoría con un muy bajo relacionamiento (valoración basada en una alta huella humana y una oferta media de servicios principalmente).

Tabla 2. Resultados del análisis de relación entre huella espacial, potencial de SE y UPA

Región natural	% de UPA del país	Relación huella espacial, potencial de SE y UPA			
		Alta	Media	Baja	Muy baja
Amazonia	1 %	20 %	13 %	23 %	44 %
Andina	81 %	5 %	6 %	15 %	74 %
Caribe	12 %	1 %	2 %	8 %	89 %
Orinoquia	4 %	3 %	11 %	30 %	56 %
Pacífico	2 %	69 %	17 %	9 %	5 %

Fuente: Elaboración propia

La región Andina concentra la mayor cantidad de UPA, y presenta usos predominantes pecuarios (57 %) y agrícolas (36 %) (figura 4), coincidiendo con altos índices de huella humana y disminuciones en la oferta de servicios ecosistémicos, dando como resultado un muy bajo relacionamiento entre la actividad agrícola y los beneficios de las funciones de las áreas naturales dentro de los paisajes.

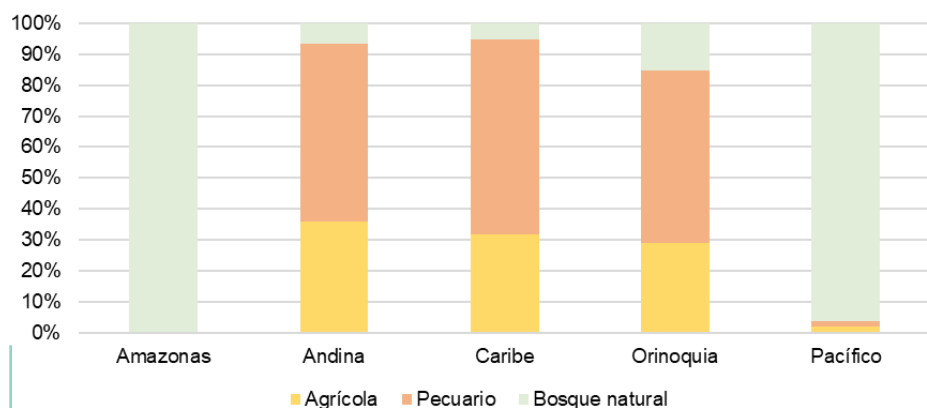


Figura 4. Uso predominante de las UPA.

Fuente: DANE (2015)

Este análisis refleja la relación desigual entre los SE y las actividades agropecuarias sobre el territorio nacional. En el escenario actual, el país cuenta con un bajo desempeño en el uso eficiente de sus recursos naturales, que conduce a la degradación progresiva de los mismos (DNR, 2018). Además, la huella humana del país tiene una tendencia de aumento y es previsible que el impacto sobre los ecosistemas se incremente en el futuro (Hockley et al., 2007). Si este patrón de intervención continúa, las consecuencias para la biodiversidad pueden ser devastadoras, lo que implica que las acciones urgentes se necesitan principalmente en las áreas donde se combina un alto impacto humano con la presencia de ecosistemas únicos (Correa Ayram et al., 2020). En este sentido, si la interacción compleja con los modos y medios de vida del paisaje agropecuario no genera el bienestar ecosistémico —expresado en integridad ecológica agenciada, naturalidad y oferta de SE—, se debe transformar su estructura de relaciones dentro del marco del crecimiento verde y el desarrollo sostenible (ver capítulo II), buscando un aumento en la productividad que contemple la eficiencia en el uso de los recursos naturales, para potenciar las oportunidades de desarrollo económico del sector agropecuario (DNR, 2018).

Con base en lo anterior, la gestión del uso de la tierra por parte de los gobiernos y la sociedad civil debe conducir a paisajes agropecuarios estructuralmente complejos, que mejoren la diversidad local en los ecosistemas naturales e intervenidos (Tscharntke et al., 2005) y que aporten a las metas del país para promover el uso apropiado de los ecosistemas terrestres, detener y revertir la degradación de las tierras y poner freno a la pérdida de diversidad biológica (ONU, 2019). En este sentido, es necesario planificar

e implementar alternativas que promuevan la eficiencia en el uso de los recursos naturales y la oferta de bienes y servicios ecosistémicos, alternativas que generen un bienestar multidimensional resiliente en los paisajes agropecuarios, basado en el reconocimiento de las heterogeneidades ecológicas y sociales de sus relaciones en las diferentes escalas espaciales y temporales (ver capítulo v).

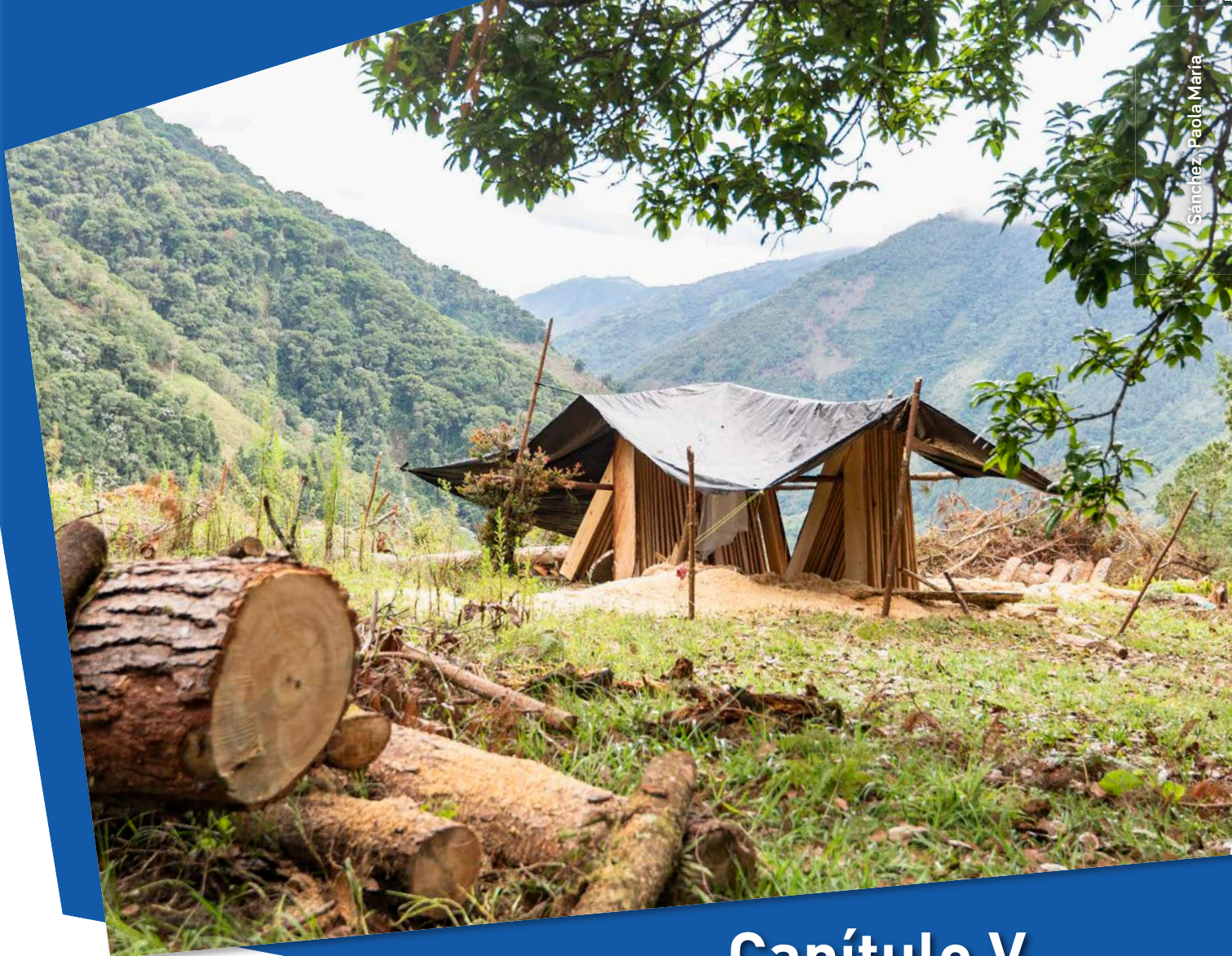
Referencias

- Altieri, M., & Nicholls, C. (2005). *Biodiversity and pest management in agroecosystems*. Food Products Press.
- Andrade-C., M. G. (2011). Estado del conocimiento de la biodiversidad en Colombia y sus amenazas. Consideraciones para fortalecer la interacción ciencia-política. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 35(137), 491-508. <http://www.scielo.org.co/pdf/racefn/v35n137/v35n137a08.pdf>
- Bommarco, R., Kleijn, D., & Potts, S. G. (2013). Ecological intensification: Harnessing ecosystem services for food security. *Trends in Ecology & Evolution*, 28(4), 230-238. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2012.10.012>
- Camacho Valdez, V., & Ruiz Luna, A. (2012). Marco conceptual y clasificación de los servicios ecosistémicos. *Revista Bio-ciencias*, 1(4), 3-13. https://www.researchgate.net/publication/235985361_Marco_conceptual_y_clasificacion_de_los_servicios_ecosistemicos
- Correa Ayram, C. A., Etter, A., Díaz-Timoté, J. J., Rodríguez Buriticá, S., Ramírez, W., & Corzo, G. (2020). Spatiotemporal evaluation of the human footprint in Colombia: Four decades of anthropic impact in highly biodiverse ecosystems. *BioRxiv*, 117. <https://doi.org/10.1101/2020.05.15.098855>
- Daily, G. C. (Ed.). (1997). *Nature's services: Societal dependence on natural ecosystems*. Island Press.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE]. (2015). *Censo Nacional Agropecuario 2014. Sostenibilidad ambiental en las Unidades de Producción Agropecuaria (UPA)*. <https://www.dane.gov.co/files/CensoAgropecuario/avanceCNA/PPT8-Boletin8.pdf>
- Departamento Nacional de Planeación [DNP]. (2018, julio 10). *Política de crecimiento verde* (Documento CONPES 3934). <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3934.pdf>
- Díaz-Timoté, J., Isaacs-Cubides, P. & Arce-Plata, M. I. (2020). Vulnerabilidad de la oferta de servicios ecosistémicos. En L. A. Moreno & G. I. Andrade (Eds.), *Biodiversidad 2019. Estado y tendencias de la biodiversidad continental de Colombia* [Ficha 201]. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. <http://hdl.handle.net/20.500.11761/35569>
- Etter, A., Andrade, Á., Saavedra, K., Amaya, P., & Arévalo, P. (2017). *Estado de los ecosistemas colombianos: una aplicación de la metodología de la Lista Roja de Ecosistemas (Vers. 2.0)* [Informe final]. Pontificia Universidad Javeriana; Cooperación Internacional-Colombia.
- Etter, A., McAlpine, C., & Possingham, H. P. (2008). Historical patterns and drivers of landscape change in Colombia since 1500: A regionalized spatial approach. *Annals of the Association of American Geographers*, 98(1), 2-23. [10.1080/00045600701733911](https://doi.org/10.1080/00045600701733911)
- Etter, A., McAlpine, C. A., Seabrook, L., & Wilson, K. A. (2011). Incorporating temporality and biophysical vulnerability to quantify the human spatial footprint on ecosystems. *Biological Conservation*, 144(5), 1585-1594. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2011.02.004>
- Foley, J. A., DeFries, R., Asner, G. P., Barford, C., Bonan, G., Carpenter, S. R., Stuart Chapin, F., Coe, M. T., Daily, G. C., Gibbs, H. K., Helkowski, J. H., Holloway, T., Howard, E. A., Kucharik, C. J., Monfreda, C.,

- Patz, J. A., Prentice, I. C., Ramankutty, N., & Snyder, P. K. (2005). Global consequences of land use. *Science*, 309(5734), 570-574. 10.1126/science.1111772
- González Arenas, J. J., Cubillos Buitrago, Á., Chadid Hernández, M. A., Cubillos González, A., Arias Patiño, M., Zúñiga Avirama, E., Joubert, F., Pérez Vizcaíno, I. R., & Berrío Meneses, V. (2018). *Caracterización de las principales causas y agentes de la deforestación a nivel nacional 2005-2015*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam); Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MADS]; Programa ONU-REDD Colombia. <http://www.fao.org/3/i9618ES/i9618es.pdf>
- González Arenas, J. J., Etter Rothlisberger, A. A., Sarmiento López, A. H., Orrego Suaza, S. A., Ramírez Sosa, C. D., Montenegro Cabrera, E., Vargas Galvis, D. M., Galindo Gracia, G., García Dávila, M. C., & Ordóñez Castro, M. F. (2011). *Análisis de tendencias y patrones espaciales de deforestación en Colombia*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam). <http://www.ideam.gov.co/documents/11769/44688974/Analisis+de+tendencias+y+patrones+espaciales+de+deforestacion+en+Colombia/06030c14-c433-485a-8541-8367e78038aa?version=1.0>
- Hernández-Camacho, J., & Sánchez, H. (1992). Biotas terrestres de Colombia. En I. G. Halffter (Comp.), *La diversidad biológica de Iberoamérica I* (pp. 153-173). Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo; Instituto de Ecología, A. C. https://www.rds.org.co/apc-aa-files/ba03645a7c069b5ed406f13122a61c07/diversidad_biologica_iberoamerica.pdf
- Hockley, N., Jones, J. P. G., & Gibbons, J. M. (2007). Technological progress must accelerate to reduce global footprint overshoot. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 6(3), 122-123. [https://doi.org/10.1890/1540-9295\(2008\)6\[122:TPMATR\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1540-9295(2008)6[122:TPMATR]2.0.CO;2)
- Hossain, M. S., Eigenbrod, F., Amoako Johnson, F., & Dearing, J. A. (2017). Unravelling the interrelationships between ecosystem services and human wellbeing in the Bangladesh delta. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 24(2), 120-134. <https://doi.org/10.1080/13504509.2016.1182087>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [Ideam]. (2014). *Mapa ecosistemas continentales, costeros y marinos*. <http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/mapa-ecosistemas-continentales-costeros-marinos>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [Ideam]. (2019). *Estudio nacional del agua*. <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/019252/ESTUDIONACIONALDELAGUA.pdf>
- Katyal, J. C., & Vlek, P. L. G. (2000). Desertification-concept, causes and amelioration. *ZEF-Discussion Papers on Development Policy* (33). <https://ideas.repec.org/p/ags/ubzefd/281247.html>
- McAlpine, C. A., Etter, A., Fearnside, P. M., Seabrook, L., & Laurance, W. F. (2009). Increasing world consumption of beef as a driver of regional and global change: A call for policy action based on evidence from Queensland (Australia), Colombia and Brazil. *Global Environmental Change*, 19(1), 21-33. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2008.10.008>
- Melgarejo Carreño, M. A. (2019). *Valoración de los servicios ecosistémicos en agroecosistemas: contribuciones de la economía ecológica* [Tesis doctoral, Universidad Nacional]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/76581>

Capítulo IV. Disponibilidad y eficiencia en el uso de recursos naturales, biodiversidad y servicios ecosistémicos

- Organización de las Naciones Unidas [ONU]. (2019). *Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2019*. <https://www.ods.gov.co/es/resources>
- Overpeck, J., Garfin, G., Jardine, A., Busch, D. E., Cayan, D., Dettinger, M., Fleishman, E., Gershunov, A., MacDonald, G., Redmond, K. T., Travis, W. R., & Udall, B. (2013). Summary for decision makers. In G. Garfin, A. Jardine, R. Merideth, M. Black & S. LeRoy (Eds.). *Assessment of climate change in the southwest United States* (pp. 1-20). Island Press. https://doi.org/10.5822/978-1-61091-484-0_1
- Patiño, J. E., & Estupiñán-Suárez, L. M. (2016). Hotspots of wetland area loss in Colombia. *Wetlands*, 36(5), 935-943. <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs13157-016-0806-z>
- Rangel-Ch., J. O. (2005). La biodiversidad de Colombia. *Palimpsestvs*, 5, 292-304. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/palimpsestvs/article/view/8083/8727>
- Rapport, D. J., Costanza, R., & McMichael, A. J. (1998). Assessing ecosystem health. *Trends in Ecology & Evolution*, 13(10), 397-402. [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(98\)01449-9](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(98)01449-9)
- Reid, W. V., Mooney, H. A., Cropper, A., Capistrano, D., Carpenter, S. R., Chopra, K., Dasgupta, P., Dietz, T., Duralappah, A. K., Hassan, R., Kasperson, R., Leemans, R., May, R. M., McMichael, A. J., Pingali, P. L., Samper, C., Scholes, R. J., Watson, R. T., Zakri... Zurek, M. (2005). *Millenium ecosystem assessment synthesis report: final draft*. https://www.researchgate.net/publication/40119375_Millenium_Ecosystem_Assessment_Synthesis_Report
- SiB Colombia. (2019). *Biodiversidad en cifras 2019*. <https://sibcolombia.net/biodiversidad-en-cifras-2019/>
- Tscharntke, T., Klein, A. M., Kruess, A., Steffan-Dewenter, I., & Thies, C. (2005). Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity–ecosystem service management. *Ecology Letters*, 8(8), 857-874. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2005.00782.x>
- Vlek, P. L. G., Khamzina, A., Azadi, H., Bhaduri, A., Bharati, L., Braimoh, A., Martius, C., Sunderland, T., & Taheri, F. (2017). Trade-offs in multi-purpose land use under land degradation. *Sustainability*, 9(12), 2196. <https://doi.org/10.3390/su912219>



Capítulo V

53

Gestión de recursos y residuos con orientación a la economía circular

Santiago A. Roa-Ortiz

Durante la segunda mitad del siglo xx hubo un cambio de mentalidad con respecto a la agricultura, ya que al ser una actividad en la que sus insumos productivos eran proporcionados por la naturaleza (tierra, agua, sol y aire) y su producto final era alimento, se pensaba que no tenía impactos negativos sobre el ambiente.

El National Research Council (1991) mostró que los efectos negativos de la agricultura se comenzaban a evidenciar en forma de erosión y degradación del suelo, deforestación y desertificación, así como pérdida de diversidad biológica, disminución de la calidad y disponibilidad de agua e interrupción de los ciclos hidrológicos. En muchos países, entre ellos Colombia, estos problemas se ven exacerbados por entornos socioeconómicos y políticos que limitan con frecuencia las soluciones para alcanzar un desarrollo de los paisajes agrícolas sostenibles.

Seguido a esto, la FAO argumentó que la producción agropecuaria era la principal fuente de contaminación del agua (nitratos, fosfatos y plaguicidas) y la mayor fuente antropogénica de gases de efecto invernadero (metano y óxido nitroso), y que contribuía a otros tipos de contaminación del aire y el agua (Bruinsma, 2003).

En contraste con el diagnóstico anterior, la tendencia mundial a lo largo del tiempo ha sido la de incrementar la productividad en los cultivos con el fin de abastecer los mercados de alimentos, aún más desde el 1.º de enero de 2016, cuando el mundo implementó la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, en la cual se establecieron 17 objetivos para abordar los más urgentes desafíos globales existentes hasta entonces (ONU, 2016), sin desconocer que estas iniciativas surgieron de la Agenda 21, producto de la Cumbre de Río.

Es lógico pensar que, para abastecer de alimentos a las 8,600 millones de personas proyectadas para 2030 y cumplir con el objetivo de hambre cero (ods 2), es necesario incrementar la productividad agrícola y promover el crecimiento económico y el trabajo decente (ods 8), para lo cual, a su vez, se debe garantizar el consumo y la producción sostenibles (ods 12); adoptar medidas de acción por el clima (ods 13); proteger, restablecer y promover el uso sostenible de la vida de los ecosistemas terrestres (ods 15), y fortalecer las alianzas, todo ello con el fin de alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ods 17). Sin embargo, los problemas de acceso y distribución, mencionados en el capítulo iii, también deben ser considerados, así como la circularidad de todo el sistema alimentario, para mejorar la redistribución y el acceso a los alimentos y lograr que estos lleguen a la población que en la actualidad no

los tiene. Ahora bien, cualquier producción, incluso la de alimentos, genera residuos. En el caso del sector agropecuario, estos incluyen restos de cosecha, estiércoles y otros residuos de granjas, galpones, mataderos, escorrentía de fertilizantes, sales y pesticidas que, si no se gestionan apropiadamente, se convierten en vertimientos contaminantes.

