



7

Sector agropecuario

Miguel Ángel Taboada (Argentina), Mercedes Busto (Argentina),
Alejandro Oscar Costantini (Argentina), Andrea Maggio (Argentina),
Adriano Perin (Brasil), Marcio Sampaio Pimentel (Brasil),
Marta Andrea Alfaro (Chile), Diego Pons Ganddini (Guatemala),
Alejandro Ismael Monterroso Rivas (México)
y Ana María Loboguerrero (Colombia).

Se recomienda citar este texto como:

Taboada, M.A., M. Busto, A.O. Costantini, A. Maggio, A. Perin, M.S. Pimentel, M.A. Alfaro, D. Pons Ganddini, A.I. Monterroso Rivas y A.M. Loboguerrero, 2020: Sector Agropecuario. En: *Adaptación frente a los riesgos del cambio climático en los países iberoamericanos - Informe RIOCCADAPT* [Moreno, J.M., C. Laguna-Defior, V. Barros, E. Calvo Buendía, J.A. Marengo y U. Oswald Spring (eds.)]. McGraw-Hill, Madrid, España (pp. 237-290, ISBN: 9788448621643).

... CONTENIDO

Resumen ejecutivo	240
7.1. Introducción.....	241
7.1.1. Marco conceptual del capítulo.....	241
7.1.2. Principales cifras del sector o sistema.....	241
7.1.3. Relación del sector o sistema con el clima y el cambio climático. Tipos de agricultura y conflictos en América Central, Caribe, Sudamérica y la Península Ibérica.....	242
7.1.3.1. Descripción y tensiones existentes.....	242
7.1.3.2. Descripción del sector de agricultura y ganadería en la Península Ibérica.....	243
7.1.4. Revisión de informes previos.....	243
7.2. Componentes del riesgo en relación con el sector o sistema	244
7.2.1. Amenazas.....	244
7.2.2. Exposición.....	244
7.2.3. Vulnerabilidad.....	244
7.3. Caracterización de los riesgos y sus impactos	245
7.4. Medidas de adaptación	247
7.4.1. Opciones de adaptación.....	247
7.4.1.1. Estructurales o físicas.....	247
7.4.1.2. Sociales.....	248
7.4.1.3. Institucionales.....	248
7.4.2. Acciones de adaptación en el sector agropecuario (por regiones).....	249
7.4.3. Actividades de adaptación planificada.....	249
7.4.4. Actividades de adaptación autónoma.....	253
7.5. Barreras, oportunidades e interacciones.....	257
7.5.1. Mitigación.....	257
7.5.2. Prevención de la degradación de la tierra	259
7.5.3. Biodiversidad y servicios ecosistémicos.....	259
7.5.4. Seguridad alimentaria.....	259
7.5.5. Salud.....	259
7.5.6. Reducción de la pobreza.....	260
7.5.7. Provisión de agua.....	260
7.5.8. Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de Naciones Unidas.....	260
7.5.9. Prioridades del Marco de Sendai.....	260
7.6. Medidas o indicadores de la efectividad de la adaptación	260
7.7. Casos de estudio.....	261
7.7.1. Análisis comparativo de los avances en la frontera agropecuaria sucedidos en la Argentina y en Brasil	261
7.7.1.1. Resumen del caso.....	261
7.7.1.2. Introducción a la problemática del caso.....	261
7.7.1.3. Descripción del caso.....	261
7.7.1.4. Limitaciones e interacciones	263
7.7.1.5. Lecciones identificadas.....	264
7.7.2. Selección de germoplasma adaptado de banana en el Nordeste de la Argentina	264
7.7.2.1. Resumen del caso.....	264
7.7.2.2. Introducción a la problemática del caso.....	265

7.7.2.3. Descripción del caso.....	265
7.7.2.4. Limitaciones e interacciones	265
7.7.2.5. Lecciones identificadas.....	266
7.7.3. Selección de plantas matrices de café tolerantes a la roya en Perú.....	266
7.7.3.1. Resumen del caso	266
7.7.3.2. Introducción a la problemática del caso.....	266
7.7.3.3. Descripción del caso.....	266
7.7.3.4. Limitaciones e interacciones	267
7.7.3.5. Lecciones identificadas.....	267
7.7.4. Diversificación de cafetales con aguacate en México	268
7.7.4.1. Resumen del caso	268
7.7.4.2. Introducción a la problemática del caso.....	268
7.7.4.3. Descripción del caso.....	269
7.7.4.4. Limitaciones e interacciones	269
7.7.4.5. Lecciones identificadas.....	269
7.7.5. Cambio en fecha de siembra para el aprovechamiento de la humedad en el centro de México.....	270
7.7.5.1. Resumen del caso	270
7.7.5.2. Introducción a la problemática del caso.....	270
7.7.5.3. Descripción del caso.....	270
7.7.5.4. Limitaciones e interacciones	271
7.7.5.5. Lecciones identificadas.....	271
7.7.6. Promoviendo la agricultura sostenible adaptada al clima en Centroamérica y Caribe y el oeste de Sudamérica	271
7.7.6.1. Resumen de los casos.....	271
7.7.6.2. Introducción a la problemática de los casos	272
7.7.6.3. Descripción de los casos	272
7.7.6.4. Limitaciones	273
7.7.6.5. Interacciones y cobeneficios	273
7.7.6.6. Lecciones identificadas.....	274
7.7.7. Uso eficiente de agua en el cultivo de arroz en Colombia	275
7.7.7.1. Resumen del caso	275
7.7.7.2. Introducción a la problemática del caso.....	275
7.7.7.3. Descripción del caso.....	275
7.7.7.4. Limitaciones e interacciones	276
7.7.7.5. Lecciones identificadas.....	276
7.8. Principales lagunas de conocimiento y líneas de actuación prioritarias.....	276
7.9. Conclusiones	277
Preguntas frecuentes	278
Agradecimientos.....	279
Bibliografía.....	279
Anexo del Capítulo 7	286

Resumen ejecutivo

En los países RIOCC se observa una marcada heterogeneidad en lo que respecta al sector agropecuario y al tipo de medidas de adaptación posibles. Mientras que en algunos países la población desarrolla una agricultura de pequeña escala, muy dependiente del clima, en otros existe una agricultura tecnificada enfocada a la exportación. En la mayor parte de los países latinoamericanos y del Caribe existe una mediana a elevada proporción de población rural que desarrolla un tipo de agricultura de pequeña escala con escasa conexión con los mercados internacionales, donde se desarrolla una agricultura familiar y campesina, a menudo de subsistencia y con uso de prácticas ancestrales, aunque también existe desarrollo capitalista en huertas familiares. Por el contrario, aquellos países con menor población rural y mayor extensión de tierra (p. ej., Argentina, Brasil y Paraguay) tienen además una actividad agropecuaria de tipo empresarial con mayores escalas con un fuerte enfoque en los saldos exportables.

Las principales amenazas climáticas surgen de la ocurrencia de estreses térmicos e hídricos para cultivos y ganado, pérdidas de cultivos y hacienda por los procesos erosivos, sequías e inundaciones y la mayor diseminación de plagas y enfermedades. No obstante, en algunas regiones también surgen nuevas oportunidades por el incremento de precipitaciones, cambios en su estacionalidad y por la posibilidad de explotar nuevas variedades (megatérmicas o tropicales) en zonas donde no había sido habitual hacerlo. El nivel de exposición a las amenazas planteadas es muy variable en función principalmente del nivel socioeconómico de la población afectada, la rigidez o flexibilidad relativa con que pueden variar sus sistemas productivos o adoptar tecnología, y la posibilidad de asistencia o disponibilidad de dicha tecnología.

Algunos ejemplos de acciones de adaptación al cambio climático incluyen:

- **Medidas protectoras.** Se incluye la construcción de represas de contención de deslizamientos y prevención de erosión y aludes por deslizamientos, la restauración de ecosistemas y mejoras en la captación del agua.
- **Agricultura climáticamente inteligente (ACI).** En varios países de la región se ha implementado en los últimos años la denominada agricultura climáticamente inteligente. La ACI se basa en tres pilares fundamentales: incrementar de forma sostenible la productividad y los ingresos agrícolas; adaptar y desarrollar resiliencia al cambio climático, y reducir o eliminar las emisiones de gases de efecto invernadero.
- **Sistemas de alerta temprana climática.** Se encuentran entre las medidas de tipo planificado más usuales como forma de generar medidas preventivas frente a eventos climáticos extremos, del tipo de granizadas, heladas tempranas o tardías, olas de calor o sequías prolongadas.

- **Cambios de zonas de siembra.** Cambios o avances de la agricultura hacia zonas marginales suelen ser respuestas de tipo autónomo por parte de los agricultores. Sirven de ejemplo el avance de la frontera agropecuaria hacia el oeste y norte en la Argentina (en respuesta a cambios en la distribución de lluvias) y los desplazamientos de zonas de siembra de caficultores hacia tierras de cotas más altas en áreas montañosas (buscando eludir los aumentos de temperatura y las plagas).
- **Cambio de variedades y traslado de cultivos.** En la Península Ibérica, conviene destacar la existencia de diversas iniciativas a nivel nacional para el trabajo científico en red y el intercambio de información en materia de cambio climático y agricultura en España, la plataforma AdapteC-Ca y la red REMEDIA (Medina Martín, 2016). A modo de ejemplo, en respuesta a escenarios de riesgo climático para los viñedos, se proponen desde medidas simples, como cambiar el manejo de los suelos con coberturas verdes y de paja y la conducción de los viñedos en sistema de vasos, a medidas más complejas y onerosas, como el traslado de zonas de vid a mayores altitudes o el cambio de variedades.
- **Siembra directa.** En la agricultura a gran escala la adopción de la tecnología de manejo de suelos con siembra directa contribuyó a un trabajo en escala económicamente rentable y a la posibilidad de plantar cultivos como maíz y soja en áreas climáticamente más vulnerables.
- **Mejora de pastos y razas de ganado.** Con respecto a la ganadería, las opciones tecnológicas de adaptación pasan por mejorar la calidad del forraje con variedades adaptadas a sequía y razas de ganado de mayor rusticidad en países con ganadería en pastoreo, como Nicaragua, Costa Rica y México.