Según lo anterior, alcanzar los ODS implica lograr subobjetivos que parecen contradictorios, pero que en realidad no lo son. Para duplicar la producción de alimentos en pequeña escala (ODS 2.3), de modo que alimente a la población proyectada, se debe hacer uso de la gestión sostenible, utilizando eficientemente los recursos naturales (ODS 12.2), reduciendo el desperdicio de alimentos (ODS 12.3), gestionando ecológicamente los productos químicos y los desechos (ODS 12.4) y reduciendo considerablemente la generación de desechos mediante actividades de prevención, reducción, reciclado y reutilización (ODS 12.5), entre muchas otras (ONU, 2015).

Lograr que estos objetivos se articulen armónicamente demanda un modelo económico que permita acercarse a ese ideal, ya que el modelo actual de extracción de recursos y de producir-consumir-desperdiciar/desechar no podría hacerlo. Lo paradójico es que el modelo existe desde hace varios años, pero no ha sido utilizado en forma masiva. Este modelo, denominado *economía circular*, concibe el proceso económico como un sistema regenerativo en donde se minimizan los insumos, los desperdicios, las emisiones y la fuga de energía, ralentizando, cerrando y estrechando los bucles de materiales y energía.

La economía circular se caracteriza por un bajo consumo de materiales y recursos durante la producción, un bajo nivel de contaminación, alta eficiencia y altas tasas de circulación, todo lo cual permite que los recursos se aprovechen al máximo durante la producción (Jun & Xiang, 2011) y posproducción.

La Estrategia Nacional de Economía Circular, elaborada para Colombia en 2019 por el MADS y el MinCit, define la economía circular tal como lo hace la Ellen MacArthur Foundation (2013):

Sistemas de producción y consumo que promuevan la eficiencia en el uso de materiales, agua y la energía, teniendo en cuenta la capacidad de recuperación de los ecosistemas, el uso circular de los flujos de materiales y la extensión de la vida útil a través de la implementación de la innovación tecnológica, alianzas y colaboraciones entre actores y el impulso de modelos de negocio que responden a los fundamentos del desarrollo sostenible. (MADS & MinCit, 2019, p. 20)

Este modelo económico es el más cercano al desarrollo sostenible de la agricultura si se compara con los modelos tradicionales de economía lineal, ya que tiene en cuenta los problemas de contaminación ambiental, daño ecológico, agotamiento de recursos y el proceso de reciclaje de materiales, abarcando los ecosistemas naturales.

Hacer que la agricultura implemente el modelo de economía circular permitiría recuperar energía. Con esto conduciría a los productores hacia la autonomía energética y a reutilizar materiales de origen biológico y, por ende, permitiría un ciclaje de nutrientes y un enriquecimiento natural del suelo, al tiempo que se sustituirían materiales industriales y se reduciría la contaminación.

Una gestión de recursos en todo el sistema agroalimentario permitiría una sustitución de materiales y una recuperación de agua, insumos y energía. Esto se reflejaría en una reducción de costos en la producción y constituiría un eje de la conservación del bienestar del paisaje y, por tanto, de la rentabilidad de los mismos productores, logrando así una agricultura sostenible (desarrollada en el capítulo II).

Países Bajos, nación situada en el puesto 33 de productividad agrícola en el mundo según el *Agricultural total factor productivity index* (Fuglie, 2015), enfocó sus esfuerzos en producir eficientemente todo el alimento que fuese posible, a bajos precios y con ganancias para los productores, y hoy enfrenta grandes retos conectados con los residuos generados. Carola Schouten, ministra de Agricultura, Naturaleza y Calidad Alimentaria de Países Bajos, dice que el sector agrícola neerlandés enfrenta grandes desafíos relacionados con los fosfatos, las partículas finas y la calidad del agua. También sostiene que, en la actualidad, la deposición excesiva de nitrógeno en las áreas naturales está causando grandes problemas a los Países Bajos y que la producción intensiva de alimentos es una de las principales fuentes de dicho nitrógeno (Schouten, 2020).

A pesar de que Colombia no tiene el mayor Índice de Productividad Agrícola (IPA), se reconoce como un país que se ha preocupado, al menos desde lo normativo, por los problemas ambientales y por diseñar propuestas para solucionarlos. Con el Decreto 1753 (1994), se reglamentó el otorgamiento de licencias ambientales para proyectos de aprovechamiento forestal único o persistente de carácter comercial, proyectos de reforestación y silvicultura comercial, y establecimientos comerciales de zoocriaderos, floricultura intensiva y granjas pecuarias, acuícolas, piscícolas y avícolas. Pese a esto, existen retos que involucran el licenciamiento ambiental para las actividades agrícolas y pecuarias o la implementación vinculante de las guías ambientales.

Después de este intento por regular algunas actividades agropecuarias (Decreto 1753, 1994), en agosto de 1997 salió la Política Nacional de Producción más Limpia, que buscaba revertir el hecho de que la agricultura fuese generadora de contaminación hídrica y atmosférica, así como de erosión y deterioro del paisaje. De igual manera, esta política concibió el uso de pesticidas y fertilizantes como un factor importante para el incremento de la productividad agrícola, pero no como un problema por escorrentía hacia las aguas o por la contaminación misma que genera sobre los alimentos tratados. Esto se trató de corregir con el Decreto 475 (1998), del Ministerio de Salud, en el que se especificaron las concentraciones máximas de plaguicidas en el agua potable.

Para el año 2010, el gobierno colombiano lanzó la Política Nacional de Producción y Consumo Sostenible, que integraba la Política de Producción Limpia con el Plan de Mercados Verdes como una estrategia de promoción y mejoramiento ambiental, junto con una conversión productiva hacia la competitividad (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2011). Esta nueva política proponía que la gestión de residuos abarcara toda la cadena, desde la producción hasta el consumo, pero dejaba la gestión de residuos y desechos peligrosos para otra política ambiental. En el documento se mencionan el cierre de ciclos de materiales, las emisiones cero, la no generación de desperdicios, la reducción en el uso de materiales e insumos y el aprovechamiento de los residuos, con el fin de contribuir al mejoramiento de la calidad ambiental del país.

La política se dirigió a algunos sectores estratégicos, y se escogieron algunos productos bajo criterios muy precisos, como tamaño, crecimiento, potencial exportador, consumo de recursos, entre otros. Otros retos para esta política fueron considerar tanto la contribución del sector agropecuario a la contaminación por los residuos generados, como la gestión sostenible de los recursos, entendiendo que en el paisaje todo está entrelazado y, por tanto, la intervención sobre cualquier factor del paisaje afecta el estado y el comportamiento de los demás factores.

En el caso del sector agroindustrial, se consideraron el azúcar, las flores, el banano y los biocombustibles como prioritarios, bajo los criterios de potencial exportador, crecimiento y uso intensivo de recursos. Del mismo modo, se seleccionó el sector de alimentos ecológicos como potencial ejemplo para el país en cuanto a producción, consumo y aprovechamiento sostenible.

Para 2016, el gobierno nacional se propuso disminuir la pérdida y el desperdicio de alimentos en el país. Fue así como lanzó la campaña Desperdicio Cero, con el fin de articular esfuerzos e impulsar la adopción de buenas prácticas

en las actividades agropecuarias. En este sentido, el DNP (2016) definió las pérdidas en todos los eslabones de la cadena productiva de productos vegetales y animales. Esta vez el enfoque se dirigió a los residuos o desperdicios de alimentos como producto final de la actividad y no a los residuos generados en la producción de dichos alimentos. Lo anterior se consolidó en 2019 con la Ley 1990, por medio de la cual se formuló la política para prevenir la pérdida y el desperdicio de alimentos, política que, actualmente, se desarrolla bajo una submesa de la CISAN.

En 2016 también se aprobó el Documento CONPES 3874, que formula la política nacional para la gestión integral de residuos sólidos, con el fin de contribuir al desarrollo sostenible y la adaptación y mitigación del cambio climático. Este Documento CONPES también se propuso avanzar hacia una economía circular con la implementación del principio de jerarquía de los residuos. Además, en él se analizó la existencia de dos tipos de residuos para la gestión de flujos de materiales: los nutrientes biológicos y los técnicos. En el primer tipo, se encuentran los residuos de alimentos y otros residuos orgánicos, que siendo tratados pueden servir como abono en la agricultura o como una forma de energía renovable. En el segundo tipo de nutrientes, se consideran los productos o materiales que se reincorporan en nuevos productos.

Con este documento, una vez más la política no se dirigió a los residuos inherentes a la actividad agropecuaria. El documento, sin embargo, fue un poco más allá, ya que analizó todo el ciclo de los productos y encontró que algunos residuos podían ingresar de nuevo como insumo en la producción agropecuaria, al tiempo que señaló que las circularidades en los paisajes agropecuarios son claves para la productividad y la eficiencia.

Posteriormente, la Política de Crecimiento Verde, plasmada en el Documento CONPES 3934, reconoció que el desarrollo económico actual es insostenible en el largo plazo debido a la degradación y agotamiento de los recursos para la producción, con lo cual genera altos costos para la sociedad y el ambiente, equivalentes al 2,08 % del PIB de 2015 (DNP, 2018).

Así mismo, el documento avizoró el potencial de los residuos agrícolas y pecuarios como biomasa para fuentes no convencionales de energía renovable, dejando para análisis futuros el proceso mismo del cultivo como generador de lixiviados que se filtran al suelo y a las aguas y que afectan la calidad de esta última.

El Ideam actualiza con regularidad el ENA, con el fin de que los habitantes de Colombia conozcan la calidad del agua y su potencial desabastecimiento en

la subzona hidrográfica en la que viven. Este estudio también genera información sobre sequías, inundaciones y usos del agua y sobre alternativas y proyecciones que contribuyan a la planificación y adaptación del sector agropecuario a la variabilidad climática (Ideam, 2019).

Todo lo anterior muestra que Colombia ha avanzado en estudios y políticas públicas, con el propósito de enmarcar gran parte de la producción en las tendencias mundiales de producción limpia, economía verde y de una economía circular ajustada a una responsabilidad social corporativa, en la que las organizaciones se den cuenta de que su papel en la sociedad va más allá de obtener ganancias y ejecutar la gestión financiera de respaldo (Hens et al., 2017). Sin embargo, el robusto aparato normativo desarrollado hasta el momento aún requiere implementaciones proporcionales.

A manera de síntesis se puede decir que, en la actualidad, los sectores agrícola, pecuario, forestal y acuícola se enfrentan a grandes cambios en procura de la sostenibilidad, cambios como reducción en el consumo de energía e insumos, generación de resistencia a plagas y enfermedades, reducción de contaminación y conservación de la biodiversidad.

Por último, se debe entender que la fortaleza de las capacidades del paisaje define el alcance de la gestión de recursos y residuos, gestión cuyo fin debe ser la conservación, por lo que los modelos de desarrollo deben ofrecer oportunidades económicas basadas en lograr el bienestar integral y la conservación de estados deseables del paisaje y no en un crecimiento económico que erosione los paisajes.

Referencias

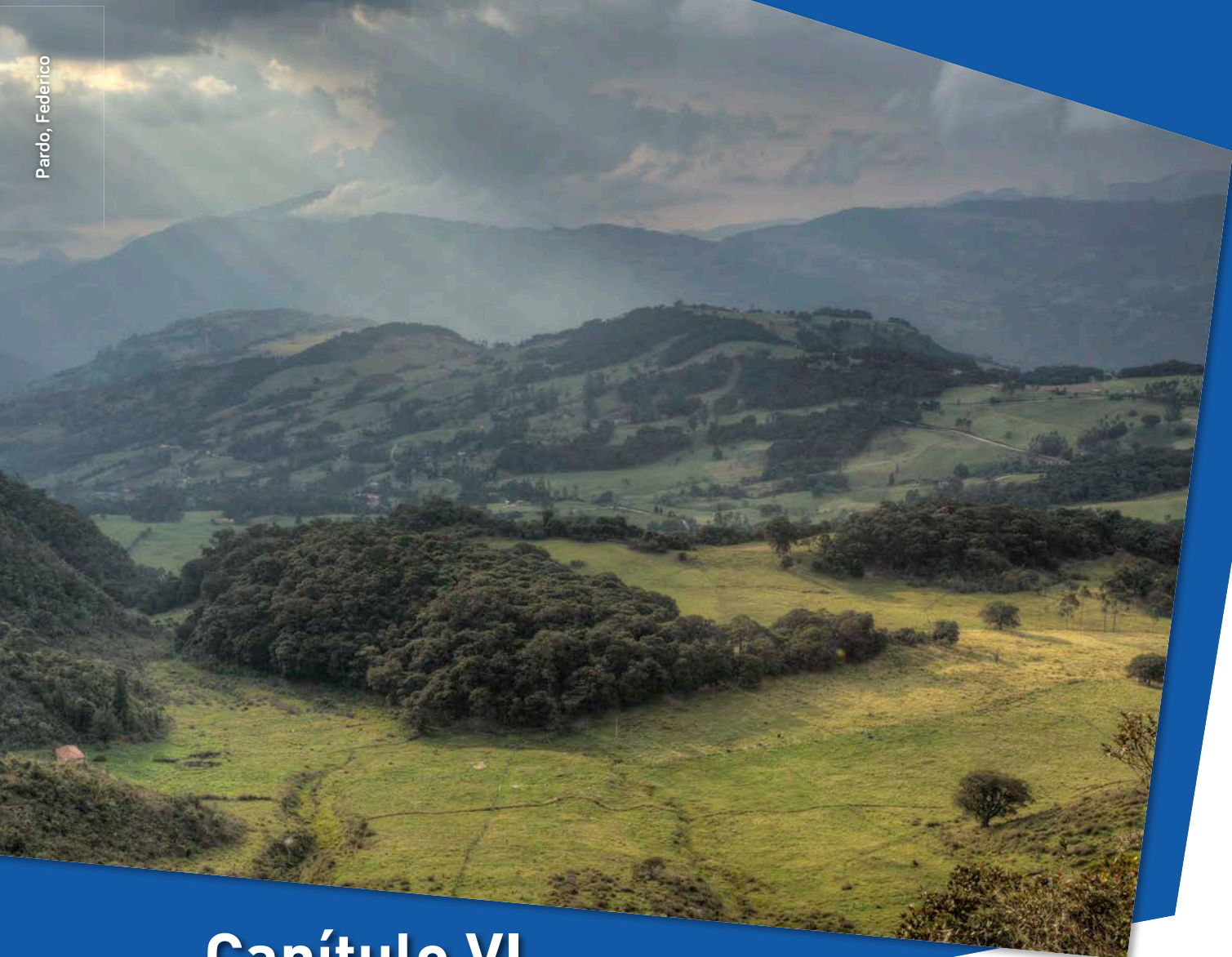
- Bruinsma, J. (Ed.). (2003). *World agriculture: towards 2015/2030: An FAO perspective*. Food and Agriculture Organization (FAO); Earthscan Publications Ltd. <https://bit.ly/3d9QyV6>
- Decreto 1753 de 1994, agosto 3. "Por el cual se reglamentan parcialmente los Títulos VIII y XII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales". Departamento Administrativo de la Función Pública de Colombia. <https://bit.ly/3mxB1Z>
- Decreto 475 de 1998, marzo 10. "Por el cual se expiden normas técnicas de calidad del agua potable". Ministerio de Salud Pública. *Diario Oficial*, n.º 43.259. https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/DECRETO%200475%20DE%201998.PDF
- Departamento Nacional de Planeación [DNP]. (2016). *Pérdida y desperdicio de alimentos en Colombia*. https://mr.v.dnp.gov.co/Documentos%20de%20Interes/Perdida_y_Desperdicio_de_Alimentos_en_colombia.pdf
- Departamento Nacional de Planeación [DNP]. (2018). *Política de Crecimiento Verde* (Documento CONPES 3934). <https://bit.ly/36DVrDq>
- Ellen MacArthur Foundation. (2013). Towards the circular economy. *Journal of Industrial Ecology*, 2, 23-44. <https://bit.ly/2YwGTWs>
- Fuglie, K. (2015). Accounting for growth in global agriculture. *Bio-based and Applied Economics*, 4(3), 201-234. <https://core.ac.uk/download/pdf/228574644.pdf>
- Hens, L., Block, C., Cabello-Eras, J. J., Sagastume-Gutierrez, A., Garcia-Lorenzo, D., Chamoro, C., Mendoza, H., Haeseldonckx, D., & Vandecasteele, C. (2017). On the evolution of "CLEANER PRODUCTION" as a concept and a practice. *Journal of Cleaner Production*. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.082>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [Ideam]. (2019). *Estudio nacional del agua*. <https://bit.ly/3eF43ww>
- Jun, H., & Xiang, H. (2011). Development of circular economy is a fundamental way to achieve agriculture sustainable development in China. *Energy Procedia*, 5, 1530-1534. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2011.03.262>
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2011). *Política nacional de producción y consumo sostenible: hacia una cultura de consumo sostenible y transformación productiva*. <https://bit.ly/3ccWz1U>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MADS] & Ministerio de Comercio, Industria y Turismo [MinCIT]. (2019). *Estrategia nacional de economía circular: cierre de ciclos de materiales, innovación tecnológica, colaboración y nuevos modelos de negocio*. <https://bit.ly/31NIFY>
- National Research Council. (1991). *Toward sustainability: A plan for collaborative research on agriculture and natural resource management*. The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/1822>

Análisis de la sostenibilidad de paisajes agropecuarios. Aproximación conceptual y metodológica

Organización de las Naciones Unidas [ONU]. (2015). *Anexo: marco de indicadores mundiales para los Objetivos de Desarrollo Sostenible y metas de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. <https://bit.ly/2yUjvFH>

Organización de las Naciones Unidas [ONU]. (2016). *Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2016*. <https://bit.ly/36DSX85>

Schouten, C. (2020, march 16). Circular agriculture: A vision for sustainability. *IFPRI Blog*. <https://bit.ly/3catRyM>



Capítulo VI

62

Bienestar y gobernanza

María Fernanda Pereira

La gobernanza, desde finales de la década de los noventa hasta la actualidad, ha sido un concepto protagonista en las políticas públicas socioambientales. En la búsqueda de integrar las múltiples dimensiones del paisaje, economistas y ecólogos formados en el pensamiento complejo desarrollaron este concepto en conjunto con el de *resiliencia* y el de *sistemas socioecológicos*, asumiendo que los tres eran positivos para el desarrollo sostenible (Holling, 1973; Berkes & Folke, 1994; Ostrom, 1990, 2009). Sin embargo, la gobernanza ha sido abordada desde varios ángulos. Algunas veces se ha confundido con la gobernabilidad, y además, según la escala, el sector o el interés desde donde se analice, puede tener efectos positivos o no sobre el paisaje. Por esto, la gobernanza se debe evaluar según el bienestar que genere en el paisaje (Mendelow, 1991; Bryson, 2004; Martirosyan & Vashakmadze, 2014).

El concepto de gobernanza es un atributo multiescalar¹ que emerge del paisaje luego de la interacción de los diferentes actores humanos con los recursos naturales. De estas interacciones surgen acuerdos que deben incluir a todos los actores del paisaje, sus intereses y su bienestar para ser sostenibles (el concepto de *sostenibilidad* fue trabajado durante los talleres y es el resultado del diálogo de varias instituciones académicas y gubernamentales; para su consulta, ver el capítulo II). Además, dichos acuerdos deben ser adaptables al paisaje y a su dinamismo a lo largo del tiempo, lo cual significa que la gobernanza se enmarca en el contexto socioecológico y sus cambios. Por esto, los procesos de toma de decisiones en el paisaje deben ser integrales, inclusivos, equitativos, eficientes e innovadores. Así mismo, los actores involucrados deben organizarse y participar de manera horizontal en el diseño e implementación de instrumentos de política y en los procesos de toma de decisiones, de acuerdo con su rol en el paisaje. La toma de decisiones debe guiarse por el precepto de bienestar integral y por el mantenimiento de la función ecológica (artículo 2 de la Ley 388 de 1997). De esta forma, la gobernanza se convierte en una condición necesaria para promover transformaciones de los paisajes hacia estados deseables de sostenibilidad.