Aunque existen medidas con claros cobeneficios con la mitigación o conservación del suelo, otras conllevan efectos adversos. Existen muchas medidas de adaptación que exhiben claros cobeneficios con la mitigación de cambio climático o con la prevención de la degradación de tierras y de desertificación, tal como se ha mostrado en el reciente Informe de Cambio Climático y Tierra del IPCC (IPCC, 2019). Ello sucede a menudo porque estas medidas protegen los suelos, incrementando sus almacenes de carbono o disminuyendo sus tasas de erosión. Otras medidas de adaptación no van en este sentido y generan efectos adversos importantes. Un ejemplo manifiesto son los cambios de uso del suelo por avances en las zonas de cultivo que generaron pérdidas de biodiversidad y almacenes de carbono en pastizales y bosques, nuevas plagas y enfermedades o resistencia de las mismas, y desequilibrios hidrológicos importantes. Si no se presta debida atención a estos efectos adversos, los impactos negativos pueden exceder los eventuales beneficios buscados, y en algunos casos hasta aparentemente obtenidos.

7.1. Introducción

7.1.1. Marco conceptual del capítulo

Los países de la RIOCC presentan una marcada heterogeneidad en cuanto a las amenazas de origen climático que afectan al sector agropecuario. Esta heterogeneidad puede ser clasificada en tres ejes o sectores: a) los riesgos de exposición a daños o deterioros por cambio climático; b) las vulnerabilidades que afectan a las poblaciones y los ecosistemas, y c) las oportunidades que puede brindar el cambio climático. Este marco conceptual es descrito sucintamente en la **Figura 7.1.**

- Riesgos:** se incluyen aquí aquellas consecuencias negativas que los cambios del clima operan o pueden operar sobre cultivos y animales de producción. El cambio más notorio es el aumento de las temperaturas medias y de los mínimos diarios (noches más cálidas), aunque también pueden esperarse eventos extremos, como olas de calor, menor cantidad de días con heladas, sequías y excesos hídricos en forma de tormentas y granizadas.
- Vulnerabilidades:** se incluye aquí un listado de factores que pueden incrementar o agravar la magnitud de los daños y disminuir la capacidad de resiliencia en este momento, como por ejemplo, los altos índices de pobre-

za, la desaparición de bosques y pastizales, y la pobre institucionalidad de algunos países que lleva a la falta de marcos regulatorios o de cumplimiento efectivo de la ley.

- Oportunidades:** aun cuando la mayoría de los cambios del clima son negativos, existen algunos casos de cambios que pueden favorecer las producciones agropecuarias. Algunos ejemplos son la tropicalización de regiones, que permiten el cultivo con especies megatérmicas, o el aumento de las lluvias, que bajo ciertas circunstancias puede permitir el desplazamiento o aumento de las áreas de cultivo.

7.1.2. Principales cifras del sector o sistema

Según surge de las estadísticas de FAO (FAOSTAT, 2019), el conjunto de países que integran el estudio presenta importantes diferencias en sus indicadores de desarrollo social y del sector rural (**Tabla 7.1**). La cantidad de habitantes que viven en el sector rural (fuera de centros urbanos) alcanza casi 130 millones de personas. Los dos países con mayor cantidad de población rural son Brasil y México. Tomado como porcentaje de la población total, ocho países exhiben una fuerte ruralidad (> 30 % de la población), mientras que Uruguay y Argentina tienen menos de un 10 % de población rural.

Las acciones que se implementan son muy diversas, en función de la heterogeneidad de regiones, proporción de población rural y niveles de pobreza (**Tabla 7.1**) y tipos de agricultura. La región desempeña un rol principal como productora de alimentos en cultivos como trigo, maíz, soja, arroz, café, cacao, frutales de estación, entre otros, que en gran parte son exportados a mercados de ultramar. Este tipo de actividad es desempeñado fundamentalmente por empresas de diverso formato, tanto multinacionales como de tipo familiar, pero que básicamente destacan por la escala en la que trabajan, la aplicación de tecnología, el acceso a la información de mercados y la posibilidad de integración en cadenas de valor.

El uso de la tierra rural en los países RIOCC se subdivide en destino agrícola y ganadero (más de 78 millones de hectáreas), forestal (43 millones de hectáreas) y otros usos (31,4 millones de hectáreas). Tres países del conjunto de la RIOCC (Brasil, Argentina y México) concentran el 68,8 % de las tierras agrícolas. Estas tierras se destinan mayormente (72,5 %) a la producción de forraje para el ganado (pastizales y pasturas). El



MEDIDAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

Figura 7.1. Marco conceptual que describe los riesgos, vulnerabilidades y oportunidades del sector agropecuario en el contexto de cambio climático para los países RIOCC.
Fuente: elaboración propia.

Tabla 7.1. Información descriptiva de los sectores rurales de los países RIOCC. Fuente: FAOSTAT (2019).

Continente/región	País	Población rural		Uso del suelo (ha x 1.000)			Área agrícola (ha x 1.000)		
		Habitantes x 1.000	% Total	Agricultura	Bosques	Otros	Agricultura	Cultivos perennes	Pastizales y pasturas
América del Norte	México	3.633	8,2 %	14.870	2.741	9.676	40.200	1.000	108.500
	Costa Rica	3.429	30,2 %	3.770	6.009	1.536	4.488	247	33.000
Centroamérica y Caribe	Cuba	28.321	13,5 %	28.259	494	5.069	63.366	7.982	172.553
	República Dominicana	2.263	12,1 %	1.579	1.774	4.083	1.732	450	14.015
	El Salvador	9.508	19,1 %	4.467	5.850	778	3.819	2.038	40.873
	Guatemala	6.101	35,8 %	579	1.255	650	2.454	1.431	3.126
	Honduras	2.649	39,8 %	2.189	1.532	252	4.949	85	17.000
	Nicaragua	7.192	20,5 %	2.433	7.397	2.970	4.867	1.379	18.800
	Panamá	162	4,7 %	1.445	185	121	2.469	39	12.000
Sudamérica	Argentina	3.819	13,2 %	2.160	4.668	1.992	3.300	700	18.200
	Bolivia	1.023	20,5 %	181	276	54	570	319	1.200
	Brasil	2.638	23,3 %	624	320	96	3.559	653	2.741
	Chile	2.060	19,4 %	235	192	56	1.155	355	1.157
	Colombia	1.794	28,0 %	160	27	21	932	210	637
	Ecuador	8.441	48,9 %	379	354	338	2.045	1.183	1.811
	Paraguay	4.040	42,1 %	324	459	336	1.720	700	1.760
	Perú	25.948	20,4 %	10.671	6.604	2.165	26.574	2.669	80.390
	Uruguay	2.606	40,3 %	507	311	386	1.790	286	3.275
	Venezuela	1.344	32,2 %	226	462	56	750	185	1.509
Península Ibérica	Andorra	9	11,9 %	19	16	12	1		18
	España	9.130	20,0 %	26.296	18.418	5.241	16.986	4.731	9.310
	Portugal	3.580	35,4 %	3.585	3.182	2.376	1.709	768	1.876
Totales		129.691		43.078	31.479	18.796	189.435	56.587	250.259.220

conjunto de países produce en total 250,8 millones de toneladas de cereales y oleaginosas, de los cuales cuatro países (Brasil, Argentina, México y España) producen el 84 %.

7.1.3. Relación del sector o sistema con el clima y el cambio climático. Tipos de agricultura y conflictos en América Central, Caribe, Sudamérica y la Península Ibérica

7.1.3.1. Descripción y tensiones existentes

Dada la diversidad de situaciones que imperan en los países participantes y según surge de los indicadores que se muestran en la **Tabla 7.1**, no resulta sencillo brindar una caracterización de los tipos de agricultura que se llevan a

cabo. Por otra parte, lejos de ser un sector estático, el sector agropecuario ha sufrido fuertes transformaciones desde la segunda mitad del siglo pasado, y probablemente esas transformaciones aún no han finalizado.

En el caso de los países centroamericanos y sudamericanos, existe una tensión creciente entre modelos productivos de tipo empresarial orientados a la exportación de productos con escasa transformación (p. ej., café, soja, cacao, carne vacuna, etc.), y cuya comercialización responde a fuerzas de mercado, y otros modelos que defienden otro tipo de ruralidad, a veces de subsistencia, a veces también con una mayor diversificación de productos, más basada en unidades de producción familiares, la agroecología y en movimientos campesinos, en los cuales la mujer toma un rol importante en el manejo de las fincas (Kay, 2006; Segrelles Serrano, 2007; Grau y Aide, 2008; Schejtman, 2008; Altieri y Nicholls, 2017). Estas tensiones despiertan fuertes controversias de tipo social y político en cuanto a modelos de desarrollo, etnicidad, exclusión social, conflictos urbanos y rurales, traba-

jo rural, etc. En particular, la agricultura de tipo campesina defiende valores, como la seguridad en la tenencia de la tierra y la soberanía alimentaria, sobre la base de conocimientos locales y tradicionales (Mastrangelo et ál., 2014).

La agricultura familiar abastece la mayor parte de los alimentos consumidos por la población de Latinoamérica, representa la mayor captación de mano de obra y permite la seguridad y soberanía alimentaria de las poblaciones (Schejtmann, 2008; Nogueira et ál., 2017). Todos estos tipos de producción se encuentran afectados por el cambio climático, a veces favorecidos y otros perjudicados (Rever et ál., 2017).

Entre las tensiones internacionales, los países de Centroamérica y el Caribe y de Sudamérica suelen estar enfrentados en sus mercados domésticos a los productores agropecuarios europeos, debido a que pueden ofrecer sus productos a bajos precios, a la misma vez que los productos agrícolas de ALC enfrentan mayores limitantes para acceder a los mercados europeos debido a la aplicación de nuevas regulaciones en materia ambiental (Villalobos et ál., 2015).

7.1.3.2. Descripción del sector de agricultura y ganadería en la Península Ibérica

En la Península Ibérica se encuentran tres países (Andorra, España y Portugal) con diferencias importantes en cuanto a superficie, población y características del sector agrario. Se considera que la proporción de población rural de España está en descenso, con riesgo de vaciamiento poblacional en algunas regiones. En la Península, la vegetación natural, mayormente de bosque mediterráneo (Walter, 1994), ha sido profundamente transformada por la acción antrópica, hecho que también puede explicarse por la elevada densidad poblacional, sobre todo si se compara con amplios sectores de América del Sur. El área en la actualidad tiene un aprovechamiento básicamente agroganadero, aunque en la región también se presenta la mayor superficie dedicada a la actividad forestal.

En toda la franja costera del Mediterráneo hay una fuerte presencia de la actividad frutícola y vitivinícola, esta, más extendida en el interior (p. ej., La Rioja, Castilla-La Mancha). Se han producido importantes transformaciones en los últimos 30 años a raíz de la política agraria implementada por la Política Agraria Común de la Unión Europea, dando como resultado el abandono de tierras vulnerables, forestación y aumento de producciones intensivas bajo riego y en invernáculo (Fernández Nogueira y Corbelle Rico, 2017). Por otro lado, existen métodos tradicionales de producción agropecuaria, algunos de gran importancia en extensión, como son las dehesas y montados en el oeste peninsular. Estas explotaciones son principalmente ganaderas y tienen el valor de que, cuando se abandonan, su regeneración da lugar a su matorralización y ulterior bosque de quercíneas (Domínguez et ál., 2018).

7.1.4. Revisión de informes previos

La información referida a América Central y Sudamérica surge del Capítulo 27 del 5.º Informe de Cambio Climático de IPCC (Magrin et ál., 2014). Otro antecedente relevante procede de un estudio de la Comisión Económica para Latinoamérica y el Caribe (CEPAL) en la región elaborado por la misma autora, que en alguna medida toma información del Informe de Cambio Climático de IPCC (Magrin, 2015). En estos informes ya se alertaba de que, como consecuencia de tendencias significativas en las precipitaciones y las temperaturas observadas en la región y el aumento de eventos extremos (p. ej., sequías e inundaciones), ha habido cambios en los caudales de los principales cursos de agua, afectando a regiones ya de por sí vulnerables. Los cambios de uso del suelo, en especial la deforestación de selvas tropicales, bosques y montes naturales, contribuyeron significativamente a la degradación ambiental, exacerbando los efectos negativos del cambio climático. Esta conversión de ecosistemas naturales generó pérdidas de biodiversidad y fue factor de cambio climático en la región, fundamentalmente por variaciones en los flujos de agua y térmicos entre el suelo y la atmósfera.

Aun cuando ha habido mejoras en las condiciones socioeconómicas de los países de la región en el siglo actual, todavía persisten poblaciones rurales bajo riesgo por los impactos del cambio climático. Se espera que los cambios en la productividad agrícola con consecuencias para la seguridad alimentaria asociados con los cambios en el clima exhiban gran variabilidad espacial, según la cual una gran parte de las planicies de la región podrán ver aumentar su productividad hacia la mitad del siglo por mayores lluvias. En cambio, la disminución de las lluvias puede afectar negativamente a la producción de cultivos en gran parte de América Central, Nordeste de Brasil y la costa del Pacífico.

Dado los presentes problemas de bienestar humano, en muchos países de la región un primer paso hacia la adaptación a los cambios climáticos futuros es reducir la vulnerabilidad al clima actual. Las medidas de adaptación del sector agropecuario difieren según las regiones y los tipos de agricultura. Por ejemplo, en países donde se practica agricultura comercial de grandes extensiones (como Brasil, Argentina y Paraguay), los avances genéticos, un manejo adecuado del suelo, tecnología de acceso y gestión del agua y modelos alternativos de producción pueden inducir un aumento en el rendimiento de algunos cultivos. El manejo y la gestión del agua son críticos en regiones y países en los cuales impera la aridez o donde las predicciones sobre cambio climático proyectan déficits hídricos más frecuentes o intensos (Perú, Chile y Nordeste de Brasil), por ejemplo, a través de sistemas más eficientes de riego o de captación y almacenamiento de agua, o de prácticas conservacionistas que incrementen la eficiencia de uso de agua. Es necesario adecuar los costos de aprovisionamiento de agua. También abrir paso

a la toma de decisiones consensuadas y cambiar algunos esquemas de distribución de agua en distritos de riego según su volumen. En países productores de café (Brasil, Costa Rica, Colombia, Nicaragua y otros), las estrategias de adaptación para el cultivo incluyen la siembra a altas densidades, el suelo con vegetación, programas precisos de riego y reproducción, y el sistema de manejo de sombreado (arborización).

Existen ejemplos importantes de adaptación autónoma en la región, como el desplazamiento de áreas de siembra de cultivos por cambios en el régimen de lluvias operado por los productores en la Argentina, o cambios en las prácticas de cultivo por productores andinos peruanos y bolivianos. Los sistemas de producción orgánica o basados en la agroecología podrían mejorar la capacidad de adaptación como resultado de la aplicación de las habilidades tradicionales y el conocimiento de los agricultores, las técnicas de (re)construcción de la fertilidad del suelo y un alto grado de diversidad.

El conocimiento local e indígena tiene el potencial de brindar soluciones frente a las cambiantes condiciones climáticas, aunque la migración, el cambio climático y la integración del mercado están reduciendo la capacidad autónoma para tratar con el clima y el riesgo climático, no solo por una menor diversificación de cultivos, sino también por pérdida de tradiciones transmitidas a través de las generaciones. Por ejemplo, la diversificación de cultivos que se usa en los Andes peruanos para suprimir explosiones de plagas y amortiguar la transmisión de patógenos.

En lo que respecta a la Península Ibérica, los antecedentes del 5.º Informe de Cambio Climático de IPCC deben buscarse en el Capítulo 23, referido a Europa, poniendo especial atención a todo lo que se refiere al sur de Europa (Kovats *et ál.*, 2014). Se espera que el cambio climático (descenso en precipitaciones, aumento de eventos extremos) limite la actividad económica agropecuaria en el sur de Europa más que en otras subregiones y puede aumentar la disparidad intrarregional futura. Este cambio del clima es probable que genere descensos de rendimientos de cultivos y en la producción lechera, así como cambios en la distribución geográfica de las variedades de uva de vinificación, con reducción del valor de los productos de vino y los medios de vida de las comunidades vitivinícolas locales. La capacidad de adaptación en Europa es alta en comparación con otras regiones del mundo, pero existen diferencias importantes en los impactos y en la capacidad de respuesta entre las subregiones europeas y dentro de ellas.

El Banco Mundial estima que los costos de adaptación en agricultura, recursos hídricos, infraestructura, zonas costeras, salud pública, eventos climáticos extremos y pesca serán inferiores al 0,3 % del PIB de la región de Latinoamérica, es decir, que oscilarán entre los 16.800 y los 21.500 millones de dólares al año hasta 2050 (Banco Mundial, 2010).

7.2. Componentes del riesgo en relación con el sector o sistema

7.2.1. Amenazas

Como fue manifestado en los capítulos regionales del 5.º Informe de Cambio Climático de IPCC, los aumentos de temperatura, en especial las mínimas diarias y la falta de refresco nocturno, serán generalizados en la mayor parte de los países de la RIOCC en escenarios de altas emisiones. En Iberoamérica, se espera que los cambios en la productividad agrícola asociados con los cambios en el clima exhiban gran variabilidad espacial. Una gran parte de las planicies de la región podrán ver aumentar su productividad hacia la mitad del siglo debido a mayores lluvias. En cambio, la disminución de las lluvias puede afectar negativamente a la producción de cultivos en gran parte de América Central, Nordeste de Brasil y costa del Pacífico (Magrin *et ál.*, 2014; Magrin, 2015). En la Península Ibérica, se espera que el cambio climático (aumento de las temperaturas, descenso de precipitaciones, y aumento de eventos extremos como olas de calor, sequías, etc.) limite la actividad económica agropecuaria más que en otras subregiones (Kovats *et ál.*, 2014). Esto resulta en la ocurrencia de riesgos para las producciones de alimentos (**Figura 7.2**). Como se describe allí, las principales amenazas surgen de la ocurrencia de estrés térmicos e hídricos para cultivos y ganado doméstico, pérdidas de cultivos y hacienda por los procesos erosivos, sequías e inundaciones y la mayor diseminación de plagas y enfermedades. No obstante, en algunas regiones se brindan oportunidades por mayores lluvias, cambios en su estacionalidad y por la posibilidad de introducir cultivos con especies megatérmicas o tropicales.

7.2.2. Exposición

El nivel de exposición a las amenazas planteadas es muy variable en función, principalmente, del nivel socioeconómico de la población afectada, la rigidez o flexibilidad relativa con que pueden variar sus sistemas productivos o adoptar nuevas tecnologías, y la posibilidad de asistencia o disponibilidad de dichas tecnologías, como por ejemplo, los sistemas de pronóstico climático o de respuesta anticipada, o el acceso a nuevas variedades resistentes a plagas o estreses. En países con menor desarrollo es clave la fortaleza de los sistemas de asistencia técnica y de extensión.

7.2.3. Vulnerabilidad

La vulnerabilidad es la incapacidad de resistencia cuando se presenta un fenómeno amenazante o la incapacidad para

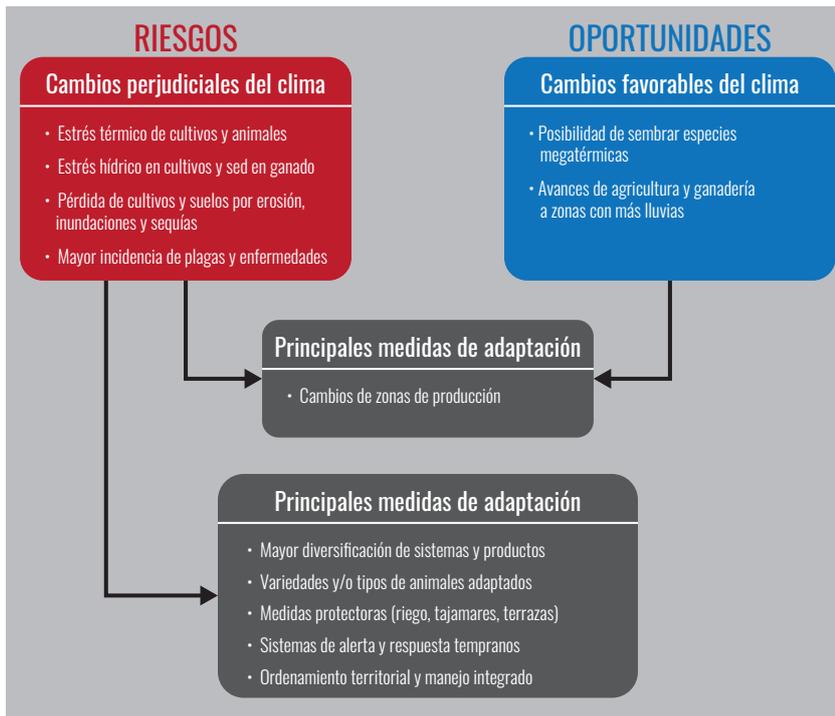


Figura 7.2. Marco conceptual que describe los riesgos, oportunidades y principales medidas de adaptación que pueden implementarse en el sector agropecuario de los países de la RIOCC. Fuente: elaboración propia.

la agricultura empresarial, que responde a fuerzas del mercado, y la agricultura campesina. Estos conflictos derivan, por un lado, en la valorización mercantil de zonas/territorios otrora marginales y, por el otro, por la precariedad en la tenencia de la tierra de las poblaciones campesinas.