Aunque la gobernanza ha sido un concepto ampliamente discutido entre políticos y académicos, no tiene una sola definición. En las discusiones se habla de gobernanza adaptativa, gobernanza comunitaria, gobernanza participativa, gobernanza pública, gobernanza democrática y buena gobernanza. Lo que se puede concluir de todos estos conceptos es que la gobernanza es una forma de tomar decisiones, en la cual se considera la influencia de todos los actores y en la que la decisión se toma de manera horizontal, es decir, en

¹ *Atributo multiescalar* es la característica que emerge en diferentes escalas de la interacción, en este caso, de los actores.

ella todos tienen la misma importancia, mas no el mismo interés ni poder (Kaufmann et al., 2010). Esta forma de tomar decisiones implica que los múltiples actores lleguen a acuerdos sobre el manejo de los paisajes, acuerdos que incluyen los intereses de todos y que pueden ser tanto formales como informales. De esta forma, se puede decir que la gobernanza de las instituciones públicas constituye un cambio de paradigma en el modo de plantear las normativas y que en ella no existe una sola manera de afrontar la implementación de las políticas públicas o de distribuir los servicios públicos² (Osborne, 2010).

La gobernanza implica diferentes tipos de alianzas del Estado con actores privados o comunitarios. Las alianzas crean nuevas redes que hacen más efectiva la implementación de las políticas y la distribución de los servicios públicos, y que obtienen resultados más contundentes. Sin embargo, es importante resaltar que cualquier tipo de alianza no es gobernanza; las alianzas que implican una acción real de gobernanza son aquellas que incluyen de igual forma a todos los actores interesados, influyentes e influenciados, en la política o servicio en cuestión. La gobernabilidad también requiere alianzas, pero parte de la idea de que el Estado es unitario y está integrado por un sistema cerrado de gobierno, en donde las políticas y su implementación se realizan de forma vertical. En la gobernanza, por el contrario, se asume que el gobierno es pluralista o que existen Estados plurales (Peters & Pierre, 1998; Osborne, 2010; Kaufmann et al., 2010).

Los procesos de toma de decisiones, en el marco de la gobernanza, requieren tres etapas: análisis, planeación e implementación. El *análisis* debe hacerse a diferentes escalas, desde lo local hacia lo nacional o desde lo nacional hacia lo local. En el análisis de lo local hacia lo nacional se concentran los esfuerzos por entender cómo se toman las decisiones de los actores locales (familiares y comunitarios) y cómo estas decisiones están influenciadas por políticas o relaciones con actores de otras escalas. Por el contrario, en el análisis de lo nacional hacia lo local, el objetivo es entender el modo como se toman las decisiones de nivel nacional, el modo como se construyen las políticas nacionales y regionales y la forma como tales políticas influyen las decisiones que se toman en el paisaje. Este segundo tipo de análisis es el de mayor interés para el presente capítulo.

2 Se entiende aquí que la provisión de servicios públicos responde a diferentes requerimientos para satisfacer las necesidades específicas del sector rural, y favorecer con ello el desarrollo y el bienestar multidimensional.

El principal reto de la gobernanza pública es lograr que las entidades entiendan el contexto socioecológico del paisaje para generar acuerdos que perduren en el tiempo, comprendiendo que el trato a cada actor es diferencial e incluyente. Por ejemplo, al hacer el análisis de gobernanza de un sector productivo, se puede encontrar que existe una forma de tomar decisiones incluyentes en la cual todos sus productores participan, pero estas decisiones están generando externalidades a otros sectores o actores que no son tenidos en cuenta. Entonces, este sector tiene una gobernanza interna, pero tal vez, por el poder que tiene el sector en el paisaje, la implementación de las normas o los acuerdos establecidos se está haciendo de forma jerárquica, ignorando a los otros actores. Por esto, al momento de hablar de gobernanza de los paisajes agropecuarios, se debe hacer un mapeo de los actores del paisaje de forma multiescalar. La matriz de poder versus intereses, los diagramas de influencia de las partes interesadas y la matriz de planificación de la participación son algunas herramientas de visualización del impacto y la influencia, útiles para hacer un análisis de actores en el paisaje (Mendelow, 1991; Bryson, 2004; Martirosyan & Vashakmadze, 2014).

Con base en este mapeo, se identifican los actores claves y se determina cuál sería el sistema de gobernanza necesario para crear una toma de decisiones horizontal e incluyente, en donde se reconozcan todas las realidades y complejidades. Esta es la segunda fase de la gobernanza, denominada *planeación*. La planeación requiere llevar a cabo diferentes diálogos, alianzas, pactos y acuerdos que conduzcan a una distribución del poder y a la creación de nuevas redes alrededor del bienestar del sistema socioecológico. La creación de un sistema de gobernanza se basa en generar normas, reglas o estrategias que vayan a ser cumplidas por todos, y para esto es necesario que el sistema tenga como características la acción colectiva y la confianza (Ostrom, 1990). De acuerdo con lo anterior, se puede decir que un sistema de gobernanza (red de actores y acuerdos) es un proceso que debe desarrollarse a lo largo del tiempo y que debe ser flexible según los diferentes intereses, necesidades y niveles de poder e influencia de los actores, proceso en el que además la comunicación y el diálogo deben ser protagonistas. El buen funcionamiento del sistema de gobernanza se refleja en el bienestar del sistema socioecológico.

Al ser la gobernanza multiescalar, el bienestar, por ende, también debe serlo. El artículo 2 de la Ley 388 de 1997, al hablar sobre la función social y ecológica de la propiedad en el ordenamiento territorial, indica que el interés general debe prevalecer sobre el individual y que la distribución de la carga y los beneficios debe ser equitativa. Lo anterior debe conducir a un bienestar integral de quienes habitan el paisaje, pero teniendo en cuenta que todas las personas se rigen por diferentes intereses y que, además, existen diferencias sociales,

económicas y culturales, por lo que el bienestar social es subjetivo y está atado al individuo y a su familia o comunidad. Así, tal como se mencionó en el capítulo II, el bienestar social se entiende como un estado o conjunto de estados dependientes del contexto social, cultural, económico y ambiental, que ocurre cuando se suplen las necesidades vitales y funcionales reconocidas por los actores del sistema socioecológico. El bienestar ecológico se define aquí como la provisión de servicios ecosistémicos y como el mantenimiento de la estructura e integridad ecológicas.

Respecto a la *implementación* de los nuevos acuerdos y el establecimiento de las redes, todos los actores involucrados deben definir sus roles en el proceso, y tanto el monitoreo como las sanciones deben desempeñar un papel fundamental en el cumplimiento del nuevo sistema de gobernanza. Los grupos veedores son claves en el monitoreo y deben contar con la participación de todos los actores y sectores. La sanción social, en la mayoría de los casos de nivel local, puede ser suficiente para que un sistema de gobernanza se mantenga enfocado en el bienestar de todos, tal como ha sido demostrado por Ostrom (1990; 2009). También es clave que, en algunos casos, sea el Estado el que, mediante su sistema de gobernabilidad, determine e imponga las sanciones para el incumplimiento de los acuerdos pactados, ya que existen actores con gran poder que pueden afectar negativamente el bienestar de los actores con menos poder (en muchos casos las comunidades).

Según lo anterior, la gobernanza pública coexiste en múltiples estados y no en un único estado cerrado de gobierno. Por tanto, la creación de políticas y la provisión de servicios deben responder de forma dinámica y focalizada a los cambiantes contextos que existen en el país. De esta forma, la gobernanza de las políticas públicas se ocupa de analizar cómo las élites políticas y sus redes interactúan y crean los procesos de gobierno (Marsh & Rhodes, 1992; Börzel, 1997; Klijn & Koppenjan, 2000; Hanf & Scharpf, 1978; Peters, 2008; Peters & Pierre, 1998; Osborne, 2010). La gobernanza de las políticas públicas asume un nuevo paradigma, en el que la oferta de servicios públicos está influenciada por diversos actores, entre estos los locales, que contribuyen a la construcción de un sistema de políticas públicas (Ouchi, 1979; Powell, 1990; Powell & DiMaggio, 1991; Nohria & Eccles, 1992; Osborne, 2010). Este sistema implica una alta interacción con los actores de todas las escalas y entender qué significa el bienestar para todos ellos, para así asegurar su inclusión en la creación de las políticas y en la oferta de servicios públicos, y crear un Estado pluralista y equitativo. Es decir, cuando se asegura la inclusión de los intereses, el poder y el bienestar de todos los actores en el diseño de políticas públicas, se asegura también la oferta de servicios públicos necesarios para atender la demanda del país.

Al revisar los Documentos CONPES 3874 de 2016 (Gestión Integral de Residuos Sólidos), 3918 de 2018 (Implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible en Colombia) y 3934 de 2018 (Política de Crecimiento Verde), se evidencia que la producción y el consumo responsables son decisiones que dependen de todos los actores de la cadena productiva, del Estado y del consumidor, y que afectan la oferta y demanda de los productos agropecuarios. Estas normas desarrollan unos esquemas en las que se toman decisiones entre varias instituciones gubernamentales, con el fin de obtener resultados positivos tanto en el desarrollo económico como en el bienestar social y ecológico. Por esto, es común encontrar comités y comisiones interinstitucionales conformados por actores que representan los intereses de los distintos sectores, tanto del gremio económico como del social y ambiental. Sin embargo, hasta la fecha, muchos de estos comités no se han activado.

La implementación de sistemas de gobernanza de escala estatal debe acompañarse de una estrategia de implementación clara, de un mecanismo financiero sólido y de un capital humano amplio, con el fin de poder formular adecuadamente proyectos, programas y políticas que aseguren el cumplimiento de las metas establecidas en los Documentos CONPES. Actualmente, los sistemas se financian con proyectos de inversión sectoriales que son presentados por los ministerios y con proyectos de regalías presentados por los departamentos y municipios, lo que no ha sido suficiente para garantizar su implementación. Además, la creación de múltiples comités, conformados por casi los mismos actores, puede recargar administrativamente a los ministerios, por lo que no se deben crear más comités, sino trabajar con los existentes.

Al generar un comité para cada aproximación social, económica o ambiental, se está dividiendo y sectorizando el problema desde el inicio, cuando lo ideal sería pensar entre todos, de forma compleja, incluyente y contextualizada, en los negocios verdes, el consumo y los residuos, para así poder generar acciones efectivas y lograr el desarrollo sostenible en los paisajes rurales. Además, estos comités y comisiones deben extender sus redes a actores locales y regionales (institucionales y comunitarios), que lleven al nivel nacional sus necesidades y realidades, para que la construcción de las políticas públicas se dé al unísono con lo local y para asegurar su implementación. Por último, es importante resaltar que estas políticas nacionales deben adaptarse a los diferentes contextos del país, mediante “subpolíticas” regionales y municipales que integren los diferentes bienestares a sus sistemas de gobernanza en la oferta de servicios públicos. De esta forma, otro gran reto para estos Documentos CONPES es reflejar los intereses y necesidades tanto de los actores

privados o comunitarios como del sector público, lo que implica que la toma de decisiones no se realice dentro de un Estado unitario y de forma cerrada (entidades del Estado con otras entidades del Estado).

Las veedurías ciudadanas y la rendición de cuentas son claves para lograr una gobernanza de escala nacional. Desde los Documentos CONPES se han establecido plataformas de seguimiento de los procesos, como el SisCONPES, las cuales, en algunos casos, no han tenido en cuenta la facilidad de acceso para actores como las comunidades campesinas, negras e indígenas. Además, tampoco se ha asegurado la fácil implementación de las metodologías para hacer seguimiento y rendición de cuentas, lo cual fortalecería la confianza entre los actores y, por ende, la sostenibilidad de dichas políticas a lo largo del tiempo. La asimetría de la información es uno de los principales enemigos para lograr una gobernanza que permanezca en el tiempo. Por esto, el Estado debe invertir en educación local, en sistemas de monitoreo de fácil acceso y en la socialización de políticas socioambientales, con base en resultados y lecciones aprendidas luego de la implementación de dichas políticas en todo el país. Además, debe promover diferentes escalas de liderazgo que motiven la creación de veedurías sobre las políticas en cuestión, para de esta forma generar procesos políticos transparentes y legítimos en todos los paisajes rurales del país. De esta forma, la acción colectiva y la confianza se integrarían como características del sistema de gobernanza y, por lo tanto, se podría hablar de una gobernanza a largo plazo que tenga en cuenta el bienestar socioecológico.

Se debe recordar que, específicamente en los paisajes rurales, las decisiones que se toman sobre las fincas determinan la composición del paisaje, debido a los intereses de la familia, del cabeza de familia o de los administradores de la finca (la decisión en esta escala puede ser horizontal o vertical). A su vez, estas decisiones están determinadas por las condiciones políticas, socioeconómicas, ecológicas y culturales de la familia y el paisaje. Desde este nodo familiar o de finca se inicia un entrelazado de actores que interactúan directa o indirectamente hasta conformar un sistema de gobernanza de diferentes escalas que resulta en bienestar para quienes allí habitan. Por esto, el concepto de gobernanza es entendido como un atributo emergente de la toma de decisiones de los actores que distribuye el poder en el paisaje.

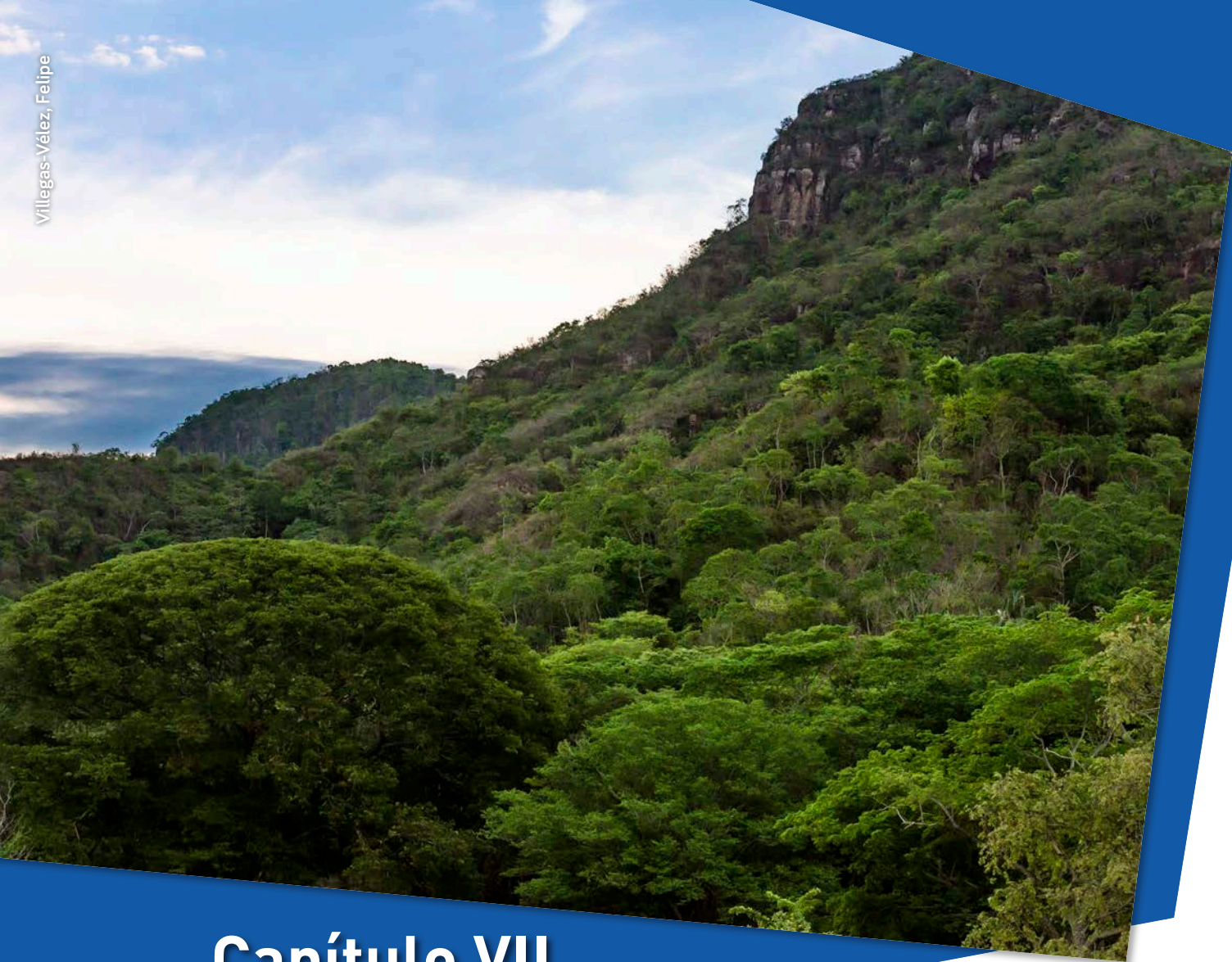
Así como varias disciplinas se unieron para pensar en este concepto, es necesario que varios sectores estatales, junto con actores privados y comunitarios, hagan el mismo esfuerzo, con el fin de desarrollar una ruta viable para la implementación de la gobernanza en las escalas local, regional y nacional. También es importante recordar que no todas las formas de toma

de decisiones son gobernanza, ya que esta última forma de tomar decisiones da la misma importancia a todos los actores del paisaje. Para hablar de gobernanza, se deben incluir las comunidades indígenas, campesinas y negras y se debe dar importancia a su conocimiento, cultura y modos de vida. Los diálogos de saberes entre las comunidades, la academia y el Estado son de suma importancia para lograr políticas públicas que promuevan una gobernanza de largo plazo y un bienestar para todos, ya que permiten tener en cuenta la diversidad de conocimientos y modos de vida del país en la construcción de dichas políticas. Crear sistemas de gobernanza estatales que incluyan a estos actores permite hablar de un gobierno pluralista, que reconoce el territorio como un sistema complejo y que vela por el bienestar de todos estos contextos y actores.