Desde el punto de vista de la implementación de políticas, es importante brindar a todos los agricultores información que los ayude a adaptarse al cambio climático, utilizando las prácticas y las tecnologías agrícolas adecuadas. En Chile, un estudio de Roco et al. (2015) mostró la importancia de la educación y el acceso a la información meteorológica para la percepción del cambio climático: los productores más jóvenes, con mayor formación académica, y aquellos que son propietarios de sus tierras tienden a tener una percepción más clara del cambio climático que los agricultores mayores, con bajo nivel de escolarización o arrendatarios. En países productores de café (Brasil, Costa Rica, Colombia, Nicaragua y otros) las estrategias de adaptación para el cultivo incluyen plantaciones de altas densidades, el suelo con vegetación, programas precisos de

reponerse después de que ha ocurrido un desastre. También puede definirse como el riesgo que una persona, sistema u objeto puede sufrir frente a peligros inminentes, ya sean desastres naturales, desigualdades económicas, políticas, sociales o culturales. Por ejemplo, las personas que producen o viven en la planicie son más vulnerables ante las inundaciones que las que viven en lugares más altos. Según el IPCC (2014), vulnerabilidad se define como el grado al cual un sistema es susceptible e incapaz de hacer frente a los efectos adversos del cambio climático, incluyendo la variabilidad climática y los extremos.

Teniendo en cuenta lo expuesto, la vulnerabilidad de las producciones agropecuarias en países de la RIOCC está determinada por los lugares donde se asientan las producciones y la capacidad de variar esos lugares, el acceso a recursos tecnológicos que permitan anticipar respuestas o responder a eventos extremos, como por ejemplo, el acceso al riego o sistemas de pronóstico climático, y finalmente la capacidad económica para afrontar inversiones. No obstante, son las poblaciones rurales pobres las que presentan mayor vulnerabilidad a los impactos de cambio climático por estar en sitios de riesgo (p. ej., laderas de montaña, ambientes anegables, etc.) o por poseer menor capacidad para responder a eventos extremos del clima (p. ej., fuertes tormentas, sequías, incendios, inundaciones, huracanes, etc.). A menudo, y en muchos frentes de avance de la frontera agropecuaria, existen focos de conflicto entre

riego y reproducción, y el sistema de manejo de sombreado (arborización) (Rapidel et al., 2015).

El rol de la mujer en el ámbito agropecuario es un tema transversal que afecta a todos los tipos de agricultura. Aun cuando tienen un rol principal en las tareas rurales, las mujeres son solo una cuarta parte de los propietarios de la tierra en América Latina (Tafur et al., 2015a; b). Por ejemplo, en Cuba son responsables de casi la mitad (46 %) de las tareas rurales (Martínez Montenegro y Baeza Leiva, 2017). En los medios donde se desempeñan, el efecto transformador es muy profundo. El hecho de ser empresaria o de trabajar en una actividad muy masculinizada es una transgresión de los estereotipos de género y, por lo tanto, es un factor de cambio porque genera un referente que podrá ser imitado por otras mujeres (Porto Castro et al., 2015). En algunos países, como es el caso de México, el campo en el sector rural (social-campesino) está predominantemente liderado por mujeres, ya que los jóvenes han emigrado.

7.3. Caracterización de los riesgos y sus impactos

En la **Figura 7.3** se analizan brevemente los principales riesgos del sector agropecuario operados por eventos climáti-

cos (anteriormente ya presentados en la **Figura 7.2**), que a grandes rasgos son los siguientes: estrés térmico en cultivos y animales; estrés hídrico en cultivos y falta de agua para

animales; mayor incidencia de plagas y enfermedades; y pérdida de suelos y estructuras por procesos erosivos y de deslizamientos.

Principales riesgos identificados	Factor climático determinante	Importancia	Urgencia	Extensión (regiones más afectadas)
Riesgo de estrés térmico de cultivos y animales por aumentos de temperaturas medias y mínimas diarias (menor enfriamiento nocturno) y olas de calor con inviernos más cortos y cálidos y menor cantidad de días con heladas		●	●	
Riesgo de estrés hídrico en cultivos y sed en el ganado: la disminución de las lluvias y los aumentos de días continuados sin lluvias, a lo cual se suma la competencia con otros usos, genera restricciones en la disponibilidad de agua para el riego y para la bebida animal		●	●	
Riesgo de pérdida de cultivos y de suelos por erosión e inundaciones: los eventos extremos de tormentas e inundaciones, a menudo asociados también a cambios de uso del suelo, pueden afectar a cultivos y producir pérdidas de suelos por aludes, inundaciones y salinización		●	●	
Riesgo de mayor incidencia de plagas y enfermedades. La tropicalización del clima favorece la incidencia de plagas (enfermedades, insectos, malezas), a menudo de difícil control, pues desarrollan mecanismos de resistencia		●	●	
Riesgo de agotamiento de agua para regadío por disminución de precipitaciones o nieve		●	●	
Riesgo de pérdida de caudales en los ríos de las zonas andinas o de montaña por disminución de precipitaciones líquidas o de nieve, lo que disminuye el caudal de agua por deshielo		●	●	

Factor climático determinante:

- Aumento de la temperatura
- Sequía
- Aumento de la precipitación
- Disminución de la precipitación
- Temperaturas extremas
- Tormentas intensas y huracanes
- Inundación
- Subida del nivel del mar
- Acidificación del océano
- Cambios en la estacionalidad
- Fertilización por CO₂

Importancia. Se asignó uno de los siguientes niveles: ● poco importante, ● importante y ● muy importante en términos de la significación de sus impactos en los sistemas naturales o humanos, incluyendo el número de personas afectadas.

Urgencia. Se asignó uno de los tres niveles siguientes: ● inminente (que puede estar ocurriendo u ocurrir en cualquier momento), ● a medio plazo (que se espera que ocurra de aquí a mediados de siglo o cuando se exceda 1,5 °C), ● a largo plazo (que se espera que ocurra después de mediados de siglo o cuando se exceda de 2 °C de calentamiento).

Extensión:



Figura 7.3. Principales riesgos identificados en el ámbito de los recursos agropecuarios. Fuente: elaboración propia.

En las últimas décadas, numerosos desastres naturales relacionados con el impacto de fenómenos naturales han afectado a los países de la RIOCC, lo que demostró la vulnerabilidad de la agricultura local a eventos episódicos extremos. Es cada vez más importante para los agricultores administrar de manera proactiva los riesgos climáticos de la agricultura para poder proteger sus medios de vida. Las razones de estos fracasos pueden atribuirse a la educación y capacitación inadecuadas de los agricultores, a la falta de herramientas para ayudar a facilitar la aplicación práctica de los conceptos de gestión de riesgos, y a la falta de comunicación entre las comunidades ecotécnicas y agrícolas (Shannon y Motha, 2015).

En algunas regiones y países, los problemas se agudizan por la presencia de elevados índices de pobreza y bajo desarrollo socioeconómico. Un claro ejemplo son algunos países del Caribe, los cuales comparten desafíos económicos y de desarrollo sostenible similares: falta de recursos, susceptibilidad a los desastres naturales, excesiva dependencia del comercio internacional y elevada vulnerabilidad al cambio climático. En otras regiones, como en la Amazonia, los estudios sugieren puntos de inflexión que no deben transgredirse: 4 °C del calentamiento global o el 40 % del área deforestada total (Nobre *et ál.*, 2016). El debate sobre el desarrollo regional se ha centrado en intentar conciliar la conservación maximizada con la intensificación de la agricultura tradicional.

Tucker *et ál.* (2010) contrastaron la hipótesis de que las percepciones de riesgo de los agricultores de México y América Central conducen a respuestas adaptativas. La evidencia mostró que la variabilidad del clima se percibe como una amenaza para la producción, pero no la amenaza más importante. En contraste, los choques de precios evidentemente se perciben como particularmente estresantes y, por lo tanto, pueden motivar respuestas adaptativas. Los agricultores que asociaban eventos con alto riesgo no eran más propensos a participar en adaptaciones específicas. Las respuestas adaptativas se asociaron más claramente con el acceso a la tierra que con la percepción del riesgo, lo cual sugiere que la adaptación es más una función de las limitaciones exógenas en la toma de decisiones que la propia percepción. En la zona mediterránea de Chile, un estudio de Roco *et ál.* (2015) halló que los productores más jóvenes, más educados y aquellos que poseen sus tierras tienden a tener una percepción más clara del cambio climático que los agricultores mayores, menos educados o arrendatarios.

Los países de la región bajo estudio desempeñan un papel importante en el suministro mundial de miel. Los impactos del cambio climático son poco conocidos por falta de información sobre las tendencias en las actividades de apicultura y las pérdidas de las colonias de abejas. Las afectaciones de orden directo conllevan respuestas intraespecíficas de las especies de plantas, como la movilidad espacio temporal hacia latitudes más elevadas, e influyen en la dinámica poblacional de las colonias de abejas. Los cambios indirectos incluyen un sentido económico y social por el riesgo de la rentabilidad a consecuencia del incremento en las prácti-

cas de adaptación, desembocando por consiguiente en un posible abandono de la actividad (Castellanos-Potenciano *et ál.*, 2016). En estos países las abejas están expuestas crónicamente a cócteles de productos agroquímicos y simultáneamente a nuevos parásitos que los humanos propagan accidentalmente. Es probable que el cambio climático exacerbe estos problemas en el futuro, pudiendo mitigar parte del estrés en las abejas mejorando los recursos florales y adoptando medidas de cuarentena, y mediante la vigilancia de las poblaciones de abejas (Goulson *et ál.*, 2015). En España el Grupo de Trabajo Ecoflor (2016) ha opinado que las estrategias pasan por usar menos plaguicidas y crear paisajes más heterogéneos, con campos de cultivos más pequeños con más elementos seminaturales entre ellos. Debe fomentarse la proliferación de especies de abejas silvestres que actúen como polinizadoras.