Referencias

- Berkes, F., & Folke, C. (1994) *Linking social and ecological systems for resilience and sustainability* [Beijer Discussion Paper Series n.º 52]. Beijer International Institute of Ecological Economics. http://dlc.dlib.indiana.edu/dlc/bitstream/handle/10535/4352/Berkes-linking_social_and_ecological_systems_for_resilience_and_sustainability.pdf?sequence=1
- Börzel, T. (1997). What's so special about policy networks? An exploration of the concept and its usefulness in studying european governance. *European Integration online Papers (EIoP)*, 1(16). <http://eiop.or.at/eiop/texte/1997-016a.htm>
- Bryson, J. M. (2004). What to do when stakeholders matter. *Public Management Review*, 6(1), 21-53. <https://doi.org/10.1080/14719030410001675722>
- Hanf, K., & Scharpf, F. W. (Eds.). (1978). *Interorganizational policy making: Limits to coordination and central control*. Sage Publications.
- Holling, C. S. (1973). Resilience and stability of ecological systems. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 4(1), 1-23. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.04.110173.000245>
- Kaufmann, D., Kraay, A., & Mastruzzi, M. (2010). *The worldwide governance indicators: Methodology and analytical issues*. The World Bank. <http://hdl.handle.net/10986/3913>
- Klijn, E.-H., & Koppenjan, J. M. F. (2000). Public management and policy networks: Foundations of a network approach to governance. *Public Management Review*, 2(2), 135-158. https://www.researchgate.net/publication/257921984_Klijn_EH_JMF_Koppenjan_Public_management_and_policy_networks_foundations_of_a_network_approach_to_governance_Public_Management_vol_2_nr_2_pp_135-158
- Marsh, D., & Rhodes, R. A. W. (Eds.). (1992). *Policy networks in British Government*. Clarendon Press Oxford.
- Martirosyan, E. G., & Vashakmadze, T. T. (2014). SUN Cube: A new stakeholder management system for the post-merger integration process. *Zagreb International Review of Economics & Business*, 17(1), 1-13. <https://ssrn.com/abstract=2336300>
- Mendelow, A. (1991). *Stakeholder mapping*. Proceedings of the 2nd International Conference on In-formation Systems, Cambridge, Massachusetts.
- Nohria, N., & Eccles, R. G. (Eds.). (1992) *Networks and organizations: Structures, form and action*. Harvard Business School Press.
- Osborne, S. P. (2010). *The new public governance? Emerging perspectives on the theory and practice of public governance*. Routledge Taylor & Francis.
- Ostrom, E. (1990). *Governing the commons: The evolution of institutions for collective action*. Cambridge University Press.
- Ostrom, E. (2009). A general framework for analyzing sustainability of socio-ecological system. *Science*, 325(5939), 419-422. doi: 10.1126/science.1172133

- Ouchi, W. G. (1979). Markets, bureaucracies, and clans. *Administrative Science Quarterly*, 25(1), 129-141.
- Peters, G. (2008). The two futures of governing: Decentering and recentering processes in governing. *IHS Political Science Series Paper*, 114. http://aei.pitt.edu/7515/1/pw_114.pdf
- Peters, G., & Pierre, J. (1998). Governance without government? Rethinking public administration. *Journal of Public Administration-Research and Theory*, 8(2), 227-243. <https://www.jstor.org/stable/1181557>
- Powell, W. W. (1990). Neither market nor hierarchy: Network forms of organization. *Research in Organizational Behaviour*, 12, 295-336. https://www.researchgate.net/publication/301840604_Neither_Market_Nor_Hierarchy_Network_Forms_of_Organization
- Powell, W. W., & DiMaggio, P. (Eds.). (1991). *The new institutionalism in organizational analysis*. University of Chicago Press.



Capítulo VII

72

Resiliencia en sistemas socioecológicos

Johan Manuel Redondo

Aunque la palabra *resiliencia* es relativamente nueva, su significado ha sido importante para la humanidad desde épocas remotas. Básicamente, hace referencia a la capacidad de asimilación que tiene un sistema frente a una perturbación o disturbio. Cuando el sistema asimila la perturbación y regresa al estado inicial, o a uno cualitativamente similar, se dice que el sistema es resiliente¹.

Por esta razón, es importante que cuando se hable de resiliencia, se pueda establecer la resiliencia de qué a qué. Desde esta perspectiva, se descubre que el concepto necesariamente debe contar con un objeto y una perturbación.

El objeto perturbado en principio podría ser cualquier cosa, pero en este caso lo que interesa son los objetos denominados “paisajes”, que resultan del conjunto de elementos socioecológicos que necesariamente interactúan entre sí, produciendo una estructura que determina su comportamiento. El sistema socioecológico se dinamiza por las relaciones y no por sus cantidades, por lo que en el estudio de los paisajes es importante identificar los actores del sistema y las reglas de decisión que esos actores definen sobre todos los demás elementos del sistema y sobre ellos mismos.

La perturbación, por su parte, es un estímulo que puede ser muy simple o tan elaborado como se pueda imaginar y que no necesariamente transforma el comportamiento del sistema, ya que es posible que la capacidad de asimilación del sistema sea tan alta, que la perturbación ni siquiera sea perceptible. Pero, por supuesto, esas no son las perturbaciones que preocupan. Se sabe que el aleteo de una mariposa perturba la atmósfera, pero mientras no lo haga en un momento y un lugar en el que la atmósfera pierda su capacidad de asimilación, sencillamente no ocurrirá nada, como lo propone el efecto mariposa. Las perturbaciones de interés son aquellas que tienen la capacidad de cambiar radicalmente el comportamiento del sistema o de convertirlo en otro. De este modo, bajo la misma estructura sistémica o bajo una nueva, se dice que se rompió la capacidad de asimilación, que se superó la resiliencia,

¹ Se puede hablar de *resiliencia* cuando se estira un caucho y, por su elasticidad, este es capaz de regresar a un estado cualitativamente similar (mientras no se rompa); cuando se quiere saber si, después de un uso agrícola intensivo del suelo, se pueden recuperar los servicios ecosistémicos perdidos; cuando se buscan los límites irreparables de la psique humana o de un ecosistema; cuando se quiere saber si el impacto de un meteorito podría sacar a la Tierra de su órbita, o cuando se revisa la estabilidad estructural de un sistema dinámico para reconocer sus valores de bifurcación en la matemática aplicada. En este sentido, el concepto de resiliencia resulta importante en todos los ámbitos del conocimiento y en muchos de ellos incluso ha tomado nombres distintos.

cuando ocurre un cambio de comportamiento “cualitativo”². La pregunta, entonces, es: ¿cómo se sabe que ocurrió un cambio “cualitativo”?

Para el caso de los paisajes agropecuarios, los casos en los que ocurren cambios cualitativos del comportamiento se pueden encontrar de forma muy amplia. Una situación fácil de visualizar relaciona el agua del suelo y su demanda por parte de la vegetación de la siguiente manera: 1) por debajo del punto de marchitez permanente, el comportamiento de la vegetación tiende a su desaparición por escasez; 2) entre el punto de marchitez (o algún valor levemente superior) y la capacidad de campo, la vegetación encuentra su óptimo, y 3) por encima de la capacidad de campo, el comportamiento de la vegetación no es, de nuevo, el deseado, pero esta vez por condiciones de saturación.

En este ejemplo de la demanda hídrica de la vegetación y su relación con el suelo, se tienen en cuenta dos valores de bifurcación (el punto de marchitez y la capacidad de campo) y tres comportamientos distintos de las plantas, dos no deseados y uno ideal, bajo la misma estructura del sistema representado. Esto indica que es posible representar varios comportamientos con una estructura, que existe una complejidad dinámica en los paisajes agropecuarios y que se deberían conocer las posibilidades del paisaje para tomar decisiones sobre él.

Por otro lado, es importante abordar una pregunta de necesaria discusión: ¿siempre debe considerarse la resiliencia como algo deseable? Para contestar esta pregunta hay que insistir en la frase formulada al principio: resiliencia de qué a qué. Si se habla de un sistema socioecológico que ha logrado un bienestar multidimensional deseable y que, de pronto, dicho bienestar se ve perturbado por una explosión volcánica que entierra todo a su paso, es tentador desear

² Se ha utilizado la expresión *cualitativo* para significar el tecnicismo de “equivalencia topológica” propio de la teoría de bifurcaciones, pero se puede presentar un ejemplo para describir en qué consiste. Se puede pensar en el piso de la ducha de un baño y suponer que se puede tomar con la mano el sifón de desagüe y moverlo a voluntad hacia arriba o hacia abajo. Mientras el sifón se mueva en la vertical, pero se encuentre por debajo de la horizontal, el agua que cae de la ducha tenderá a fluir hacia el sifón evacuando el agua. Pero cuando el sifón se ubica por encima del plano horizontal, el entorno del sifón hará que el agua no se evacúe, sino que se escurra alejándose del sifón. En este ejemplo se observa que cualquier perturbación en la posición del sifón no genera un cambio cualitativo, a menos que la perturbación conduzca a cruzar el plano horizontal. Por supuesto, mientras el sifón se encuentre por debajo de la horizontal, el comportamiento cualitativo será el mismo, al igual que cuando el sifón se encuentra por encima; pero la estructura del sistema nunca cambia, el piso de la regadera siempre es el piso de la regadera. Cambiar la estructura se convierte en una posibilidad adicional. Entonces, ¿cómo se podría cambiar la estructura del sistema? Esto podría pasar si el piso de la ducha se convirtiera en otra cosa, como la ventanilla de un avión, la piel de un bebé, etc.

que ojalá el sistema sea muy resiliente y que pueda recuperar rápidamente lo que había logrado. Sin embargo, si se trata de un sistema socioecológico en el que la corrupción y el abuso son los elementos resilientes del paisaje, lo deseable sería romper esa resiliencia. De este modo, se puede concluir tempranamente que la resiliencia no siempre es algo deseable, pero de nuevo, esta depende del “qué a qué”.

El concepto de *resiliencia*³ es un constructo de importancia en el estudio de los sistemas socioecológicos que ha venido transformándose en el tiempo. Holling (1973) lo introdujo al estudio de sistemas como “una medida de la persistencia de los sistemas y de su capacidad para absorber cambios y perturbaciones, manteniendo las mismas relaciones entre poblaciones o variables de estado” (p. 14). Después pasó al ámbito de la ecología, como se aprecia en Gunderson & Holling (2002), quienes la definen como “la magnitud de la perturbación que puede absorberse antes que el sistema cambie su estructura, al cambiar las variables y los procesos que controlan el comportamiento” (p. 28), o en Walker et al. (2006), los cuales la formulan como la “capacidad de un sistema de experimentar choques manteniendo al tiempo la misma función, estructura, realimentación y, por lo tanto, identidad” (p. 2).

Cada una de las interpretaciones obtenidas de los diferentes autores se contextualiza, quizás no de forma intencional, en la teoría de los sistemas dinámicos, en la que los cambios en el tiempo, y posiblemente también en el espacio, conducen al sistema a formar parte de la cuenca de atracción⁴ de algún conjunto invariante, como los puntos de equilibrio, las órbitas periódicas o los atractores extraños. Si el sistema, bajo alguna perturbación, se mantiene en su cuenca de atracción, se dice que es resiliente a la perturbación.

De acuerdo con Folke et al. (2004) y Walker et al. (2004), la resiliencia tiene cuatro componentes: 1) latitud, que se refiere al ancho de la cuenca de atracción; 2) resistencia, que se relaciona con la topología de la cuenca de atracción; 3) precariedad, que corresponde a la trayectoria actual del sistema y a la

3 Un concepto importante que guarda estrecha relación con el de resiliencia es el de *adaptación*, la cual ocurre cuando una oportunidad del sistema conduce a satisfacer sus necesidades. Sin embargo, no todas las oportunidades tienen esa capacidad. En términos dinámicos, la oportunidad es la forma como la estructura del sistema define una trayectoria para un cierto estado. Por lo tanto, si se encuentra que una trayectoria se dirige hacia estados no deseables (estados fuera del conjunto de necesidad) y que diferentes perturbaciones no son capaces de romper ese comportamiento tendencial, se asume que el sistema tiene una resiliencia que debe ser fracturada. Es decir, la adaptación y la resiliencia son conceptos íntimamente relacionados.

4 La *cuenca de atracción* es el conjunto de todos los estados del sistema que convergen en un conjunto invariante estable (Kuznetsov, 2013).

cercanía con los límites de la cuenca, y 4) panarquía, que vincula las relaciones de escala espacial cruzada.

Como se ha mencionado previamente, para la aplicación del concepto de resiliencia es fundamental especificar la resiliencia de qué a qué (Carpenter et al., 2001). En el caso que atañe al presente capítulo, se refiere a la resiliencia de los sistemas socioecológicos, denominados “paisajes”, a perturbaciones (o disturbios) como el cambio climático, los cambios en el uso del suelo, las inundaciones, los conflictos armados, las pandemias, etc.

Aunque algunos autores han discutido la resiliencia social (Adger, 2000) y la resiliencia ecológica por separado (Carpenter et al., 2001; Folke et al., 2002), y dado que estas categorías son divisiones disciplinares que desconocen o esconden el carácter socioecológico de los paisajes rurales, es fundamental que el concepto de resiliencia sea considerado desde la aproximación integral de los sistemas socioecológicos. Con esto se evita el error de las políticas ambientales que consideran que los seres humanos y los sistemas naturales son independientes (Anderies et al., 2006; Folke et al., 2002; Walker et al., 2006). De este modo, para la agricultura sostenible se espera que los análisis de resiliencia constituyan una herramienta para la toma de decisiones en paisajes que haga más asertiva, pertinente y oportuna la transformación del sector agropecuario del país.

En resumen, para aplicar el concepto de resiliencia siempre se debe empezar por definir la resiliencia de qué a qué. En este libro se ha considerado la resiliencia de paisajes, razón por la cual se ha denominado “resiliencia socioecológica” a diferentes tipos de perturbaciones o disturbios, los cuales deben ser definidos previamente al análisis de resiliencia. Cuando quedan bien definidos los disturbios o perturbaciones que se estudiarán mediante el análisis de resiliencia socioecológica (por ejemplo, cambio climático, inundaciones, sequías, plagas y enfermedades, acaparamiento, monopolio, variación de precios, conflicto armado, desplazamiento forzado, luchas sociales, etc.), se debe establecer si la resiliencia es un atributo deseable o indeseable del paisaje.

Finalmente, se espera que el análisis de resiliencia socioecológica del paisaje sea capaz de establecer si la capacidad del paisaje agropecuario de asimilar la perturbación estudiada es suficiente para fracturar su resiliencia, sea esta deseable o no, y establecer umbrales en los que podría perderse. De este modo, el análisis de resiliencia puede servir como una herramienta para la toma de decisiones en el paisaje.

Referencias

- Adger, W. N. (2000). Social and ecological resilience: are they related? *Progress in human geography*, 24(3), 347-364. <https://doi.org/10.1191/030913200701540465>
- Anderies, J. M., Walker, B. H., & Kinzig, A. P. (2006). Fifteen weddings and a funeral: Case studies and resilience-based management. *Ecology and Society*, 11(1), art. 21. <http://www.ecologyandsociety.org/vol11/iss1/art21/>
- Carpenter, S., Walker, B., Anderies, J. M., & Abel, N. (2001). From metaphor to measurement: Resilience of what to what? *Ecosystems*, 4, 765-781. <https://doi.org/10.1007/s10021-001-0045-9>
- Folke, C., Carpenter, S., Elmqvist, T., Gunderson, L., Holling, C. S., & Walker, B. (2002). Resilience and sustainable development: Building adaptive capacity in a world of transformations. *A Journal of the Human Environment*, 31(5), 437-440. http://cepd.cap.utah.edu/wp-content/uploads/sites/10/2018/08/resilience_sustainable_dev_gunderson_holling_walker.pdf
- Folke, C., Carpenter, S., Walker, B., Scheffer, M., Elmqvist, T., Gunderson, L., & Holling, C. S. (2004). Regime shifts, resilience and biodiversity in ecosystem management. *Annual Review Ecology and Systematics*, 35(1), 557-581. doi:10.1146/annurev.ecolsys.35.021103.105711
- Gunderson, L. H., & Holling, C. S. (Eds.). (2002). *Panarchy: Understanding transformations in human and natural systems*. Island Press.
- Holling, C. S. (1973). Resilience and stability of ecological systems. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 4, 1-23. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.04.110173.000245>
- Kuznetsov, Y. A. (2013). *Elements of applied bifurcation theory*. Springer Science & Business Media.
- Walker, B., Gunderson, L., Kinzig, A., Folke, C., Carpenter, S., & Schultz, L. (2006). A handful of heuristics and some propositions for understanding resilience in social-ecological systems. *Ecology and Society*, 11(1), art. 13. <https://doi.org/10.5751/ES-01530-110113>
- Walker, B., Holling, C. S., Carpenter, S. R., & Kinzig, A. (2004). Resilience, adaptability and transformability in social-ecological systems. *Ecology and Society*, 9(2), art. 5. <https://www.ecologyandsociety.org/vol9/iss2/art5/>



Capítulo VIII

78

El cambio climático en Colombia: dimensión del problema y herramientas políticas, jurídicas y administrativas para afrontarlo

Mauricio Torres

El cambio climático representa un ominoso reto para Colombia, para el cual el país ha venido preparándose mediante diferentes políticas, como el Documento CONPES 3934: *Política de Crecimiento Verde*. En Colombia, cada año parecen más frecuentes las noticias sobre inundaciones, deslizamientos, sequías, mareas, heladas, incendios, blanqueamiento de arrecifes coralinos y otros fenómenos asociados al cambio climático. Pero, ¿son esos eventos evidencia de que el cambio climático en efecto llegó al país? Para determinarlo, primero debe decirse que el cambio climático es un cambio significativo del balance de energía del planeta (Hensen et al., 2005). Ese balance energético ha cambiado porque los GEI acumulados en la atmósfera han atrapado la energía solar. Para calcular una variación climática estadísticamente significativa se requieren cantidades masivas de datos, series de tiempo de mínimo 30 años. Por ejemplo, la sequía de 2020, en el departamento del Cesar, no es evidencia por sí misma del cambio climático; para probar que lo es, se necesitarían datos de pluviosidad de la región de por lo menos los últimos 30 años, con el fin de verificar si ha cambiado la tendencia o los extremos de variación de esas lluvias.

La evidencia más sólida del cambio climático en Colombia es la pérdida de glaciares. En general, los países tropicales van camino de perder 70 % de los nevados en el año 2050, lo cual se explicaría como evidencia del cambio climático (Hock et al., 2019). En Colombia, de los 17 glaciares presentes en el siglo XIX, tan solo quedan nueve en las primeras décadas del siglo XXI. Más aún, desde la década de los ochenta el área de los nevados en Colombia se ha reducido 60 %, con una tasa de pérdida de 3 % anual (Ideam et al., 2017). A este paso, se estima que para el año 2040 se derretirá la mayoría de nevados de Colombia, exceptuando los picos más elevados (Rabatel et al., 2017). Los glaciares de los nevados, cuando se derriten, tributan el agua resultante a cientos de ríos del país. Por esto, la pérdida de glaciares en Colombia, así como la reducción del área de sus páramos por cuenta del cambio climático (Buytaert et al., 2006), aumenta la incertidumbre hídrica de millones de habitantes de los paisajes que se surten del agua nacida en estos sitios, paisajes entre los cuales se encuentran los agropecuarios.

Otros factores climáticos también muestran cambios y proyecciones muy preocupantes. Existen indicios de que los patrones de temperatura y precipitación han cambiado en Colombia en los últimos años (Hurtado Montoya & Mesa Sánchez, 2015), y se estima que para el año 2100 la temperatura continental se elevará 2,1 °C; la del mar Caribe, 1,5 °C, y la del Pacífico, 1,6 °C (Ideam et al., 2017), aunque cabe aclarar aquí que estos valores son promedios, ya que durante las sequías puede haber días con olas de calor, pero en tierras altas puede haber noches con heladas debido a la baja humedad

del aire. El régimen de precipitaciones está cambiando y se espera que, para mediados de siglo, en algunas zonas se modifique en un 40 %. Los cambios en el patrón de lluvias no son homogéneos en todo el país. Bajo el escenario actual, se estima que en la región Andina aumentará la precipitación y con ella las inundaciones y deslizamientos. Por el contrario, en las regiones Caribe y Amazonia se incrementará el riesgo de sequías e incendios (Ideam et al., 2017).

Los riesgos para la Colombia marina también van en aumento. El incremento de la temperatura expande los océanos y derrite los polos, lo cual resulta en un ascenso del nivel del mar. La mayoría de playas de Colombia se están erosionando con tasas que llegan a 0,62 m/año (Invemar, 2016). Algunos modelos moderados indican que, a este paso, para 2050 se inundarán miles de kilómetros de línea costera, erosionando playas y destruyendo infraestructura (Kulp & Strauss, 2019). Por ejemplo, corren riesgo las playas de Mayapo en la Guajira y Nuquí en el Chocó, el centro histórico y la Ciénaga Grande de Santa Marta, el acueducto y barrios de Cartagena, así como los puertos de Barranquilla y Buenaventura (Kulp & Strauss, 2019). Por otro lado, el cambio climático tiene otro efecto en los mares: los acidifica. El aumento de CO₂ en la atmósfera es absorbido en un 30 % por los océanos; el dióxido de carbono disuelto en el agua de mar reacciona para formar ácido carbónico, el cual se disocia liberando radicales de hidrógeno que bajan el pH del mar. Para Colombia, se estima que el descenso del pH de los océanos es de 0,159 (Invemar, 2016). Este cambio es relativamente pequeño, pero puede causar blanqueamiento y desaparición de los arrecifes de coral en el Caribe colombiano. La pérdida de arrecifes coralinos y la inundación marina de estuarios conduciría a la ruptura del ciclo de vida de muchas especies de importancia pesquera y ecoturística (Bindoff et al., 2019).

Se anticipa que la alteración de factores abióticos producto del cambio climático tendrá profundos efectos en los ciclos de vida de especies nativas. El cambio climático amenaza a miles de especies colombianas, ya que reduce drásticamente el hábitat óptimo para su vida, disminuyendo el tamaño de poblaciones de especies de aves (Ramírez-Villegas et al. 2014; Velásquez-Tibatá et al., 2013), ranas y sapos (Agudelo-Hza et al., 2019) o plantas (Feeley & Silman, 2010; Tejedor Garavito et al., 2015). La merma en tantas poblaciones puede reducir a su vez la oferta de servicios ecosistémicos claves para el desarrollo sostenible, como la polinización, el control de plagas y la regulación del ciclo del agua.

Las especies domesticadas también pueden verse seriamente afectadas por el cambio climático. El caso del café es el más estudiado y sus pronósticos

son dramáticos. Globalmente, cerca de 50 % de las tierras óptimas para el cultivo del café dejarán de serlo en 2050 (Bunn et al., 2015). En el vecindario, Brasil —principal productor de café del mundo actual— y Centroamérica perderían la mayor parte de su aptitud cafetera (Bunn et al., 2015). En Colombia, habría menos pérdida neta de tierras productivas para café, dado que los cultivos se podrían desplazar hacia zonas más altas (García López et al., 2018). Sin embargo, esto sería dificultoso, puesto que con el café tendrían que desplazarse su sombrío agroforestal —amortiguador de los extremos ambientales de humedad y temperatura— y la infraestructura requerida para su beneficio. Para otros cultivos el panorama no es mejor. Por ejemplo, se estima que en 2040 Cundinamarca perderá casi todas las tierras óptimas para los cultivos de papa sabanera, papa amarilla, arveja, frijol y maíz (Cortés Cortés, 2016). En general, para el agro colombiano se estima que a finales de siglo *xxi* las disminuciones anuales de productividad, en comparación con las de principios de siglo, serán del orden de 7,4 % (DNP et al., 2014). Esa reducción podría resultar en trabajo a pérdida neta.

En el caso de la ganadería, el cambio climático reduciría su productividad de distintas maneras. Es difícil predecir el efecto en la ganadería colombiana por ser esta una actividad con múltiples agroecosistemas, sistemas de producción y prácticas asociadas, que van desde la economía familiar de pequeña escala hasta el latifundio y la producción industrial, y desde el nivel del mar hasta los páramos, con animales de genéticas variadas y diversos forrajes (Bustamante Zamudio & Rojas-Salazar, 2018). Una de las pocas estimaciones disponibles indica que la productividad anual de carne y leche nacionales, por el resto del siglo *XXI*, será 1,6 % menor que la línea base de principios de siglo (DNP et al., 2014). Sin embargo, este estimado podría ser optimista. En el país murieron más de 35.000 reses (el 1,4 % del hato ganadero nacional) por la sequía del verano de 2019-2020 (“Más de 35.000 bovinos han muerto por cuenta de la temporada seca”, 2020). Para el caso europeo, se estima que el aumento de temperaturas y sequías producto del cambio climático afectará a los bovinos, reduciendo la producción lechera, dificultando la reproducción y aumentando las cargas de parásitos y patógenos (Gauly & Ammer, 2020).

La crisis climática es fundamentalmente una crisis de derechos humanos (Cepal & ACNUDH, 2019). El derecho a la salud y a la vida se limitarían por enfermedades y muertes derivadas de múltiples factores (Cuartas & Méndez, 2016). Los derechos a una vivienda digna, a la cultura y a la identidad se verían vulnerados por migración forzada debida a la inhabitabilidad que generan, entre otras causas, el desabastecimiento de agua y alimentos, los extremos de temperatura o la pérdida de área por erosión costera, esta última ocasionada por el ascenso del nivel del mar (Brown, 2008; Cepal & ACNUDH, 2019). Esta

migración ya está sucediendo en Colombia, donde en 2019 hubo cerca de 35.000 desplazamientos internos asociados a desastres naturales y donde se estima que esta cifra ascenderá a más de 50.000 desplazados anuales por cuenta de fenómenos asociados al cambio climático (Internal Displacement Monitoring Centre [IDMC], 2020). El cambio climático también desencadena conflictos civiles (Koubi, 2019); aunque el nexo es complejo y depende de múltiples factores locales, se asocian al cambio climático las tensiones causadas por desestabilidad social y económica, inseguridad para la vida humana y escasez de recursos naturales, tensiones estas que provocan y exacerban conflictos (Scheffran et al., 2012; Koubi, 2019).

El cambio climático tiende a aumentar las brechas de desigualdad, las cuales perjudican a los grupos más vulnerables, como los más pobres, las mujeres y las minorías (Cepal & ACNUDH, 2019). Los desastres naturales suelen afectar mayormente a las poblaciones pobres y se anticipa que esto mismo sucederá con el cambio climático (Hallegate & Rozenberg, 2017; De Koning & Filatova, 2020). Mientras tanto, la población con mayores ingresos podría acceder a seguros ante riesgos derivados del cambio climático, un sistema que el gremio de las aseguradoras viene desarrollando desde hace décadas (López Zafra & De Paz Cobo, 2007). El cambio climático puede afectar de manera desproporcionada a las mujeres porque ellas suelen desarrollar en mayor medida labores asociadas a la agricultura, el cuidado de personas enfermas o el abastecimiento de agua (Terry, 2009). Las minorías se ven especialmente afectadas por los fenómenos climáticos debido a que tienden a ser relegadas a espacios marginales de la sociedad, lo cual dificulta su capacidad de adaptación (Brock, 2012), especialmente porque no tienen el poder de influir en las decisiones que se toman respecto a sus territorios (Baird, 2008).

La primera de las herramientas políticas, jurídicas y administrativas de la nación colombiana para enfrentar el cambio climático es la Constitución. En ella se enuncia que es obligación del Estado y de las personas proteger las riquezas culturales y naturales de la nación (art. 8) y que todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano (art. 79). El cambio climático amenaza las riquezas de la nación y tiene el potencial de disminuir la salubridad del ambiente común. En el plano internacional, el país ha ratificado más de 200 acuerdos ambientales multilaterales. Entre ellos, se destacan la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), firmada en Nueva York en 1992 y ratificada por la Ley 164 de 1994; el Protocolo de Kyoto de la CMNUCC, firmado en 1997 y ratificado por la Ley 629 de 2000, y el Acuerdo de París, firmado en 2015 y ratificado por la Ley 1844 de 2017. En este último acuerdo, el país se comprometió en la mitigación de los GEI para evitar sobrepasar el calentamiento global de 2° C, evitando, preferiblemente,

llegar a un calentamiento de 1,5 °C, y propendiendo a alcanzar neutralidad en carbono en la segunda mitad de este siglo (García Arbeláez et al., 2016; Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC], 2018).

El país ha desarrollado numerosas herramientas para la mitigación y adaptación al cambio climático (Rinaudo, 2015; MADS, 2017). Se destaca la estrategia institucional para la articulación de políticas y acciones en materia de cambio climático en Colombia (Documento CONPES 3700 de 2011), en la que se definieron herramientas administrativas y financieras como la Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono y las estrategias que se aplicarían parcialmente en el Sistema Nacional de Cambio Climático (Sisclima). Este último se materializó en el Decreto 298 de 2016 y la Ley 1931 de 2018, en los que se delinearon estrategias de mitigación y adaptación, indicando que municipios, departamentos, corporaciones autónomas y gremios debían incorporar tales estrategias en planes de desarrollo, planes de ordenamiento territorial, planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas, planes integrales de gestión de cambio climático territoriales (a cargo de nueve nodos regionales) y en planes integrales de gestión de cambio climático gremiales (a cargo de ministerios y sus gremios). La Ley Sisclima también definió mecanismos para la gestión del cambio climático mediante reportes de planes, proyectos e inversiones, así como herramientas para reducir la emisión de GEI. Desafortunadamente, los plazos que esta ley proponía ya se están cumpliendo sin que se esté dando una implementación efectiva en territorio, y se observan avances desiguales entre municipios, departamentos, regiones y gremios.

Se han desarrollado otras herramientas clave para afrontar el cambio climático. En el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC), se trazaron líneas de acción para gestionar conocimiento del cambio climático en el país, incorporar el tema en los mecanismos de planeación del territorio y promover nuevas alternativas de desarrollo que permitan mayor resiliencia al fenómeno. De manera más amplia, la Política Nacional de Cambio Climático incluyó lo referente a la mitigación y profundizó en la gestión del cambio climático de cara a una mayor resiliencia del país y a un desarrollo bajo en carbono (MADS, 2017). Así mismo, el DNP ha producido una serie de documentos que estiman los impactos económicos del cambio climático (DNP et al., 2014; Melo León et al., 2017) y el costo económico de cumplir con compromisos y metas de mitigación y adaptación al fenómeno (Sousa et al., 2018).

Unas piezas de información claves para entender el progreso del país en el diagnóstico y mitigación del cambio climático y en la adaptación a él son las comunicaciones nacionales de Colombia a la CMNUCC, las cuales forman parte de los compromisos adquiridos por la nación en dicha convención. El país

ha expedido tres comunicaciones (Ideam, 2001, 2010; Ideam et al., 2017) y dos actualizaciones bienales (Ideam et al., 2015, 2018). La más reciente comunicación incorporó un completo inventario de emisión de GEI en el territorio nacional y en ella se muestra que las mayores emisiones se producen por manejo de la tierra —especialmente por deforestación— (Ideam et al., 2017). En el marco de esta tercera comunicación, se incluyeron también los resultados del cálculo de la Contribución Nacionalmente Determinada (NDC, por su sigla en inglés), en el cual el país, en cumplimiento del Acuerdo de París, se pone la meta de reducir en 20 % las emisiones de GEI para 2030. En los informes que describen la metodología empleada para calcular el NDC de 2017 (Álvarez-Espinosa et al., 2015; Cadena et al., 2016), no fue claro el criterio usado para estimar el grado de aspiraciones propuesto. En todo caso, Colombia estaba actualizando un nuevo NDC que entregaría a finales de 2020. El MADS encabezó este esfuerzo, en el que también participaron otros ministerios, gremios y nodos del Sisclima (MADS et al., 2020). El nuevo NDC plantea una reducción de GEI de 51 % para 2030. Esta ambiciosa meta demuestra interés político en la gestión del cambio climático, pero es necesario que dicha meta se sustente con el fortalecimiento del Sisclima y en la ejecución de las casi 200 estrategias propuestas en el NDC, especialmente las que apuntan a una rápida e incluyente transición energética, la minimización de la deforestación y la implementación de prácticas agrícolas sostenibles.

La PCV es una de las principales políticas sectoriales para el manejo del cambio climático, junto con la Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE) (MADS, 2010), los ODS y la Política de Gestión Integrada de Residuos Sólidos (PGIRS) (Documento CONPES 3874). Existen, además, otras políticas en construcción sobre economía circular (parte 2, capítulo III), gestión de servicios de agua, manejo de aguas residuales, control de la deforestación, gestión de bosques (parte 2, capítulo II), reducción de desperdicio de alimentos (parte 2, capítulo I) y reducción de eventos de variabilidad climática. El horizonte de tiempo de la PCV, como el de los ODS y la PGIRS, se extiende hasta 2030. La PCV apunta a una estrategia compuesta de cinco ambiciosos objetivos generales y 39 líneas de acción, pero cuenta con un presupuesto menor. En 2020, si recibía la totalidad de los recursos proyectados (\$2,35 billones), la PCV debía ejecutar unos \$180.000 millones, equivalentes al 0,057 % del presupuesto general de la nación propuesto para 2021 (\$313,9 billones) o al 0,017 % del PIB colombiano de 2019 (\$1.062 billones). En contraste, el cambio climático tiene el potencial de generar, entre 2011 y 2040, un promedio de pérdidas anuales equivalente a 0,49 % del PIB, en tan solo los sectores agrícola, forestal, pesquero, ganadero y de transporte (Álvarez-Espinosa et al., 2015). Es importante dar seguimiento a esta razón inversión-daño potencial, con el fin de orientar los presupuestos de manera estratégica.

Recientemente, el gobierno colombiano lanzó una nueva herramienta para la gestión del cambio climático en el país, la Estrategia de Largo Plazo (E-2050), la cual es una iniciativa internacional (especialmente de la Agencia Francesa de Desarrollo), acogida por el ejecutivo para llevar a Colombia por la senda de la resiliencia climática y la neutralidad del carbono (esta última es un compromiso para 2050 adquirido en el Acuerdo de París). La E-2050 no es formalmente una NDC; es un compendio de estrategias no vinculantes que apuntan a la neutralidad del carbono. Se espera que los detalles de la E-2050 se presenten como parte de la *Cuarta comunicación nacional de Colombia ante la CMNUCC*, la cual debe ser entregada en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático de 2021 (COP26), que se llevará a cabo en Glasgow (Escocia).

En conclusión, Colombia ha avanzado en los últimos 30 años en la consolidación de políticas, planes, estrategias y compromisos para afrontar el cambio climático. Desafortunadamente, el paso a la acción ha sido insuficiente dada la crisis en ciernes. El cambio climático ya llegó a Colombia y encuentra al país preparado en el papel, pero lejos de las metas en la práctica. En particular, hace falta bajar las políticas a la escala local —a las veredas, a los paisajes— para que se materialicen. El cambio climático está afectando al mundo con una magnitud que supera las expectativas y al parecer se van a cumplir los peores escenarios previstos inicialmente (Schwalm et al., 2020; Slater et al., 2020). Los paisajes agropecuarios se verán especialmente golpeados, a menos que el cambio climático se mitigue de manera agresiva o se apliquen urgentemente planes de adaptación, lo cual no está sucediendo al ritmo necesario. En la mayoría de municipios del país, el cambio climático no ocupa los primeros renglones en los planes de gobierno de las campañas o en los planes de desarrollo. Mucho menos en los desactualizados planes de ordenamiento territorial (POT), a pesar de que el Sisclima fijó la fecha de enero de 2020 como límite para que en ellos se integrara el cambio climático. Afortunadamente, en esta generación todavía podemos desviar las trayectorias climáticas para definir la crisis a la que nos enfrentaremos.

Referencias

- Agudelo-Hza, W. J., Urbina-Cardona, N., & Armenteras-Pascual, D. (2019). Critical shifts on spatial traits and the risk of extinction of Andean anurans: an assessment of the combined effects of climate and land-use change in Colombia. *Perspectives in Ecology and Conservation*, 17(4), 206-219. <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2019.11.002>
- Álvarez-Espinosa, A. C., Ordóñez, D. A., Nieto, A., Wills, W., Romero, G., Calderón, S. L., Hernández, G., Argüello, R., & Delgado, R. (2015). *Compromiso de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero: consecuencias económicas* [Documento 440]. Departamento Nacional de Planeación (DNP).
- Baird, R. (2008). *The impact of climate change on minorities and indigenous peoples*. Minority Rights Groups International. <https://minorityrights.org/wp-content/uploads/old-site-downloads/download-524-The-Impact-of-Climate-Change-on-Minorities-and-Indigenous-Peoples.pdf>
- Bindoff, N. L., Cheung, W. W. L., Kairo, J. G., Aristegui, J., Guinder, V. A., Hallberg, R., Hilmi, N., Jiao, N., Karim, M. S., Levin, L., O'Donoghue, S., Purca Cuicapusa, S. R., Rinkevich, B., Suga, T., Tagliabue, A., & Williamson, P. (2019). Changing ocean, marine ecosystems, and dependent communities. In H.-O. Pörtner, D. C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama & N. M. Weyer (Eds.), *ipcc special report on the ocean and cryosphere in a changing climate* (pp. 447-587). https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/3/2019/11/09_SROCC_Ch05_FINAL-1.pdf
- Brock, H. (2012). *Climate change: drivers of insecurity in the global south*. Oxford Research Group. <https://reliefweb.int/report/world/climate-change-drivers-insecurity-and-global-south>
- Brown, O. (2008). *Migration and climate change* [IOM Migration Research Series n.º 31]. International Organization for Migration (IOM). <https://olibrown.org/wp-content/uploads/2019/01/2008-Migration-and-Climate-Change-IOM.pdf>
- Bunn, C., Läderach, P., Ovalle Rivera, O., & Kirschke, D. (2015). A bitter cup: climate change profile of global production of Arabica and Robusta coffee. *Climatic Change* 129, 89-101. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10584-014-1306-x>
- Bustamante Zamudio, C., & Rojas-Salazar, L. (2018). Reflexiones sobre transiciones ganaderas bovinas en Colombia, desafíos y oportunidades. *Biodiversidad en la Práctica*, 3(1), 1-29. <https://www.biopasos.com/biblioteca/Reflexiones-transiciones-ganaderia-bovina-colombia-desafios.pdf>
- Buytaert, W., Céleri, R., De Bièvre, B., Cisneros, F., Wyseure, G., Deckers, J., & Hofstede, R. (2006). Human impact on the hydrology of the Andean páramos. *Earth-Science Reviews*, 79, 53-72. http://origin.portalces.org/sites/default/files/references/055_Buytaert%20et%20al%202006.pdf
- Cadena, Á., Bocarejo, J. P., Rodríguez, M., Rosales, R., Delgado, R., Flórez, E., Espinosa, M., Lombo, C., López, H., Londoño, M., Palma, M., & Rodríguez, J. (2016). *Upstream analytical work to support development of policy options for mid- and long-term mitigation objectives in Colombia* [Informe producto final, documento soporte para la iNDC colombiana]. Universidad de los Andes. https://www.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/colombia_hacia_la_COP21/Documento_soporte_iNDC_colombiana.pdf

- Comisión Económica para América Latina y el Caribe [Cepal] & Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Derechos Humanos [ACNUDH]. (2019). *Cambio climático y derechos humanos: contribuciones desde y para América Latina y el Caribe*. https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/44970/S1901157_es.pdf
- Cortés Cortés, Y. (2016). *Identificación de los posibles impactos del cambio climático sobre las áreas óptimas de los principales productos de la canasta básica alimentaria en el departamento de Cundinamarca* [Tesis de maestría, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. <https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/4935>
- Cuertas, D. E., & Méndez, F. (2016). Cambio climático y salud: retos para Colombia. *Revista de la Universidad Industrial de Santander. Salud*, 48(4), 428-435. <https://doi.org/10.18273/revsal.v48n4-2016001>
- De Koning, K., & Filatova, T. (2020). Repetitive floods intensify outmigration and climate gentrification in coastal cities. *Environmental Research Letters*, 15(3), art. 034008. doi: 10.1088/1748-9326/ab6668
- Departamento Nacional de Planeación [DNP], Banco Interamericano de Desarrollo [BID] & Comisión Económica para América Latina y el Caribe [Cepal]. (2014). *Impactos económicos del cambio climático en Colombia: síntesis*. https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Impactos%20Economicos%20del%20Cambio%20Climatico_Sintesis_Resumen%20Ejecutivo.pdf
- Feeley, K. J., & Silman, M. R. (2010). Land-use and climate change effects on population size and extinction risk of Andean plants. *Global Change Biology*, 16(12), 3215-3222. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2010.02197.x>
- García Arbeláez, C., Vallejo López, G., Higgins, M. L., & Escobar, E. M. (2016). *El Acuerdo de París: así actuará Colombia frente al cambio climático* (1ª ed.). WWF-Colombia.
- García López, J. C., Läderach, P., & Posada Suárez, H. (2018). Valoración del cambio de aptitud del cultivo de café en Colombia, por variación en los escenarios climáticos futuros. *Revista Cenicafé*, 69(1), 91-111. <https://www.cenicafe.org/es/publications/Revista69%281%29-Web1.pdf>
- Gauly, M., & Ammer, S. (2020). Review: Challenges for dairy cow production systems arising from climate changes. *Animal*, 14(S1), s196-s203. <https://doi.org/10.1017/S1751731119003239>
- Hallegatte, S., & Rozenberg, J. (2017). Climate change through a poverty lens. *Nature Climate Change*, 7, 250-256. <https://doi.org/10.1038/nclimate3253>
- Hensen, J., Nazarenko, L., Ruedy, R., Sato, M., Willis, J., Del Genio, A., Koch, D., Lacis, A., Lo, K., Menon, S., Novakov, T., Perlwitz, J., Russell, G., Schmidt, G. A., & Tausnev, N. (2005). Earth's energy imbalance: Confirmation and implications. *Science*, 308(5727), 1431-1435. 10.1126/science.1110252
- Hock, R., Rasul, G., Adler, C., Cáceres, B., Gruber, S., Hirabayashi, Y., Jackson, M., Kääb, A., Kang, S., Kutuzov, S., Milner, A., Molau, U., Morin, S., Orlove, B., & Steltzer, H. (2019). High mountain areas. In H.-O. Pörtner, D. C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintonbeck, A. Alegría, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama & N. M. Weyer (Eds.), *IPCC special report on the ocean and cryosphere in a changing climate* (pp. 131-202). https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/3/2019/11/06_SROCC_Ch02_FINAL.pdf

Capítulo VIII. El cambio climático en Colombia: dimensión del problema y herramientas políticas, jurídicas y administrativas para afrontarlo

Hurtado Montoya A. F., & Mesa Sánchez, Ó. J. (2015). Climate change and space-time variability of precipitation in Colombia. *Revista EIA*, 12(24), 129-147. <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKewiS29uDgaDwAhUcMkFHcOyCnwQFjABegQIB-BAD&url=https%3A%2F%2Frevistas.eia.edu.co%2Findex.php%2FReveiaenglish%2Farticle%2F-download%2F913%2F826&usg=AOvVaw3ak2ghbnYiqFIN0y2Olc7x>

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [Ideam]. (2001). *Colombia: primera comunicación nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático*. <http://www.ideam.gov.co/documents/40860/219937/primer-comunicacion--nacional/b99663bb-9023-47d1-b54a-41f74cca0b1e>

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [Ideam]. (2010). *Segunda comunicación nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre cambio climático: República de Colombia*. <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/021658/2Comunicacion/IDEAMTOMOIIPreliminares.pdf>

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [Ideam], Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD], Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MADS], Departamento Nacional de Planeación [DNP] & Cancillería de Colombia. (2015). *Primer informe bienal de actualización de Colombia ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC)* [Resumen ejecutivo].