7.4. Medidas de adaptación

7.4.1. Opciones de adaptación

Existe entre los países una alta heterogeneidad de las políticas públicas, concentradas en algunos sectores como agua, biodiversidad, bosques, agricultura, infraestructura y en asentamientos humanos (Sánchez y Reyes, 2015). Siguiendo los criterios establecidos por el IPCC WGIIAR5, Capítulo 14 (Noble *et ál.*, 2014), las acciones de adaptación al cambio climático basadas en la agricultura se presentan en la **Tabla 7.2**. Resulta arduo a veces separar aquellas acciones basadas específicamente en la agricultura de las fundamentadas en el manejo de ecosistemas, por lo que en este caso se hace única referencia a las acciones de ecosistemas manejados. Las acciones pueden clasificarse en tres categorías: a) estructurales o físicas, b) sociales y c) institucionales.

7.4.1.1. Estructurales o físicas

Se identifican aquí tres clases de opciones. Entre las que requieren el uso de ingeniería y cambios en el entorno físico están, por ejemplo, la construcción de sistemas de riego, bombeo de agua, o la construcción de depósitos de agua para que los animales beban o para el riego de cultivos. En segundo lugar, el manejo de ecosistema se refiere al incremento o conservación de corredores biológicos, migración de especies en peligro de extinción, forestación, manejo de tierras protegidas, entre otros. En general, la mayor parte de estas opciones son de tipo orientado o planificadas. Por último, las opciones tecnológicas pueden ser también planificadas, pero muchas de ellas no lo son y se corresponden con la respuesta adaptativa de los mismos agricultores. Se incluye aquí un amplio abanico de tecnologías, tanto de insumos como de procesos, que buscan lograr una mejor gestión de los cultivos, la ganadería y el pastoreo. Entre ellas destacan la adopción de nuevas

Tabla 7.2. Categorías y opciones de acciones de adaptación al cambio climático basadas en la agricultura. Adaptado de Noble et ál. (2014).

Categoría	Ejemplos de opciones	
Estructurales/físicas	Ingeniería y construcción del ambiente	Almacenamiento y bombeo de agua; mejora del drenaje.
	Basado en ecosistemas	Aumento de la diversidad biológica; forestación y reforestación; reducción de incendios y quemas prescritas; arboles de sombreado; migración asistida, corredores biológicos; conservación de banco de semillas; manejo adaptativo de tierras.
	Tecnológicas	Nuevas variedades y tipos de cultivos y animales; técnicas genéticas; métodos y técnicas tradicionales; riego eficiente; tecnologías de ahorro de agua, incluyendo cosecha de agua; tecnologías de mapeo y monitoreo de riesgos.
Sociales	Información	Mapas de riesgo y de vulnerabilidad; sistemas de alerta y respuesta temprana; monitoreo y seguimiento remoto sistemático mediante sensores.
	Comportamiento	Conservación del suelo y el agua; cambio de prácticas de ganadería; cambio de cultivos, sistemas y fechas de siembra; opciones silviculturales.
Institucionales	Económicas	Pago por servicios ecosistémicos; incentivos y desgravaciones.
	Leyes y regulaciones	Leyes de zonificación de tierras; acuerdos y regulaciones sobre el agua; definición de derechos de propiedad y seguridad de tenencia de tierras; áreas protegidas.
	Políticas y prácticas de gobierno	Preparación y planificación de zonas desastres, incluyendo el manejo integrado del recurso hídrico y el manejo de cuencas y del paisaje; manejo adaptativo; manejo basado en ecosistemas; manejo sustentable de bosques; adaptación basada en comunidades.

variedades y tipos de cultivos y animales, incorporación de mejoras genéticas, el desplazamiento de áreas de cultivo, cambios en las fechas de siembra, adopción de germoplasmas adaptados, mejor uso del conocimiento local, nuevos sistemas de cultivo para mejorar la conservación del agua, captura de nitrógeno de la atmósfera, reciclaje de residuos, producciones integradas (silvopastoril-agricultura), sistema agroecológico, incluido el control biológico de plagas, mejora de la eficiencia del uso del agua en áreas de secano y regadío, reutilización de agua de drenaje y fertirriego, exclusión de pastoreo en pastizales, ajuste de la carga animal y distribución de aguadas.

7.4.1.2. Sociales

Se incluyen aquí opciones basadas en la información y en el comportamiento humano. Entre las primeras destacan la generación de mapas de riesgo y vulnerabilidad, sistemas de alerta temprana y respuesta, monitoreo y uso sistemático de sensores remotos. En términos generales, son opciones planificadas u orientadas. Entre las relacionadas con cambios en los patrones de comportamiento, se incluyen las actitudes que fomentan o permiten la adopción de prácticas de conservación del suelo y el agua, mejores prácticas de ganadería y agricultura, cambio en los sistemas de cultivo, áreas y fechas de siembra e incorporación de conocimientos tradicionales de los productores. No es fácil en este caso no relacionar estos cambios con la generación previa de conocimientos tanto científicos como tradicionales.

7.4.1.3. Institucionales

Se incluyen tres tipos de opciones, todas de tipo planificado. Las meramente económicas, como el pago por servicios ecosistémicos o el no pago o descuento de tasas e impuestos. Lo que se refiere a leyes y regulaciones comprende todo tipo de regulación que se promulga a nivel regional, nacional o municipal, estableciendo regulaciones para el uso de las tierras y los derechos de propiedad y tenencia. Finalmente, se incluyen aquí todo tipo de prácticas y políticas de gobierno que regulen o protejan el uso de los recursos de suelos, aguas y vegetación.

Dentro de las opciones de adaptación planificadas, los plazos en que se planean las medidas es un factor esencial. En general, la mayor parte de las medidas de tipo estructural o físico, que requieren la ejecución de obras a largo plazo (p. ej., represas, obras de riego, etc.), se consideran medidas útiles, en cualquier caso. Otras medidas son de tipo flexible, como por ejemplo, las de tipo tecnológico, o requieren la planificación a un plazo más corto de tiempo, como el establecer plantaciones de especies forestales con menor turno de corte (Galindo et ál., 2013).

En Uruguay se está discutiendo participativamente el Plan Ambiental Nacional, liderado por el Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA). Uno de los objetivos de la Dimensión de Actividades Económicas y Productivas Sostenibles para 2030 es ampliar «de manera significativa la producción agropecuaria basada en los elementos de la agroecología», incluyendo líneas de acción e indicadores específicos para esta meta (Ministerio

de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente de Uruguay, 2018).

7.4.2. Acciones de adaptación en el sector agropecuario (por regiones)

En el **Anexo** incluido al final del presente capítulo se revisa la bibliografía sobre acciones de adaptación para el sector agropecuario en la región iberoamericana para el periodo 2013-2018, a modo de ampliación sobre lo ya recopilado por el IPCC en el Capítulo 27 del informe AR5 del grupo de trabajo II (Magrin *et ál.*, 2014). Se ha considerado un total de 77 trabajos, de los cuales el 37,7 % perteneció a Centroamérica y Caribe, el 48 % a Sudamérica y el 3,9 %

a la Península Ibérica (el 10,4 % restante no se refería a ninguna región en particular).

La **Figura 7.4** muestra, a modo de síntesis, un análisis de la frecuencia de los distintos tipos de medidas revisadas en el citado **Anexo** y su frecuencia por tipos. De los 20 tipos de medidas identificadas, 9 de ellas son de tipo planificado (en la figura, barras rojas), mientras que las restantes (en la figura, barras azules) son o bien autónomas, o bien mixtas (autónomas/planificadas). Esto último es porque requieren la intervención de algún organismo estatal, como es un servicio de extensión. De entre todas ellas, 5 de las prácticas aglutinaron la mitad de los casos identificados entre todos los países: el manejo de cultivos y ganado (13,4 %); el manejo y/o racionamiento del agua de riego (10,2 %); la adopción de nuevas variedades de cultivo o tipos de animales (9,7 %); la adopción de sistemas integrados de diverso tipo, como silvopastoriles, agroforestales y agroganaderos (8,1 %), y la prevención de desastres naturales, como las inundaciones o los deslizamientos de laderas de montañas (7 %).