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [Ideam], Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD], Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MADS], Departamento Nacional de Planeación [DNP] & Cancillería de Colombia. (2017). *Tercera comunicación nacional de Colombia ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC)*.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [Ideam], Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD], Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MADS], Departamento Nacional de Planeación [DNP] & Cancillería de Colombia. (2018). *Segundo reporte bienal de actualización de Colombia ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC)*. http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023848/PNUD-IDEAM_2rba.pdf

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andreis (Invemar). (2016). *Elaboración del análisis de vulnerabilidad marino costera e insular ante el cambio climático para el país*. http://cinto.invemar.org.co/alfresco/d/d/workspace/SpacesStore/5f-2c99ad-fac8-4a16-9971-32e5f8e3dfcf/Doc_final_acidificaci%C3%B3n_oce%C3%A1nica.pdf?ticket=TICKET_b877f6bc3322bbd67e9097906484aa7f5e86ec7f

Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC]. (2018). Summary for policymakers. In V. Masson-Delmotte, P. Zhai, H. O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P. R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J. B. R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M. I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor & T. Waterfield (Eds.), *Global warming of 1.5 °C: An IPCC special report on the impacts of global warming of 1.5 °C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty*. https://archive.ipcc.ch/pdf/special-reports/sr15/sr15_spm_final.pdf

Internal Displacement Monitoring Centre [IDMC]. (2020). *Colombia: Country information*. <https://www.internal-displacement.org/countries/colombia#337>

- Koubi, V. (2019). Climate change and conflict. *Annual Review of Political Science*, 22, 343-360. <https://doi.org/10.1146/annurev-polisci-050317-070830>
- Kulp, S. A., & Strauss, B. H. (2019). New elevation data triple estimates of global vulnerability to sea-level rise and coastal flooding. *Nature Communications*, 10, art. 4844. <https://doi.org/10.1038/s41467-019-12808-z>
- López Zafra, J. M., & De Paz Cobo, S. (2007). *El sector asegurador ante el cambio climático: riesgos y oportunidades*. Fundación Mapfre. <https://app.mapfre.com/ccm/content/documentos/fundacion/cs-seguro/libros/el-sector-asegurador-ante-el-cambio-climatico-riesgo-y-oportunidades-114.pdf>
- Más de 35.000 bovinos han muerto por cuenta de la temporada seca. (2020). *Semana Sostenible*. <https://www.semana.com/medio-ambiente/articulo/mas-de-35000-bovinos-han-muerto-por-cuenta-de-la-temporada-seca/48602/>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MADS]. (2010). *Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos* (PNGIBSE). http://www.humboldt.org.co/images/pdf/PNGIBSE_espa%C3%B1ol_web.pdf
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MADS]. (2017). *Política Nacional de Cambio Climático* (PNCC). <https://www.minambiente.gov.co/index.php/politica-nacional-de-cambio-climatico>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MADS], Ministerio de Relaciones Exteriores, Ministerio de Minas y Energía [MinMinas], Ministerio de Comercio, Industria y Turismo [MinCit], Ministerio de Ciudad, Vivienda y Territorio [Minvivienda], Ministerio de Transporte [MinTransporte], Ministerio de Hacienda y Crédito Público [MHCP], Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [Ideam], Departamento Nacional de Planeación [DNP], Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres [UNGRD] & Fondo Adaptación [FA]. (2020). *Actualización de la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC)*. <https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Colombia%20First/NDC%20actualizada%20de%20Colombia.pdf>
- Melo León, S. F., Riveros Salcedo, L. C., Romero Otálora, G., Álvarez, A. C., Díaz Giraldo, C., & Calderón Díaz, S. L. (2017). *Efectos económicos de futuras sequías en Colombia: estimación a partir del Fenómeno El Niño 2015*. Departamento Nacional de Planeación (DNP). <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Estudios%20Economicos/466.pdf>
- Rabatel, A., Ceballos, J. L., Micheletti, N., Jordan, E., Braitmeier, M., González, J., Mölg, N., Ménégoz, M., Huggel, C., & Zemp, M. (2017). Toward an imminent extinction of Colombian glaciers? *Geografiska Annaler: Series A, Physical Geography*. https://www.geo.uzh.ch/~mzemp/Docs/Rabatel_etal_GeogrAnnaler_2017.pdf
- Ramírez-Villegas, J., Cuesta C., F., Devenish, C., Peralvo, M., Jarvis, A., & Arnillas, C. A. (2014). Using species distributions models for designing conservation strategies of Tropical Andean biodiversity under climate change. *Journal for Nature Conservation*, 22(5), 391-404. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2014.03.007>
- Rinaudo, M. E. (2015). *Biodiversidad: innovación frente al cambio climático*. Biodiversidad 2016 [Ficha 305]. Instituto Humboldt.
- Scheffran, J., Brzoska, M., Kominek, J., Link, P. M., & Schilling, J. (2012). Climate change and violent conflict. *Science*, 336(6083), 869-871. <https://doi.org/10.1126/science.1221339>

Capítulo VIII. El cambio climático en Colombia: dimensión del problema y herramientas políticas, jurídicas y administrativas para afrontarlo

- Schwalm, C. R., Glendon, S., & Duffy, P. B. (2020). RCP8.5 tracks cumulative CO₂ emissions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(33) 19656-19657. <https://doi.org/10.1073/pnas.2007117117>
- Slater, T., Hogg, A. E., & Mottram, R. (2020). Ice-sheet losses track high-end sea-level rise projections. *Nature Climate Change*, 10, 879-881. <https://doi.org/10.1038/s41558-020-0893-y>
- Sousa, R., Álvarez-Espinosa, A. C., Rojas Pardo, N., Melo León, S. F., Romero Otalora, G., Riveros Salcedo, L. C., Calderón Díaz, S. L., & Vazao, C. (2018). *Archivos de economía: mitigación del cambio climático con un Sistema de Comercio de Emisiones en Colombia: primeros hallazgos económicos* [Documento 469]. Departamento Nacional de Planeación (DNP). <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Estudios%20Economicos/469.pdf>
- Tejedor Garavito, N., Newton, A. C., Golicher, D., & Oldfield, S. (2015). The relative impact of climate change on the extinction risk of tree species in the montane tropical Andes. *PLoS ONE*, 10(7), 1-19. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0131388>
- Terry, G. (Ed.). (2009). *Climate change and gender justice*. Practical Action Publishing Ltda.; Oxfam. <https://oxfamlibrary.openrepository.com/bitstream/handle/10546/115359/bk-climate-change-gender-justice-091109-en.pdf?sequence=5&isAllowed=y>
- Velásquez-Tibatá, J., Salaman, P., & Graham, C. H. (2013). Effects of climate change on species distribution, community structure, and conservation of birds in protected areas in Colombia. *Regional Environmental Chang*, 13, 235-248. <https://doi.org/10.1007/s10113-012-0329-y>

Capítulo IX

91

Metodología de análisis de los paisajes agropecuarios

Clarita Bustamante-Zamudio
Johan Manuel Redondo

Los problemas esenciales del sector agropecuario colombiano, las responsabilidades que le corresponden para con el desarrollo del país y el compromiso que se le demanda para con el desarrollo sostenible, no pueden ser considerados de forma fragmentada, reduccionista y lineal. Los paisajes agropecuarios son sistemas en los que hay interacciones entre todos sus elementos (personas, ecosistemas, mercados, tradiciones, empresas, fincas, modos de vida, etc.), y en los que tales interacciones configuran arreglos que dinamizan el paisaje, provocan autoorganizaciones, conducen adaptaciones frente a las transformaciones y generan resultados emergentes como consecuencia de la sinergia de su configuración. En pocas palabras, los paisajes agropecuarios son sistemas complejos. Por lo tanto, el estudio o análisis de sistemas complejos como los paisajes agropecuarios debe realizarse desde ciencias que aborden la complejidad, denominadas “ciencias de la complejidad”¹.

La metodología presentada en este capítulo se corresponde con el enfoque propuesto desde las ciencias de la complejidad para el abordaje de sistemas socioecológicos como los paisajes agropecuarios. Se basa en la metodología sistémica desarrollada en los años cincuenta del siglo XX por Jay Forrester en el Instituto Tecnológico de Massachusetts, conocida como “dinámica de sistemas”.

Se sabe que la dinámica de sistemas no es la única ciencia de la complejidad que podría usarse, pero sí es la más adecuada por entretrejer de forma causal y exhibir explícitamente las realimentaciones entre los elementos de los paisajes agropecuarios. Además, permite evaluar el comportamiento en el tiempo de las condiciones actuales bajo diferentes escenarios.

La metodología consta de los siguientes siete pasos (Redondo et al., 2019): 1) selección de la unidad espacial de paisaje, 2) modelado de la trama del paisaje y sus usos con dinámica de sistemas, 3) recolección de datos para alimentar el modelo matemático, 4) evaluación del modelo matemático, 5) análisis de la estructura de las trayectorias del sistema y de los parámetros que generan bifurcación, 6) análisis del comportamiento tendencial de escenarios, y 7) definición de lineamientos para la gestión de la sostenibilidad del paisaje. Para la gestión de la sostenibilidad se incluye, además, la reconversión y mejoramiento continuo de los paisajes agropecuarios, articulando un paso adicional de implementación de los lineamientos obtenidos bajo la metodología (figura 5).

¹ Las ciencias de la complejidad son innovaciones científicas con un alto componente de desarrollo matemático, que permiten el estudio de sistemas complejos como los paisajes rurales.

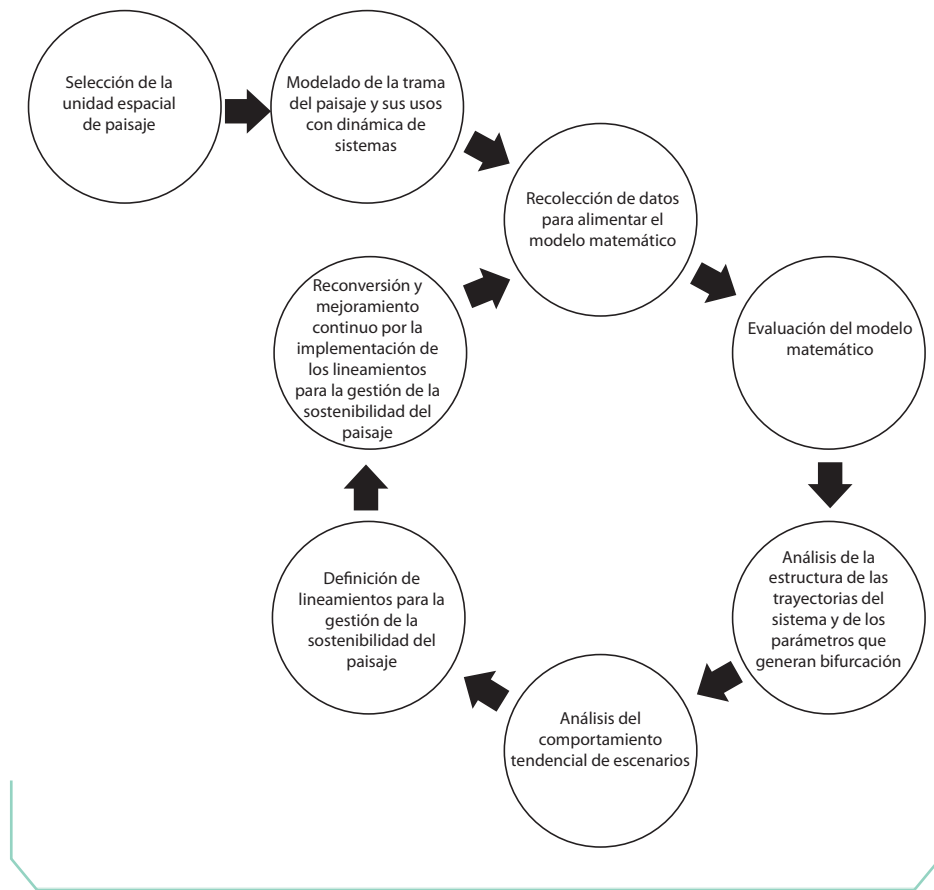


Figura 5. Proceso para la gestión de la sostenibilidad de los paisajes agropecuarios.

Fuente: Elaboración propia

Selección de la unidad espacial de paisaje

La configuración de las unidades espaciales de los paisajes al interior del área de estudio tiene como fin lo siguiente: 1) capturar la diversidad de condiciones socioecológicas, 2) establecer unidades estructurales-funcionales que permitan entender integralmente, en una escala determinada, los fenómenos socioecológicos, y 3) hacer que tanto el análisis de sostenibilidad, como la consecuente reconversión, se ajusten a condiciones específicas y no a generalizaciones simplificadoras.

Para entender la diversidad de condiciones del área de estudio, se deben establecer los atributos que separan una unidad de otra, así como la escala y el nivel de agregación de los mismos. Estos atributos deben facilitar la comprensión

en el espacio y el tiempo de lo siguiente: 1) las características biofísicas² y productivas³, junto con sus ciclos, ritmos y movimientos; 2) la forma en que se dan las interrelaciones entre los habitantes rurales y su entorno, la naturaleza y sus elementos, la producción y el mercado, y 3) las consecuencias de dichas relaciones en la configuración y el comportamiento del paisaje agropecuario.

Es importante diferenciar el área de estudio, que para el caso es el área agropecuaria del país, y la unidad de análisis, que corresponde al paisaje agropecuario resultado de arreglos socioecológicos específicos. El paisaje se define, entonces, en la escala y el nivel de agregación adecuados al tipo de aproximación que se quiere llevar a cabo. Un estudio del ámbito nacional debe incluir tantas unidades como sean necesarias para entender el fenómeno a escala de país. Sin embargo, para estudios regionales y locales, se deben definir unidades a escala más detallada y con información menos agregada.

La comprensión de algunos fenómenos, como los servicios ecosistémicos de regulación, el comportamiento de los mercados o la migración, a veces requiere escalas más generales para relacionarlos con los procesos y dinámicas globales que inducen acciones dominantes sobre ellos. Dichos fenómenos incluso pueden requerir escalas más detalladas para conocer las actividades específicas que los generan. De esta manera, una vez definida la unidad de análisis, es importante establecer una supraunidad y una subunidad de respaldo. Se tendrían por tanto tres unidades: la unidad de paisaje “principal” y las dos unidades de respaldo. La función de este conjunto de unidades es abordar los efectos recíprocos en múltiples direcciones. Por tanto, las dos unidades de respaldo deben estar construidas a partir de los mismos atributos definidos para la unidad de paisaje principal, pero con información espacial y temporal más o menos agregada.

Estos niveles de agregación implican unos límites que, de acuerdo con los atributos establecidos, deben contemplar un grado de flexibilidad y un rango de difusión más o menos amplios, ligados a su representatividad cartográfica.

Particularmente, y como ejemplo, para la identificación de la unidad de paisaje en la medición del indicador de agricultura sostenible en Colombia, se realizó un taller con los referentes nacionales en SIG de nueve organizaciones⁴,

2 Clima, suelo, agua, ecosistemas, biota, cobertura y uso, dinámicas hídricas y geológicas, procesos de formación de suelos, etc.

3 Pequeña, mediana o gran producción, economía campesina o industrial, destino de la producción, etc.

4 MADS, IGAC, Fedearroz, UNAD, AGROSAVIA, DANE, ICBF, Ideam y CIAT.

a partir del cual se decidió utilizar, como insumo validado en el nivel institucional, la zonificación hidrográfica del Ideam, particularmente las subzonas hidrográficas nivel 2 o 3 como unidad de paisaje. Al interior de estas unidades se incluyen, como atributos, las características climáticas y de suelos, la dinámica de cobertura y uso, la tecnología, etc., partiendo de información existente y validada por las instituciones generadoras, lo cual no excluye la necesidad tanto de obtener información adicional de diferentes fuentes, como de generar información nueva y oportuna, para medir indicadores clave.

Después del paso 1, selección de la unidad de paisaje, el análisis que se hace por medio de los pasos 2 a 7 muestra el comportamiento tendencial y la expresión emergente de sostenibilidad en la unidad, en función de las características específicas mencionadas arriba.

Modelado de la trama del paisaje y sus usos con dinámica de sistemas

Modelar la trama del paisaje equivale a representar los atributos y las relaciones del sistema socioecológico en la unidad de análisis espacial que es el paisaje agropecuario, mediante una hipótesis dinámica⁵ y de acuerdo con la metodología propuesta por Sterman (2000)⁶.

La manera como la hipótesis dinámica representa el objeto de estudio mediante un diagrama causal facilita la traducción a cualquier público de los supuestos con los que se construye el modelo y la revisión y el acuerdo general, no solo entre los actores que forman parte de la construcción, sino también entre aquellos que puedan verse afectados por las decisiones que se propongan desde el diagrama (figura 6).

5 En dinámica de sistemas, la hipótesis dinámica es el constructo en el que se entretajan sistemáticamente todos los enunciados causales del objeto representado, de modo que se hagan visibles sus realimentaciones y multicausalidades, lo cual se hace a través de un diagrama causal, un diagrama de niveles y flujos, y un conjunto de ecuaciones, todo lo cual da lugar a un modelo matemático de ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden (Sterman, 2000).