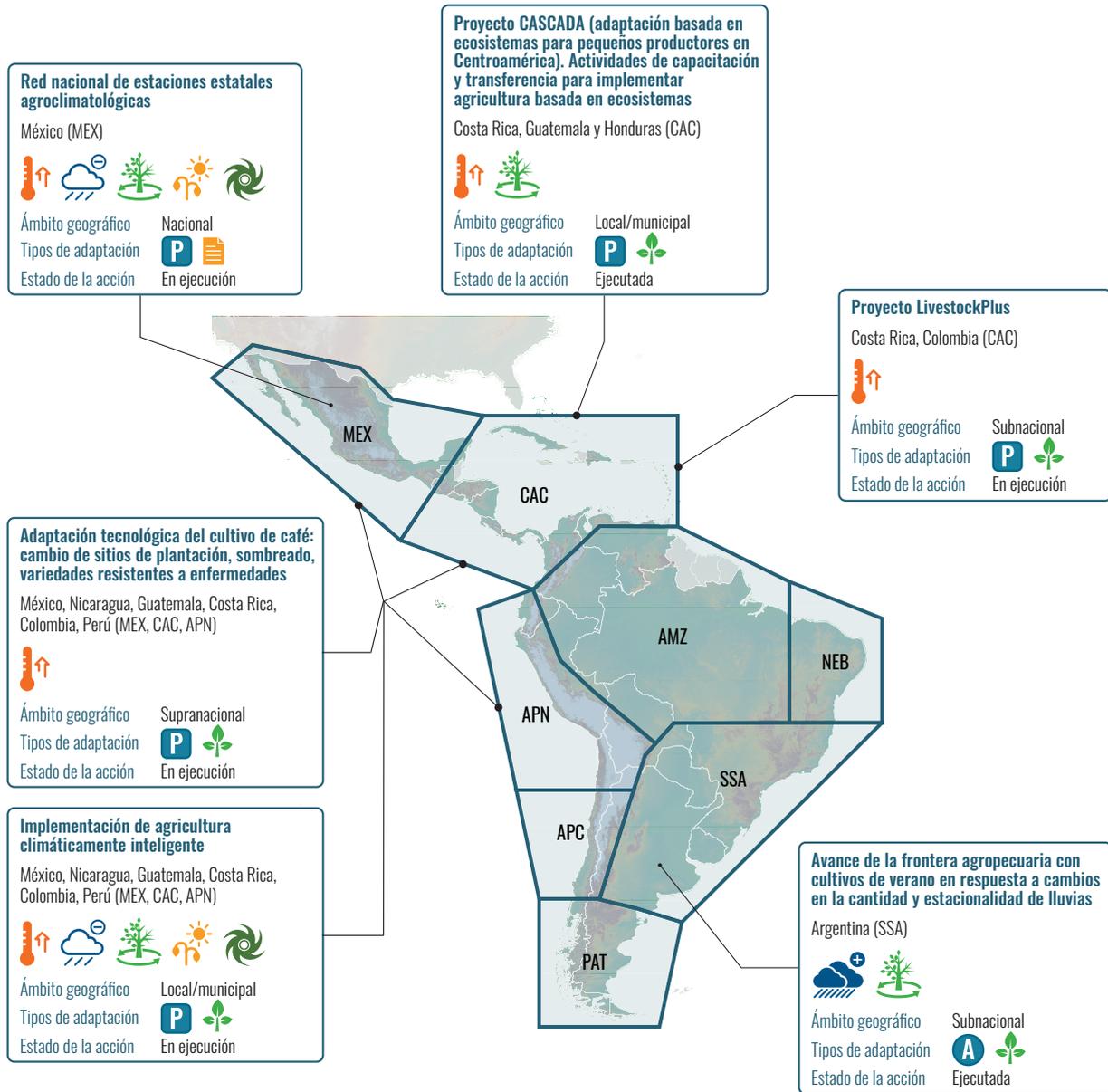
En la **Figura 7.5** se presenta, a modo de ejemplo, una selección de acciones concretas de adaptación implementadas en la región.



Figura 7.4. Frecuencia de los distintos tipos de medidas observadas entre las acciones revisadas para el periodo 2013-2018 en el Anexo del presente capítulo. Las barras rojas representan medidas de tipo planificado y las azules, medidas de tipo autónomo o mixto (autónomas/planificadas). El total de las frecuencias representadas suma el 100 % de los casos considerados (n = 77). **Fuente:** elaboración propia.

7.4.3. Actividades de adaptación planificada

En la región de México, Centroamérica y Caribe existe una elevada proporción de población rural con demandas insatisfechas (ver **Tabla 7.1**). Esta población suele ocupar territorios que o bien tienen una topografía montañosa bajo climas tropicales y subtropicales, o bien se caracterizan por su aridez, con producciones que van desde la subsistencia a las de tipo empresarial, como la caficultura y el cultivo de frutos (p. ej., banana) a gran escala. Esta combinación de factores determina una marcada vulnerabilidad de la población rural, en especial del campesinado, a los impactos de cambio climático. Las respuestas adaptativas planificadas en la región son variadas y van desde las basadas en ingeniería y construcción del ambiente y tecnológicas a las institucionales planificadas. La mayor frecuencia de eventos extremos, como huracanes y fuertes tormentas, motivó la necesidad de tomar medidas protectoras, como la construcción de represas de contención de deslizamientos y prevención de erosión y aludes por



Factor climático determinante:

- Inundación
- Aumento de la temperatura
- Sequía
- Aumento de la precipitación
- Subida del nivel del mar
- Disminución de la precipitación
- Acidificación del océano
- Temperaturas extremas
- Cambios en la estacionalidad
- Tormentas intensas y huracanes
- Fertilización por CO₂

Regiones:



Tipos de adaptación:

- P** planificada, esto es, si es el resultado de decisiones políticas deliberadas;
- A** autónoma, esto es, si se realiza normalmente por individuos, comunidades o entes privados;
- dura (mediante infraestructuras o aplicaciones tecnológicas);
- blanda (acciones políticas, sociales, formativas, etc.);
- verde (acciones basadas en los ecosistemas).

Figura 7.5. Mapa de acciones de adaptación implementadas en el ámbito de los recursos agropecuarios. Fuente: elaboración propia.

deslizamientos, la restauración de ecosistemas y mejoras en la captación del agua (The World Bank et ál., 2014).

Las acciones de tipo tecnológico se basan en las mejoras de los sistemas de información y alerta climática para uso de los agricultores (Bouroncle et ál., 2015) y en diversas acciones que procuran incrementar la diversificación y la biodiversidad como forma de mejorar la resiliencia ante los estreses climáticos (Alencastro, 2014; Bouroncle et ál., 2015c; Altieri y Nicholls, 2017). En varios países de la región se ha implementado en los últimos años la denominada agricultura climáticamente inteligente (ACI) (FAO, 2017). La ACI se basa en tres pilares fundamentales: incrementar de forma sostenible la productividad y los ingresos agrícolas, adaptar y desarrollar la resiliencia al cambio climático, y reducir o eliminar las emisiones de gases de efecto invernadero donde sea posible. Entre las acciones más promovidas en la región están los sistemas agroforestales y los silvopastoriles, que buscan aumentar la diversificación y resiliencia dentro de la ACI (Magrin, 2015; Montagnini, 2015). Las acciones de ACI basadas en sistemas agroforestales para sombreado han sido adoptadas en varios países de la región y de Sudamérica (The World Bank et ál., 2014; Bouroncle et ál., 2015).

El continente sudamericano posee una de las dos principales reservas forestales del planeta, la Amazonia, el cual ha venido sufriendo una fuerte deforestación hasta inicios de este siglo. Brasil es el país que posee la mayor parte de esta reserva; en la última década, ha aprobado leyes que regulan la deforestación con resultados exitosos (Barretto et ál., 2013; Lapola et ál., 2013), aunque los incendios de 2019 indican que podemos estar ante un cambio de paradigma. Como alternativas de manejo, se promueven desde los Estados los manejos integrados con selva o con agricultura (Lemaire et ál., 2014; Salton et ál., 2014), con mayor diversificación de cultivos y recurso forrajeros (Franchini et ál., 2007; Barros Soares et ál., 2009b; Lapola et ál., 2013). Esta diversificación también es promovida por países como Colombia, con el proyecto LivestockPlus, de intensificación sostenida en los trópicos basada en forrajes mejorados (Murguieitio et ál., 2013), o en la Argentina con el Plan Nacional de Manejo de Bosques con Ganadería Integrada (MBGI), que posibilita compatibilizar la producción y conservación con la gente que vive en las zonas de bosque (Borrás et ál., 2017).

Los sistemas de alerta temprana climática se encuentran entre las medidas de tipo planificado más usuales como forma de generar acciones precautorias contra eventos climáticos extremos, como granizadas, heladas tempranas o tardías, olas de calor o sequías prolongadas. A modo de ejemplo, actualmente en Colombia, gremios como la Federación Nacional de Arroceros (Fedearroz) y la Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas (Fenalce) tienen equipos de agrometeorología y generan información agroclimática para sus productores con el soporte del servicio meteorológico colombiano (IDEAM) y científicos del CIAT. Por su parte, Honduras ha establecido siete Mesas Agroclimáticas (SAG, 2020) en todo el país, promovidas por la Secretaría de Agricultura y Ganadería con el apoyo del

servicio meteorológico del país (COPECO) e instituciones regionales, en las cuales se generan Boletines Agroclimáticos (SAG, 2017) con recomendaciones agrícolas sostenibles y adaptadas al clima que contribuyen a la reducción de los riesgos asociados al clima. Hoy, alrededor de 330.000 agricultores se benefician de esta iniciativa en Honduras y Colombia, que nació a través de un intercambio sur-sur con Senegal (CCAFS, 2016). Estas iniciativas indican una tendencia de la región a moverse hacia la resiliencia climática en lugar de responder solo a emergencias cuando los eventos extremos ocurren (Loboguerrero y Martínez-Baron, 2017).

El Programa Pro-Alcohol de Brasil promueve el uso de biomasa de caña de azúcar para producir etanol (Boddey et ál., 2008; Barros Soares et ál., 2009a; Nasar y Moreira, 2013). Se trata no tanto de una acción de adaptación al cambio climático como de mitigación por reducción de la quema de fuentes de energía fósil. Se ha generado controversia en cuanto al impacto sobre la biodiversidad debido al riesgo de invadir la Amazonia con producción de caña con el fin de producir alcohol y de contaminación por el destino de efluentes tóxicos de la industria, como la vinaza. Estas amenazas han sido minimizadas o descartadas por Boddey et ál. (2008). Barros Soares et ál. (2009a) refieren lagunas de conocimiento en cuanto a la forma de calcular los inventarios de emisiones para producir alcohol de caña.

Las opciones de adaptación al cambio climático involucran a un conjunto de actores de distintas órbitas (p. ej., gobierno, empresas, ONG, agricultores, etc.), pudiendo diferenciarse por su tipo de implementación. Las de tipo planificado son típicamente de arriba abajo, y su grado de éxito o efectividad depende fuertemente del grado de involucramiento y relacionamiento de todos los actores, las posibilidades de financiamiento nacional o internacional, y la adopción de prácticas facilitada por servicios de extensión. Por ejemplo, para la región de los Andes tropicales, Huggel et ál. (2015) listaron un conjunto de proyectos de adaptación al cambio climático en funcionamiento, de los cuales cuatro hacen explícita referencia al sector agropecuario: a) Adaptación al Impacto del Rápido Retroceso Glaciar en los Andes Tropicales (PRAA por sus siglas en inglés), que tuvo lugar entre 2008 y 2014 con la participación de Bolivia, Ecuador, Perú y Colombia, y cuyo objetivo fue contribuir a fortalecer la resiliencia de los ecosistemas locales y las economías en las regiones con retroceso de glaciares en los Andes tropicales a través de la implementación de actividades de adaptación especial; b) Programa de Adaptación al Cambio Climático de Perú (PACC), que tuvo lugar entre 2008 y 2012, con la participación de Perú con las regiones de Cuzco y Apurímac, y cuyos objetivos fueron comprender las vulnerabilidades relacionadas con el cambio climático y desarrollar herramientas y capacidades para abordar los impactos climáticos; c) Glaciares (Adaptación al Cambio Climático y Reducción del Riesgo de Desastres debido a la Deglaciación de las Cordilleras de los Andes, Perú), que tuvo lugar entre 2011 y 2015 en las regiones de Cuzco y Ancash, de Perú, y cuyo objetivo fue mejorar las capacidades de adaptación a la retirada de glaciares en dicho país, incluidas las capacidades institucionales, técnicas

cas y de investigación, y d) Integrated National Adaptation Project, Colombia (INAP), que tuvo lugar entre 2006 y 2011 en Colombia con el objetivo de apoyar los esfuerzos para completar y aplicar medidas concretas de adaptación y políticas para evaluar los impactos anticipados del cambio climático en los ecosistemas de alta montaña y las islas del Caribe. En Colombia existen acciones para promover el acceso de todos los agricultores a las herramientas TIC (Tecnologías de Información y Comunicación) para lograr una agricultura resiliente al clima o climáticamente inteligente. Se considera que la falta de infraestructura y cobertura de redes sigue siendo un obstáculo, así como, en algunos casos, lo son las limitaciones económicas para adquirir los dispositivos (Loboguerrero y Martínez-Baron, 2017).

En Uruguay, en materia de formulación e implementación de políticas, en noviembre de 2017, el Poder Ejecutivo aprobó la Política Nacional de Cambio Climático (PNCC) y la Primera Contribución Determinada a nivel Nacional (NDC), siendo la NDC el instrumento de implementación de la PNCC. La PNCC de Uruguay es un instrumento estratégico y programático, con horizonte en 2050, que busca incorporar el enfoque de cambio climático en todos los ámbitos y sectores de la economía y la sociedad, promoviendo un desarrollo sostenible para el país, haciéndolo más resiliente y con bajo consumo de carbono. En la dimensión productiva relativa a esta política, hay líneas de acción tendientes a promover sistemas de producción agropecuaria con mayor capacidad de adaptación y resiliencia al cambio y la variabilidad climática a los efectos de mejorar la productividad y la competitividad de las cadenas de valor, contemplando los servicios ecosistémicos, la equidad social y la seguridad alimentaria (Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente de Uruguay, 2018).

También en Uruguay se está implementando el Proyecto GEF Ganadería clima inteligente y restauración en pastizales uruguayos, cuyo objetivo es mitigar el cambio climático y restaurar tierras degradadas a través de la promoción de prácticas climáticamente inteligentes en el sector ganadero, con énfasis en la producción familiar. Este proyecto involucra el desarrollo y la validación de una estrategia de ganadería con menos emisiones netas de gases de efecto invernadero que las actuales, más resiliente y eficiente, y su promoción en pequeños y medianos establecimientos ganaderos basados en pastizales naturales (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca del Uruguay, 2018; Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente del Uruguay, 2018). Este proyecto se alinea con medidas específicas de mitigación y adaptación incluidas en la primera NDC de Uruguay y se enmarca dentro de las líneas de acción de la Política Nacional de Cambio Climático.

En Argentina, una respuesta de tipo planificado para hacer frente a la amenaza de la desaparición de bosques por deforestación fue el ordenamiento planificado del territorio que propuso la Ley 26.331 de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos (p. ej., Ley de Bosques), sancionada en 2007 y reglamentada en febrero

de 2009 tras el reclamo que hicieron más de 70 organizaciones sociales (García Collazo *et ál.*, 2013; Lapola *et ál.*, 2013; Graesser *et ál.*, 2015). La Ley de Bosques establece que las provincias deberán realizar el ordenamiento territorial de sus bosques nativos (OTBN) a través de un proceso participativo que categorice los usos posibles para las tierras boscosas desde la conservación hasta la posibilidad de transformación para la agricultura, pasando por el uso sustentable del bosque. Así, se zonifican los bosques en tres categorías:

- Categoría I (rojo): sectores de muy alto valor de conservación que no deben desmontarse ni utilizarse para la extracción de madera, y que deben mantenerse como bosque para siempre. Incluirá las reservas naturales y sus áreas circundantes que tengan valores biológicos sobresalientes o sitios que protejan cuencas hídricas de importancia (nacientes de ríos y arroyos).
- Categoría II (amarillo): sectores de alto o medio valor de conservación, que pueden estar degradados, pero que si se los restaura, pueden tener un valor alto de conservación. Estas áreas no pueden desmontarse, pero podrán ser sometidas a los siguientes usos: aprovechamiento sostenible, turismo, recolección e investigación científica.
- Categoría III (verde): sectores de bajo valor de conservación que pueden transformarse parcialmente o en su totalidad, con la previa realización de una evaluación de impacto ambiental.

La situación en la Península Ibérica con España y Portugal está reglada por su pertenencia a la Unión Europea. Ambos países mantienen una pequeña proporción de población rural, con bajos o nulos niveles de pobreza (ver **Tabla 7.1**). La Unión Europea sostiene una Política Agrícola Común (PAC) por la que pretende conseguir que la actividad del sector agrario esté cada vez más enfocada hacia el mercado y, de forma simultánea, que proporcione alimentos de calidad, coadyuve a la conservación del medio ambiente y mantenga comunidades rurales viables (Sánchez, 2015; Comisión Europea, 2016).

La PAC ha ido evolucionando a lo largo de los años reforzando todas las consideraciones medioambientales, incluyendo la lucha contra el cambio climático. Para el periodo 2014-2020, la PAC incluye entre sus principales objetivos «la gestión sostenible de los recursos naturales y acción por el clima, con especial atención a las emisiones de gases de efecto invernadero, la biodiversidad, el suelo y el agua», y en la normativa en fase de negociación para el próximo periodo de aplicación (2021-2027) la lucha contra el cambio climático queda más reforzada, reflejándose en los objetivos generales y específicos de la misma tanto la mitigación como la adaptación. Por otro lado, las políticas de adaptación al cambio climático no emanan solo de la PAC, sino también del marco internacional (CMNUCC y Acuerdo de París) y del marco europeo a través de otras normativas sectoriales o de la Estrategia Europea de Adaptación, la cual, entre otras cuestiones, hace referencia a la necesidad de integrar la adaptación al cambio climático en todos los sectores, en

particular, en aquellos más vulnerables, como es el caso del sector agrario (European Union, 2018).

En España, AdapteCCa es la plataforma de intercambio y consulta de información en materia de adaptación al cambio climático, y está impulsada por la Oficina Española de Cambio Climático. Se trata de una herramienta al servicio de todos aquellos expertos, organizaciones, instituciones y agentes interesados en acceder e intercambiar información, conocimientos y experiencias sobre impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático, además de ser un instrumento para potenciar la comunicación entre todos ellos. En la actualidad, esta plataforma aglutina numerosa información, incluyendo publicaciones, noticias, seminarios, etc., sobre los distintos sectores y áreas afectados por el cambio climático. Entre otros, se incluye información sectorial y regional sobre evaluación de impactos y vulnerabilidad, costos y beneficios de la adaptación, clima y escenarios de cambio climático.

En el caso de Andorra, se aplican ya medidas institucionales y reglamentarias para fomentar las prácticas agrícolas tradicionales respetuosas con el medio natural, fomentar la incorporación de jóvenes agricultores e implementar mejoras técnico-sanitarias. Estas medidas se desarrollan mediante una serie de reglamentos, como por ejemplo, el reglamento de ayudas al fomento de prácticas ganaderas tradicionales de montaña, la siega de los prados y la producción de productos de calidad controlada; o el reglamento de ayuda al fomento de prácticas agrarias específicas para el mantenimiento del medio natural.

El Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC) de España propone, entre otras cosas, analizar los escenarios climáticos regionales para la geografía española, desarrollar y aplicar métodos y herramientas para evaluar los impactos, vulnerabilidad y adaptación y lucha contra el cambio climático en diferentes sectores socioeconómicos y sistemas ecológicos. Por otra parte, las Comunidades Autónomas han desarrollado y mantienen sus propios marcos estratégicos, planes o programas en materia de adaptación al cambio climático (Gobierno de España, 2017). En cuanto a la última reforma de la PAC, se ha establecido, dentro de las ayudas directas, el pago «verde» como complemento al pago básico, incluyendo una serie de prácticas a respetar, encaminadas a hacer más sostenible la producción agraria. También la implementación de seguros agrarios es una medida muy eficaz de adaptación al cambio climático. Los programas de desarrollo rural de las Comunidades Autónomas pueden ser una vía muy eficaz para integrar el cambio climático en el sector agrario (Medina Martín, 2016).

El Proyecto Life SHARA es coordinado por la Fundación Biodiversidad, del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, de España, y está cofinanciado a través del programa LIFE, instrumento financiero de la Unión Europea para el medio ambiente, y cuenta como socios con la Oficina Española de Cambio Climático (OECC), la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), el Organismo Autónomo de Parques Nacionales a través del Centro Nacional de Edu-

cación Ambiental (CENEAM) y con la Agencia portuguesa para el Medio Ambiente (Fundación Biodiversidad, 2017). La OECC, por su parte, promueve la generación de datos, herramientas e información relevantes para el desarrollo de cada evaluación de impactos y facilitar procesos participativos. Una de las medidas tomadas es la gestión de los recursos hídricos transfronterizos.

En lo que respecta a la ganadería de carne y de leche de la cornisa cantábrica, la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos (SEEP, 2015) propone la producción de pastos producidos en la explotación, de forma económica, con alto valor nutricional y eficientemente utilizados en la alimentación del ganado.

Según Solaun (2014), hasta el momento, las principales actuaciones del sector privado frente al cambio climático han estado enfocadas a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, mientras que la incorporación del sector privado en el Plan Nacional de Adaptación es un objetivo prioritario para el futuro.