6 En caso de que el lector desee revisar o profundizar sobre los aspectos conceptuales y metodológicos y sobre las aplicaciones con dinámica de sistemas, las siguientes referencias son muy recomendadas: Aracil & Gordillo (1997), Forrester (1961, 1992), Martín García (2010) y Sterman (2000).

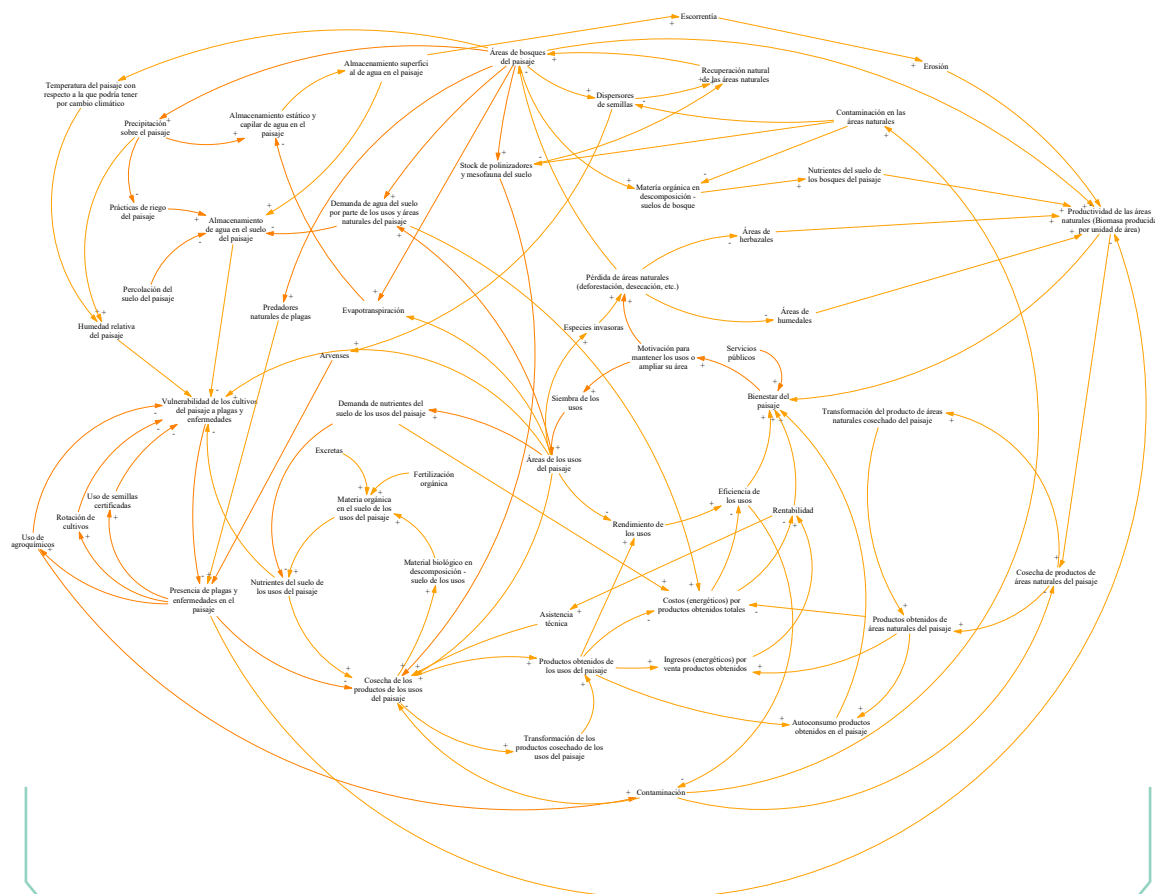


Figura 6. Diagrama causal de la hipótesis dinámica para el análisis de sostenibilidad en paisajes agropecuarios.

Fuente: Elaboración propia

El modelo obtenido bajo la dinámica de sistemas se basa en los siguientes principios:

a. Principio de perspectiva sistémica: la relación interdependiente, interactiva e interretroactiva de los usos del paisaje y las áreas naturales, basada en la heterogeneidad de los usos y reflejada en los servicios de regulación de agua, carbono y de la temperatura media y en el control de la erosión del suelo, lo mismo que en los efectos de la relación de la biodiversidad con los usos y áreas naturales, como la polinización, la dispersión de semillas y el ciclaje de nutrientes del suelo.

b. Principio de productividad: la producción y eficiencia de los usos, reflejada tanto en los servicios ecosistémicos de provisión (agua, madera,

leña, alimentos, materias primas), como en la relación unidad de producción-costeo y la capacidad de almacenar elementos que previenen la excesiva fluctuación de la producción.

c. Principio de bienestar: los destinos de la producción (alimentación humana y animal, semillas y manto, ventas y transformaciones), la rentabilidad, la vulnerabilidad de los cultivos a plagas y enfermedades, la seguridad alimentaria, la migración y la relación de los elementos de regulación y biodiversidad con la salud de los ecosistemas.

Para esta aproximación, no se realizaron balances energéticos debido a que forman parte del futuro trabajo de investigación, pero su elaboración se destaca como una acción necesaria y fundamental para una modelación y unos análisis venideros. Si se realizaran balances de energía, estos permitirían, sobre una misma unidad de medida que no se vea afectada por la valoración social ni de mercado, establecer los costos y los beneficios multidimensionales de la producción en un paisaje agropecuario, así como los flujos metabólicos, para así lograr un balance general. Toda la representación de los atributos y las relaciones del sistema socioecológico en el paisaje puede y debe hacerse en términos de energía.

Como puede observarse en la figura 6, la siembra conduce al aumento de las áreas de uso del paisaje, las cuales aumentan la demanda de agua, de nutrientes y organismos asociados al ciclaje de nutrientes del suelo, lo que a su vez afecta la cantidad que de ellos se encuentre en el suelo. El resultado de esto es que, en caso de una extracción (demanda) superior a la oferta, las cosechas de los productos de los usos no serán las esperadas.

La cosecha de los productos de los usos del paisaje aumenta los productos que se obtienen directamente del uso, pero también los que se obtienen mediante la transformación. El total de productos obtenidos es utilizado para el autoconsumo o para la obtención de ingresos que podrían generar rentabilidad. Esta última, la rentabilidad, es una de las condiciones de bienestar del paisaje, junto con la suficiencia de autoconsumo de productos obtenidos del paisaje.

Un paisaje que genera bienestar aumenta la motivación para mantener los usos o para ampliar su área, lo cual, por un lado, conduce a la permanencia de los actores en el paisaje y al aumento de la siembra de los usos, y por otro lado, aumenta la pérdida de áreas naturales por actividades como deforestación, aforestación y desecación, entre otras. La pérdida de áreas naturales disminuye las áreas de bosque, herbazales y humedales, lo cual repercute en

la productividad de las áreas naturales, puesto que disminuye los productos y servicios que se consiguen de ellas y que pueden aprovecharse de forma directa o mediante transformación, para el autoconsumo o para generar ingresos.

Tanto las áreas de usos como las áreas naturales generan materia orgánica en descomposición que permite aumentar los nutrientes del suelo e incrementar la productividad y las cosechas. Sin embargo, también demandan agua, con lo cual disminuye su almacenamiento en el suelo, lo que, conjuntamente con la humedad relativa del paisaje, determina la vulnerabilidad que los cultivos puedan llegar a tener respecto a plagas y enfermedades, con lo cual, de nuevo, se afecta la productividad de las cosechas.

Con la existencia de las áreas de bosque, la cantidad de polinizadores y de mesofauna del suelo se incrementa, haciendo que las cosechas de los productos de los usos del paisaje aumenten. Sin embargo, estas mismas áreas de bosque del paisaje aumentan los dispersores de semillas, los cuales son claves para la recuperación de las áreas naturales y pueden aumentar la cantidad de arvenses en los usos del paisaje. La presencia de plagas y enfermedades hace que el uso de agroquímicos aumente, lo que disminuye la vulnerabilidad de los cultivos y aumenta la contaminación en el paisaje, afectando la inocuidad de los productos obtenidos en los usos. Finalmente, se consideran también las aguas superficiales como fuente de escorrentía, la cual genera erosión en el paisaje y afecta la productividad de las áreas naturales y de los usos del suelo.

Dos hechos adicionales que pueden apreciarse en la hipótesis dinámica están relacionados con el modo como las áreas de bosque afectan tanto las precipitaciones como las temperaturas. Aunque estos hechos no se desarrollan en el modelo matemático presente en este documento, porque forman parte de la investigación futura, se sabe que las áreas de bosque con dosel cerrado generan un bombeo biótico⁷ que aumenta las precipitaciones sobre el bosque, al tiempo que crean un microclima que regula las condiciones óptimas para el sistema.

Esta información es la que configura los indicadores de sostenibilidad para los principios de perspectiva sistémica, productividad y bienestar, establecidos en el marco conceptual acordado (figura 7).

⁷ Para profundizar sobre el bombeo biótico de humedad atmosférica como impulsor del ciclo hidrológico en la tierra, consulte Makarieva & Gorshkov (2007).

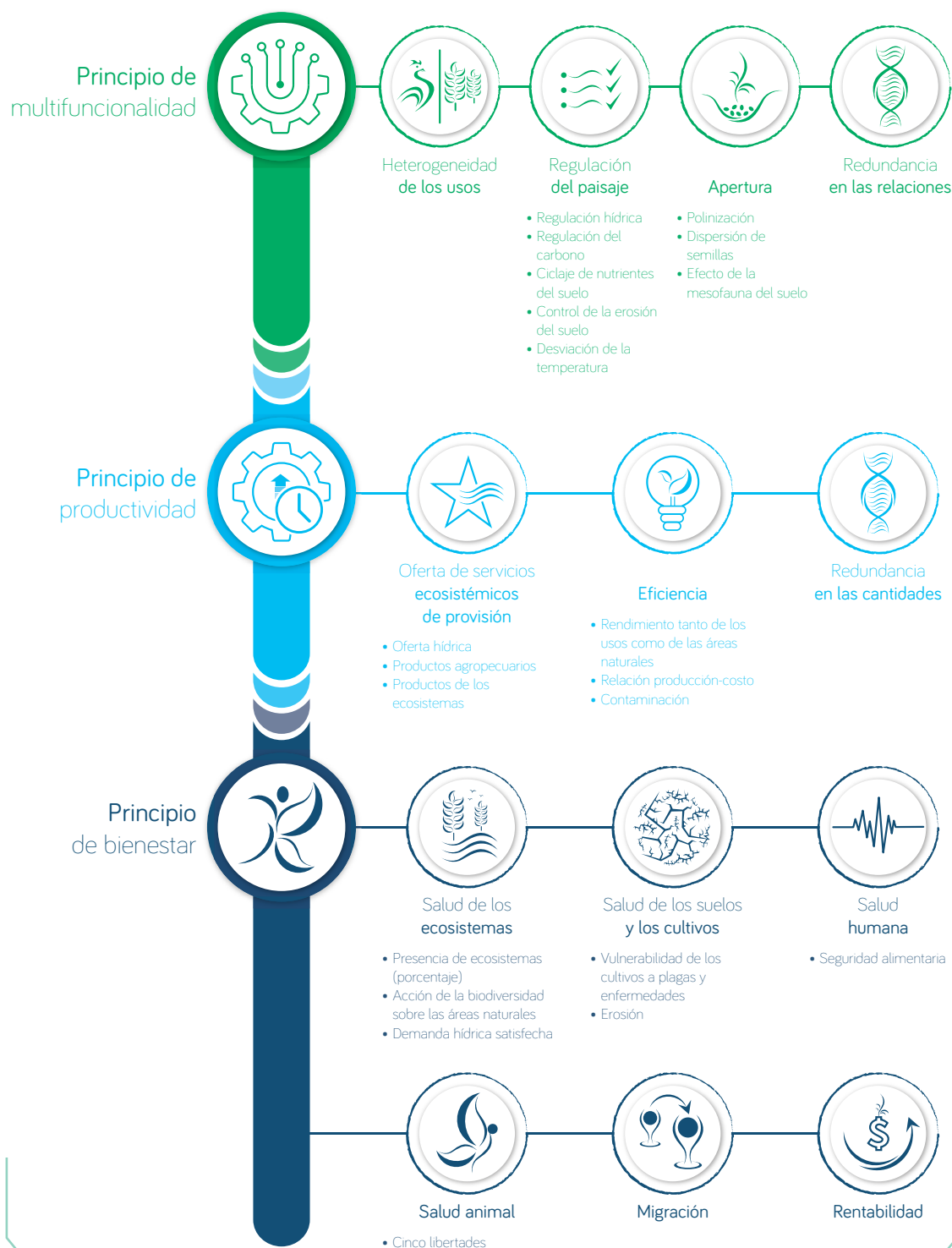


Figura 7. Principios e indicadores de sostenibilidad del paisaje.

Fuente: Elaboración propia

Recolección de datos para alimentar el modelo matemático

La recolección de datos es una actividad que solo se inicia a partir de las demandas de información del modelo y, por consiguiente, con el reconocimiento del tipo de procesamiento que se realiza sobre ellos (Redondo, 2018). De este modo no se incurre en el detrimento de los recursos de monitoreo, transmisión, almacenamiento y preprocesamiento, que son necesarios para la inclusión de los datos en los procesos de obtención de información para la toma de decisiones.

En relación con la información, se dispone de datos de fuentes secundarias y primarias, analógicos, geográficos, estadísticos, cualitativos, cuantitativos, por mediciones o por percepción, que son el resultado de la aplicación de diferentes protocolos, metodologías o modelos espaciales (si provienen de análisis geográficos), establecidos por la entidad o grupo generador de los mismos. Estos datos responden a diferentes instrumentos, esfuerzos, capacidades y experiencias técnicas y deben ser representativos para la escala espacial y temporal del análisis, por lo cual estas características deben ser tenidas en cuenta en el momento de seleccionar una fuente o metodología de recolección de datos por parte del equipo de trabajo del análisis de sostenibilidad.

Como ejemplo se puede decir que una de las principales fuentes de datos para el modelo es la ENA, que contiene información útil para establecer áreas de cultivos y naturales, producción, autoconsumo, riego, contaminación, semillas e insumos utilizados, pérdidas de cultivos, ocurrencia de eventos climáticos, entre mucha otra información, la cual además puede complementarse con otras fuentes temáticas específicas.

Los datos deben estar consignados en tablas y hojas de cálculo que especifiquen sus requerimientos y características según las demandas del modelo en temporalidad, escala y rango, así como la fuente y metodología de recolección, para información primaria y secundaria. Además, los datos deben presentarse de la manera adecuada para que se puedan exportar a la plataforma en la que se opera el modelo de dinámica de sistemas. Se usan códigos para los datos y los paisajes, de tal forma que se pueda acceder rápidamente a ellos. Las tablas de datos se acompañan de un diccionario de datos, que permite a los usuarios de la metodología de análisis entenderlos y ajustarlos, si así se requiere.

La mayoría de los datos del modelo son tasas de flujo; por lo tanto, es importante garantizar que se cuenta con lecturas de por lo menos dos periodos,

ajustados a la estacionalidad de la variable y previendo la significancia y variabilidad en la sensibilidad de los datos. Igualmente, es importante conocer, para todos los datos, el margen de error que tienen, tanto en la escala espacial como en la temporal.

Cuando los datos espaciales provengan de unidades de análisis diferentes a las seleccionadas, es fundamental conocer su contexto, naturaleza, escala y acumulación, con el fin de partirlos, proporcionarlos o clasificarlos para la unidad de paisaje seleccionada. En el caso de datos con diferentes escalas temporales, es igualmente importante homogeneizar las escalas o contemplar las variaciones o los márgenes de error.

Evaluación del modelo matemático desarrollado bajo esta metodología

La evaluación del modelo desarrollado para la medición del indicador debe surtir dos momentos: *calibración* y *validación*.

La calibración es un ejercicio basado en los datos de los paisajes nacionales, que se coordina para ser desarrollado en el preprocesamiento, dentro de la etapa de recolección de datos.

La validación de modelos es un aspecto importante y muy técnico, aunque controvertido, de cualquier metodología basada en modelos en general, y de la dinámica de sistemas en particular (Barlas, 1996), pero que vale la pena mencionar. En el modelo desarrollado para el análisis de sostenibilidad, se realizaron pruebas de validación de estructura (Barlas, 1996) mediante todas las pruebas de estructura directa: prueba de confirmación de la estructura (empírica y/o teórica), prueba de confirmación de los parámetros (empírica y/o teórica), prueba directa de condiciones extremas, prueba de consistencia dimensional y pruebas de comportamiento orientado a la estructura (prueba de condiciones extremas, prueba de adecuación de los límites, prueba de relaciones de fase, análisis de características cualitativas).

Análisis del comportamiento tendencial

El análisis del comportamiento tendencial es un estudio del sistema que se hace desde su estado actual, a partir de un conjunto de reglas sobre las que evoluciona el estado actual en un periodo de tiempo. Si se evalúa el estado

actual bajo las reglas actuales, se obtiene el comportamiento tendencial del sistema. Si se evalúa el estado actual bajo otras reglas posibles para el sistema, se obtiene el comportamiento tendencial de escenarios posibles u oportunidades del sistema. En cualquier caso, la premisa clave es responder a la pregunta: ¿qué pasaría con la sostenibilidad del paisaje si...?⁸.

Para el caso en el que la pregunta sea: ¿qué pasaría con la sostenibilidad del paisaje si no se hace nada distinto a lo que ya se hace?, nótese que la pregunta indaga si el actual arreglo del sistema socioecológico del paisaje es sostenible, mientras que si la pregunta es: ¿qué pasaría con la sostenibilidad del paisaje si se hace algo distinto a lo que ya se hace?, lo que se indaga es sobre un conjunto infinito de posibilidades/oportunidades de implementación sobre el paisaje y su sostenibilidad.

Para un buen desempeño en la realización del análisis de comportamiento tendencial, se debe establecer con claridad lo que se espera para el instante o intervalo de tiempo futuro en el que se realizará la evaluación y los escenarios que serán evaluados. En el caso de la medición del indicador de agricultura sostenible, la pregunta es: ¿qué pasa con el comportamiento tendencial de los paisajes colombianos bajo los arreglos con los que hoy en día se cuenta? Lo que se indaga aquí es si los paisajes son sostenibles, tomando como periodo de evaluación los años comprendidos entre 2020 y 2030, horizonte en el que se espera que 10 % de la producción agrícola nacional, en toneladas, cumpla con los criterios de agricultura sostenible. En caso de que los análisis de comportamiento tendencial realizados en entornos de simulación controlada conduzcan a la conclusión de que la meta no será alcanzada, se deberá realizar el análisis del comportamiento tendencial de otros arreglos de paisaje que sí permitan alcanzarla, es decir, se realizará el análisis del comportamiento tendencial de diferentes escenarios.

Definición de lineamientos para la gestión de la sostenibilidad del paisaje

Todo el constructo técnico-científico de la metodología esbozada en este capítulo conduce, no solo a la verificación del cumplimiento del indicador de agricultura sostenible, sino también a la definición de lineamientos para la gestión de paisajes agropecuarios sostenibles, previamente probados en entornos de simulación controlada, donde es posible identificar los efectos

⁸ Considérese aquí la sostenibilidad como un indicador que podría tener valores nulos.

de nuestras actuaciones y propuestas sobre los paisajes, incrementando la confiabilidad de las implementaciones planteadas.

Estos lineamientos, de acuerdo con las discusiones realizadas en este libro, no consisten en la proposición de prácticas efectivas, sino en orientaciones sobre los requerimientos de gestión, acordes con las interrelaciones e indicadores de sostenibilidad que requieran ser atendidos y los cambios que se generarían a partir de dicha gestión hacia escenarios viables de sostenibilidad.

Un lineamiento, entonces, lista y describe los elementos y las relaciones del arreglo del sistema socioecológico que no son deseados por la evidencia obtenida a través de los indicadores de sostenibilidad, y muestra la manera como deben modificarse, con el fin de mejorar el comportamiento tendencial del paisaje.

Reconversión y mejoramiento continuo de los paisajes agropecuarios

Los paisajes se encuentran en permanente cambio como resultado de la interacción de los diferentes elementos socioecológicos de su estructura sistémica. Es decir, los paisajes están cambiando de un estado a otro de forma continua.

Sin embargo, son ciertos conjuntos de estados, con características específicas definidas por un marco de referencia en particular, los que podrían considerarse como deseables. Por ejemplo, la sostenibilidad se refiere a un conjunto⁹ de estados cuyo comportamiento tendencial garantiza una noción de bienestar que es capaz de permanecer en el tiempo¹⁰.

9 Podría ser un conjunto de conjuntos de estados, por lo que es válido dejarlo en singular.

10 Dado un $\vec{x} = (x_1, x_2, \dots, x_n)^T$ que sea el vector de estado del sistema socioecológico (por ejemplo un paisaje rural), y f una transformación continua y diferenciable (posiblemente a trozos) sobre $\vec{x}$. Cuando $\vec{x}$, se convierte en $\vec{y}$ por la transformación f , ocurre una transición. Dado un $\vec{B} = B(\vec{x}) = (B_1(x_1, x_2, \dots, x_n), \dots, B_m(x_1, x_2, \dots, x_n))^T$ que sea el vector de bienestar (una interpretación contexto-dependiente del estado del sistema socioecológico), y si esta interpretación de bienestar es una simetría bajo la transformación en el tiempo del sistema socioecológico, en la que cada uno de sus indicadores es positivo, entonces el sistema socioecológico es sostenible, es decir, existe sostenibilidad en el sistema socioecológico si se satisface:

$$\frac{d}{dt} \vec{B} = 0; B_i(x_1, x_2, \dots, x_n) > 0, i = 1, \dots, m.$$

Estas simetrías son conjuntos invariantes, como son los puntos de equilibrio, las órbitas periódicas, los toroides y los atractores extraños, lo cual demuestra la riqueza dinámica que podría tener un paisaje.

Particularmente, en este libro ha de entenderse *reconversión* como los procesos que acompañan las transformaciones de los paisajes agropecuarios, para dirigirlos a una transición hacia la sostenibilidad. Por ejemplo, puede proponerse la reconversión de los sistemas socioecológicos hacia la sostenibilidad, para señalar el paso de conjuntos de estados que no son sostenibles (a pesar de tener indicadores económicos, sociales o ambientales que por separado y para un cierto momento puedan ser deseables o convenientes) a estados que sí lo sean.

Sobre el mejoramiento continuo, la pregunta adjunta es: ¿se puede aumentar/disminuir el bienestar y hacer que ese incremento/decremento persista en el tiempo? En principio, y por medio de ejercicios de simulación, se encontró que se puede usurpar el bienestar de un paisaje para llevarlo a otro bienestar, lo que va en contra de la panarquía, es decir, de ese diálogo que debe existir entre las diferentes escalas, para que las decisiones en un nivel no afecten el sistema socioecológico en otro. Sin embargo, el usurpamiento de bienestar entre paisajes es indeseable en cualquier escala y no puede ser denominado “sostenibilidad”.

Esta discusión sobre los conceptos de reconversión y mejoramiento continuo de los sistemas socioecológicos, abordada en este libro de manera particular para los paisajes agropecuarios, permite proponer cuatro fases:

- Identificación de oportunidades para alcanzar las metas:
 - Definición de las trayectorias de cambio.
 - Determinación de la viabilidad socioecológica.
- Planificación del cambio.
- Planificación de contingencias–gestión adaptativa: la gestión se denomina “adaptativa” cuando es capaz de transformarse para atender los cambios de necesidades frente a todo tipo de perturbaciones del sistema socioecológico, en el marco de la inteligencia colectiva, para asegurarse una implementación exitosa.
- Implementación.

Referencias

- Aracil, J., & Gordillo, F. (1997). *Dinámica de sistemas*. Alianza Editorial.
- Barlas, Y. (1996). Formal aspects of model validity and validation in system dynamics. *System Dynamics Review*, 12(3), 183-210. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1727\(199623\)12:3<183::AID-SDR103>3.3.CO;2-W](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1727(199623)12:3<183::AID-SDR103>3.3.CO;2-W)
- Forrester, J. W. (1961). *Industrial dynamics*. MIT Press.
- Forrester, J. W. (1992). Policies, decisions and information sources for modeling. *European Journal of Operational Research*, 59(1), 42-63. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(92\)90006-U](https://doi.org/10.1016/0377-2217(92)90006-U)
- Makarieva, A. M., & Gorshkov, V. G. (2007). Biotic pump of atmospheric moisture as driver of the hydrological cycle on land. *Hydrology and Earth System Sciences*, 11(2), 1013-1033. <https://doi.org/10.5194/hess-11-1013-2007>
- Martín García, J. (2010). *Teoría y ejercicios prácticos de dinámica de sistemas* (3ª ed.).
- Redondo, J. M. (2018). Knowledge management for the conservation of biodiversity and the sustainability of ecosystem services. In M. Babtista Nunes, P. Isaías & P. Powell, *Proceedings of the 11th IADIS International Conference Information Systems 2018, IS 2018* (pp. 245-249). <http://www.iadisportal.org/digital-library/knowledge-management-for-the-conservation-of-biodiversity-and-the-sustainability-of-ecosystem-services>
- Redondo, J. M., Bustamante-Zamudio, C., Amador-Moncada, J., & Hernández-Manrique, O. L. (2019). Landscape sustainability analysis: Methodological approach from dynamical systems. In *Journal of Physics: Conference Series*, 1414. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1414/1/012010>
- Sterman, J. (2000). *Business dynamics-systems thinking and modeling for a complex world*. McGraw Hill.



Capítulo X

106

El indicador de la Política de Crecimiento Verde (Pcv)

Olga del Pilar Andrade Medina
Amanda Lucía Soto Agudelo

La PCV, acogida para impulsar la productividad y la competitividad económica del país, se fundamenta en el equilibrio entre la conservación y la producción. Simultáneamente, establece algunos indicadores con el fin de hacer seguimiento y monitoreo a las estrategias y acciones diseñadas para dirigir el territorio por una senda de sostenibilidad.

La política indica que el DANE deberá reportar la participación de la producción agrícola que cumpla con criterios de crecimiento verde. Esto significa medir en toneladas la producción agrícola que se ajusta a los criterios de crecimiento verde sobre la producción agrícola total nacional.

Por otra parte, los ODS definen una batería de indicadores con el fin de monitorear los avances de los países en el cumplimiento de las metas globales definidas para los sistemas de producción de alimentos. Para el caso específico del objetivo 2 (hambre cero), meta 2.4, se indica que:

De aquí a 2030, asegurar la sostenibilidad de los sistemas de producción de alimentos y aplicar prácticas agrícolas resilientes que aumenten la productividad y la producción, contribuyan al mantenimiento de los ecosistemas, fortalezcan la capacidad de adaptación al cambio climático, los fenómenos meteorológicos extremos, las sequías, las inundaciones y otros desastres, y mejoren progresivamente la calidad de la tierra y el suelo. (FAO, 2021)

Así pues, el indicador 2.4.1 se propone medir la proporción de la superficie agrícola en que se practica una agricultura productiva y sostenible. En Colombia, esta proporción se acogió como un porcentaje de la superficie agrícola cultivada siguiendo prácticas agrícolas sostenibles.

Como se ha expuesto en los capítulos previos, son diversos los postulados respecto a la construcción de un indicador sobre agricultura sostenible que señalan la necesidad de entenderlo a partir de un enfoque de desarrollo rural implementado en un territorio (paisaje) donde se combinan sistemas ecológicos, socioeconómicos y culturales, caracterizados por ser dinámicos espacial y temporalmente. Se destaca, además, que los elementos naturales, así como los servicios de los ecosistemas que hacen posible el desarrollo de los sistemas agropecuarios, son finitos, vulnerables y agotables.

En consecuencia, se requieren acciones dirigidas a la planificación y gestión que permitan desarrollar, en el enfoque de la agricultura sostenible, paisajes de uso agropecuario que garanticen la integridad socioecológica. Esto implica que los procesos de ordenamiento y uso de los recursos deben ser responsables con los sistemas presentes para posibilitar la gobernanza y apropiación

social del territorio y deben buscar la configuración de escenarios dirigidos hacia la generación de bienes y servicios agropecuarios y ecosistémicos que favorezcan la biodiversificación, el bienestar social, la rentabilidad económica, la seguridad alimentaria y la resiliencia socioecológica ante eventos extremos (climáticos, económicos, sociales, entre otros).

Desde estos postulados, el DANE ha propiciado los espacios necesarios para adelantar una discusión interinstitucional amplia con el fin de establecer aquellos elementos que deben ser considerados en la construcción de un indicador que refleje la complejidad de los sistemas socioecológicos. Estos elementos, a su vez, deben facilitar el seguimiento a las acciones adelantadas para dirigir las actividades agropecuarias hacia el mejoramiento de la productividad, el bienestar y la perspectiva sistémica.

Una vez culminado este trabajo participativo, en el cual cada entidad informó sus propias necesidades sobre el indicador, se construyó la hipótesis dinámica a partir de la cual quedaron definidas las variables del modelo y las fuentes de información. Posteriormente, el DANE definió los métodos de recolección de datos y su tratamiento estadístico para alimentar el modelo dinámico construido conjuntamente y entregar al país el indicador de agricultura sostenible, teniendo en cuenta las normas que reglamentan la producción de información estadística.

Según lo señalado, no es posible considerar una única sostenibilidad ni pensar que esta es uniforme en los paisajes. Por lo tanto, el indicador diseñado busca reflejar si la trayectoria tendencial de los componentes incluidos hace que la unidad de paisaje definida se dirija hacia la sostenibilidad.

Es posible que el indicador, por sí solo, no permita observar todo el entramado de las variables que forman parte de la complejidad del paisaje. Sin embargo, la metodología sistémica utilizada para su cálculo permitirá revisar el comportamiento de aquellos factores sobre los cuales es posible adoptar decisiones de política pública que, además, estén alineadas con decisiones y orientaciones como las siguientes:

- Mejorar la resiliencia de los paisajes agropecuarios.
- Mejorar la producción de bienes y servicios agropecuarios y ecosistémicos.
- Mejorar la disponibilidad de productos agropecuarios y la seguridad alimentaria.
- Mejorar la gobernanza en los paisajes agropecuarios.

- Fomentar la gestión adecuada de los residuos en las unidades de producción agropecuaria.
- Incentivar la eficiencia en el uso de los recursos e insumos para proteger el ambiente y los recursos naturales.

La información para algunas de las variables incluidas en el indicador proviene de la ENA. Sin embargo, de acuerdo con la hipótesis dinámica adoptada, ha sido necesario complementar esta información con aquellas que se relacionan con las propiedades y organismos presentes en los suelos del paisaje, la disponibilidad de agua, el consumo de energía, las emisiones, los vertimientos y residuos, entre otras, que se toman de diferentes investigaciones desarrolladas por entidades que forman parte del SEN.

El objetivo de la ENA es estimar el uso del suelo, el área, la producción y el rendimiento de los principales cultivos transitorios, permanentes, árboles frutales dispersos, el área en pastos y forestal, la producción de leche y el inventario pecuario en los 32 departamentos del territorio colombiano. Adicionalmente, incluye variables dirigidas a caracterizar al productor agropecuario, estimar las coberturas naturales y ahondar en algunos aspectos técnicos de la producción y la comercialización de productos.

La ENA es una encuesta por muestreo probabilístico basada en un marco dual (áreas y lista), con recolección de información mediante entrevista directa a los productores agropecuarios. En consecuencia, sus resultados están sujetos a un nivel de incertidumbre asociado al error de muestreo, especialmente al estimar los indicadores asociados a cultivos o especies pecuarias de muy poca prevalencia o que están muy focalizados.

Por esa razón, aunque durante el proceso de recolección de la información de la ENA, se pregunta por todos los cultivos al interior de la Unidad de Producción Agropecuaria (UPA)¹ y se recoge información de más de 200 productos agropecuarios, muchos de estos cuentan con una baja frecuencia o un área muy pequeña, lo que impide publicar información desagregada para estos cultivos y hace que se deban agregar en canastas por tipo de cultivo.

¹ Unidad Productora Agropecuaria (UPA): unidad económica de producción, con una gerencia claramente definida, que comprende todas las actividades agropecuarias forestales y/o pesqueras que se desarrollan en su interior, independientemente del título de propiedad, personería jurídica o tamaño de la misma (DANE, 2019).

El universo de la ENA está constituido por la zona rural del país, excluyendo las grandes superficies que no son utilizadas con fines agropecuarios y que corresponden a extensiones de bosques naturales y cuerpos de agua. Para elaborar la ENA, se cuenta con el Marco Maestro Rural y Agropecuario, actualizado a partir de la información del 3.º Censo Nacional Agropecuario. Este marco es dual y está compuesto por las unidades de explotación agropecuaria y las áreas rurales del país divididas en unidades geográficas, denominadas “conglomerados”. Estos conglomerados se conformaron agrupando, en promedio, diez UPA. Cada conglomerado contiene información geográfica y alfanumérica de las variables de interés, lo que permite su ubicación e identificación.

La muestra de las UPA seleccionadas para la ENA 2019 corresponde a más de 69 mil productores, distribuidos en 1.014 municipios del país, y los resultados de la muestra se presentan en el nivel departamental.

Para el indicador de agricultura sostenible, que se deriva de la hipótesis dinámica definida, la ENA provee información estadística relacionada con el bienestar humano, los productos de la unidad de producción, la heterogeneidad, las áreas naturales, el bienestar animal, la resiliencia y el balance energético, principalmente. Sin embargo, el nivel de desagregación que se requiere para la construcción del indicador exige definir la forma en que se va a utilizar la información estadística para la unidad de paisaje definida, así como la inclusión de nuevas variables de estudio que aporten a la estimación del indicador.

Adicionalmente, según se mencionó, es necesario revisar las fuentes de información de las demás variables incluidas en el indicador con el fin de determinar tipo de información, escala, periodicidad de actualización, nivel de desagregación, disponibilidad, entre otros aspectos, y evaluar posteriormente los mecanismos de incorporación de datos para producir el indicador nacional.

Con base en los compromisos nacionales e internacionales derivados del reporte del indicador de agricultura sostenible, es necesario, entonces, armonizar los informes para tener un solo indicador que permita presentar el estado en el que se encuentra el desarrollo agropecuario del país desde una perspectiva de sostenibilidad.

El proceso de construcción y reporte del indicador implica el desarrollo de varias etapas, definidas, fundamentalmente, por el avance en la incorporación de información proveniente de diversas fuentes. Por esta razón, es posible que inicialmente se realice su estimación con un número limitado de variables. Posteriormente, el indicador será cada vez más complejo y robusto en la medida en que sea posible incluir variables adicionales.

Referencias

Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE]. (2019). *Encuesta nacional agropecuaria (ENA): metodología*. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/agropecuario/encuesta-nacional-agropecuaria-ena>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2021). *Objetivos de Desarrollo Sostenible: meta 2.4*. <http://www.fao.org/sustainable-development-goals/indicators/241/es/>



Epílogo

El trabajo adelantado por el DANE, en conjunto con el DNP, el MADR, AGROSAVIA y el Instituto Humboldt, permitió armonizar tanto la definición de lo que se considera agricultura sostenible, como la construcción de este indicador, que recoge la complejidad de la gestión de la sostenibilidad de un paisaje agropecuario.

La metodología presentada en este libro para el análisis y reconversión de los paisajes agropecuarios a la sostenibilidad es la optada para la medición del indicador de porcentaje de toneladas de producción agrícola, lo cual cumple, de manera articulada, con los criterios de crecimiento verde contenidos en la política del Documento CONPES 3934 y con el indicador 2.4.1 del ods 2 ("Proporción de la superficie agrícola en que se practica una agricultura productiva y sostenible"). Esta metodología sistémica-dinámica refleja la complejidad de los paisajes agropecuarios mediante métodos matemáticos que permiten establecer su estado actual y su comportamiento tendencial. Métodos que permiten, no solo evidenciar el comportamiento actual de los paisajes agropecuarios del país, sino también verificar dicho comportamiento para las generaciones futuras, en escenarios sin y con transformaciones hacia la reconversión.

Mensajes centrales del libro

1. La producción y el mercado no son el fin del paisaje agropecuario, sino el medio para alcanzar su bienestar.
2. Las fuerzas de mercado no deben ser ni la causa ni el medio del deterioro del bienestar en el paisaje.

3. Los bienes y servicios de los paisajes agropecuarios provienen de la interacción compleja entre los elementos del sistema socioecológico del paisaje (biodiversidad, servicios ecosistémicos, modos y medios de vida, agua, suelo, etc.), de modo que son indicadores tanto de la funcionalidad como de la productividad del paisaje.
4. La gestión sostenible del paisaje entiende que todo está tejido de manera conjunta y, por lo tanto, la intervención sobre cualquier elemento afecta el estado y comportamiento de los demás elementos.
5. Si la interacción compleja entre los elementos del sistema socioecológico no genera la conservación necesaria, debe transformarse la estructura de sus relaciones.
6. La relación entre los diversos factores del paisaje (ambientales, económicos, administrativos, de política, sociales, etc.) afecta, de forma positiva o negativa, la disponibilidad de productos agropecuarios.
7. La disponibilidad de productos agropecuarios se refiere al tipo, cantidad, calidad y acceso en el tiempo de estos productos para el autoconsumo (humano, animal, semillas, cubierta vegetal), la transformación y la venta.
8. El consumo responsable es una de las decisiones de gobernanza que afecta la disponibilidad de productos agropecuarios.
9. Los modelos de desarrollo deben implicar oportunidades económicas basadas en lograr el bienestar integral y la conservación de estados deseables del paisaje y no en un crecimiento económico que los erosione.
10. La eficiencia es el eje de la conservación del bienestar multidimensional del paisaje e implica el incremento de las circularidades y la reducción de la contaminación.
11. El bienestar multidimensional es un estado o conjunto de estados contexto-dependientes, que ocurre cuando se suplen las necesidades vitales y funcionales de todas las formas de vida del paisaje para diferentes horizontes de tiempo.
12. Ser eficiente es producir más con el menor costo multidimensional del paisaje agropecuario, no solamente con el costo financiero y directo.

13. Se puede aumentar la eficiencia de los paisajes y su salud ecosistémica, aumentando la circularidad de los residuos orgánicos y de los materiales posconsumo, pero esto depende de la fortaleza socioecológica.
14. La toma de decisiones en el paisaje debe estar guiada por los preceptos de bienestar, productividad y perspectiva sistémica, en el marco del mantenimiento de la función ecológica de la propiedad.
15. Se deben generar transformaciones cuando el paisaje no es sostenible y se debe garantizar su resiliencia cuando ya lo es.
16. Cuando el paisaje asimila la(s) perturbación(es) y regresa al estado inicial o a uno cualitativamente similar, se dice que el sistema es resiliente.
17. El cambio climático es una perturbación o disturbio que afecta la identidad de los paisajes de acuerdo con su condición de resiliencia, y que demanda, necesariamente, procesos de mitigación y adaptación.
18. La gobernanza del paisaje es una condición necesaria para promover transformaciones hacia estados deseables de sostenibilidad de los paisajes y debe ser integral, inclusiva, equitativa, eficiente e innovadora.
19. Existen diversos modelos para gestionar la gobernanza que responden a las necesidades, oportunidades y dinámicas del paisaje.

Clarita Bustamante-Zamudio



Esta obra responde a la necesidad de divulgar una forma de entender y analizar la sostenibilidad de los paisajes que incluya todas las categorías de usos agropecuarios, con el objetivo de que tenga un marco institucional propio. La concepción de sostenibilidad desarrollada en este libro se deriva de una construcción conceptual y metodológica, generada de manera concertada con instituciones de carácter nacional comprometidas con el desarrollo sostenible rural de Colombia.