7.4.4. Actividades de adaptación autónoma

Las estrategias de adaptación a este nivel difieren marcadamente entre zonas y países, y, a menudo, no requieren la participación o planificación de los Estados en distintos niveles. Por su propia índole, son de naturaleza variada, pero predominan las medidas de adaptación de tipo tecnológico, tomadas a nivel no solo individual, sino también comunitario. Los ejemplos más frecuentes incluyen cambios de las zonas de siembra, adopción de variedades resistentes a plagas o a la sequía, germoplasmas o tipos de animales nativos y uso de sistemas de captación de agua o de riego.

El café, uno de los productos agrícolas más exportados en el mundo, se produce principalmente en sistemas agroforestales que cubren 2 millones de hectáreas en América Latina. La producción de café se ve amenazada por el cambio climático (días menos frescos) y el avance de enfermedades como la roya en Colombia, Perú y Brasil. Después de la volatilidad de los precios, el clima es el segundo motivo por el cual los productores de café de América Central han tomado distintas acciones. Las duras experiencias de eventos climáticos extremos, como el huracán Mitch en Guatemala y Honduras (1998), la tormenta tropical Stan en Guatemala y México (2005), el huracán Alma en Costa Rica (2008) y, muy recientemente, la tormenta Agatha en Honduras y Guatemala (2010) han cambiado la percepción de las personas acerca de la importancia que tienen los cambios en el clima y la variabilidad climática en la producción del café. Estos cambios del clima se perciben como algo totalmente fuera del alcance y control del ser humano, a diferencia del tema de precios y plagas, que son asuntos que se consideran muy preocupantes, pero para los cuales se pueden encarar acciones.

En el Proyecto Cambios Globales y Café (FAO, 2020), se señala que, para enfrentar estos retos productivos, los productores de café han desarrollado distintas estrategias en el

corto o largo plazo. Sin embargo, algunas han tenido mejores resultados que otras y son a menudo las más recomendadas por los mismos productores para poner en práctica. Entre las estrategias mayoritariamente adoptadas, destacan la diversificación de actividades económicas, el cambio de prácticas agrícolas, la organización social, el manejo de la sombra del cafetal, el cambio de variedades de café, la reducción de gastos domésticos y más dependencia del trabajo en familia, y la migración de uno o varios miembros de la familia en busca de mejores oportunidades laborales. La elección de una u otra estrategia depende de la actitud de los agricultores frente al riesgo, según sean adversos al riesgo, tomadores de riesgo, riesgo neutrales y evasores del riesgo. Se promueven las acciones de adaptación basadas en la CSA, la adopción de nuevas variedades y zonas de cultivo (Avelino *et ál.*, 2015; Martínez Valle, 2016).

La diversificación fue otra respuesta adoptada por caficultores de Veracruz, México, quienes alternan con plantaciones de aguacate. Las plantaciones de café son más frecuentes bajo sombra de árboles de servicio, que dan una mayor resiliencia a las plantaciones frente a perturbaciones climáticas o económicas. Los árboles de sombra protegen al cafeto contra extremos climáticos, pero también incrementan el consumo de agua de la plantación. La sombra permite generalmente mejorar la calidad del café, aunque este efecto depende del lugar y es objeto de debate. Y aunque los árboles de sombra generalmente permiten mejorar la fertilidad del suelo de las plantaciones, también tienen efectos contradictorios sobre plagas, enfermedades y sus agentes de control biológico (Rapidel *et ál.*, 2015).

En una escala más de tipo municipal, existe consciencia en muchos países de encarar diversas acciones de tipo social a nivel comunitario. Algunas se relacionan con la generación de sistemas de alerta temprana para contrarrestar impactos de eventos extremos, para lo cual deben fortalecerse el acceso a estos sistemas de alerta por los pobladores rurales y su utilización, la organización social y las acciones colectivas, reconocidas como demandas a los gobiernos por los pobladores (Vignola *et ál.*, 2013; Rogé *et ál.*, 2014). Otras acciones se relacionan con la toma de decisiones de tipo cultural, como la implementación de planes de conservación de suelos y aguas, y cambios de fechas de siembra o de áreas de cultivo. Existen ejemplos concretos, como el desplazamiento de áreas de cultivo de café hacia mayores altitudes y latitudes, causado por el aumento de temperaturas mínimas diarias (Bouroncle *et ál.*, 2014; Clavel *et ál.*, 2016).

Con respecto a la ganadería, las opciones tecnológicas de adaptación van desde mejorar la calidad del forraje, con variedades adaptadas a sequía y razas de ganado de mayor rusticidad en países con ganadería en pastoreo, como Nicaragua, Costa Rica y México (Rodas Trejo *et ál.*, 2014; Clavel *et ál.*, 2016; Serna *et ál.*, 2017), a mejoras en instalaciones para animales y captación de agua en Cuba (Álvarez, 2014).

La agricultura andina está amenazada fundamentalmente por una menor disponibilidad de agua, sea por menos lluvias o por retroceso glaciar y menos agua de deshielo debido

al calentamiento, además de la tropicalización y migración de los cultivos, debido al incremento y variabilidad de la temperatura, que cambia el comportamiento de los cultivos y requiere de nuevas labores en el campo. Las principales respuestas adaptativas pasan por fortalecer mecanismos de gobernanza y resiliencia (Huggel *et ál.*, 2015) y mejorar la gobernanza del agua por acciones de tipo social o institucional, como en Chile (Delgado *et ál.*, 2015) o Perú (Torres Guevara, 2015). En este tipo de agricultura, la diversificación se basa en la siembra a diferentes altitudes, como en el caso del Altiplano boliviano (Boillat y Berkes, 2013). En este tipo de agricultura tienen fuerte presencia las acciones que promueven el uso de los saberes tradicionales, o ancestrales, fundamentalmente la impronta histórica y actual de la agricultura incaica (aunque no sea la única), que prevaleció en toda la zona andina hasta los actuales territorios de Perú, Bolivia, Argentina y Chile (Boillat y Berkes, 2013; Nicholls *et ál.*, 2015; Torres Guevara, 2015).

La intensificación de la agricultura y el abandono de tierras vulnerables son prácticas recomendadas en áreas de montaña, desiertos y suelos poco fértiles como forma de minimizar la degradación de las tierras (Grau y Aide, 2008). Algo similar sucede en selvas tropicales (Weindl *et ál.*, 2015). No obstante, en Brasil se afirma que los productores acceden a intensificar sus producciones solo cuando no existe ya disponibilidad de tierras para avanzar con la agricultura (Barretto *et ál.*, 2013). Se promueve la agricultura agroecológica, basada en diversificar cultivos, mantener la diversidad genética local, integrar la cría de animales, adicionar materia orgánica al suelo, cosechar agua y aumentar la resiliencia por redes agroecológicas campesino-campesino (Nicholls *et ál.*, 2015).

Como ya fue mencionado, la agricultura empresarial basada en fuerzas del mercado genera un sinnúmero de respuestas adaptativas de tipo autónomo. Un ejemplo muy elocuente son los avances de la frontera agropecuaria ocurridos en Brasil y Argentina por diferentes causas (ver **caso de estudio 7.7.1.** en conjunto con cambios en la fecha de siembra, como es el caso de la adopción de maíz tardío en la Argentina para evadir la sequía estival durante la floración y llenado de grano (Arvor *et ál.*, 2014; Graesser *et ál.*, 2015; Magrin, 2015; Gambín *et ál.*, 2016; Andrade *et ál.*, 2017). La adopción de la tecnología de manejo de suelos con siembra directa contribuyó a un trabajo en escala económicamente rentable y a poder sembrar cultivos como maíz y soja en suelos menos fértiles o en áreas climáticamente más vulnerables (Álvarez *et ál.*, 2009). Esto ha dado lugar a una mayor resiliencia de las producciones ante la variabilidad del clima, aunque no necesariamente contribuye a una efectiva mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero (Powlson *et ál.*, 2014; de Moraes Sá *et ál.*, 2017).

La agricultura de tipo empresarial provoca a menudo consecuencias no queridas, como la baja intensificación y falta de rotación de los cultivos, lo cual genera escasa resiliencia ante la variabilidad del clima, desequilibrios biológicos, generación de nuevas plagas y enfermedades o resistencia de las mismas, y desequilibrios hidrológicos importantes

(Giménez *et ál.*, 2016; Salazar *et ál.*, 2016; Houspanossian *et ál.*, 2017). Se manifestaron respuestas autónomas inde-seables, como por ejemplo, la construcción no planificada de canales de desagüe, métodos de riego no adecuados en diferentes zonas o el uso tampoco planificado de aguas de riego (Taboada y Damiano, 2017). Otra consecuencia no buscada fue la contaminación de cursos de agua por uso indiscriminado de agroquímicos (Grau *et ál.*, 2005; Bolliger *et ál.*, 2006; Derpsch *et ál.*, 2010; Andrade *et ál.*, 2017).

En la Península Ibérica su sector agropecuario enfrenta escenarios futuros de olas de calor, aumentos de temperaturas mínimas diarias (falta de frescor nocturno), menores lluvias y eventos extremos de tormentas. Este escenario afecta, en especial, a la producción de viñedos y de uvas para vino, habiéndose ya detectado cambios en la maduración de las uvas (Gobierno de España, 2012; Solaun *et ál.*, 2014; Sánchez, 2015). Sánchez (2015) identifica diferentes regiones geográficas en función de escenarios de riesgo climático para los viñedos en España, y propone estrategias de adaptación de corto, mediano y largo plazo, que van desde medidas simples, como cambiar el manejo de los suelos con coberturas verdes y de paja y la conducción de los viñedos en sistema de vasos, a medidas más complejas y onerosas, como el traslado de zonas de vid a mayores altitudes o el cambio de variedades.

Distintas regiones del continente americano y el Caribe han tenido una expansión agrícola sostenida en lo que va del siglo *xxi* (Graesser *et ál.*, 2015), a menudo basada en deforestación de bosques secos y de montaña (Armenteras y Rodríguez Eraso, 2014). Dicha expansión ha estado basada mayormente en la conjunción de fuerzas del mercado y la variabilidad favorable del clima, como por ejemplo, mayores lluvias en amplias llanuras templadas y subtropicales del Sur de Sudamérica (SSA) y en partes de la Amazonia (AMZ) (Viglizzo y Jobbagy, 2010). Esta transformación contemporánea de la agricultura y la producción de alimentos ha sido asociada a la tríada alimento-forraje-combustible; esto es, la convergencia de la producción de alimento humano y animal con la generación de bioenergía. Según describe Gorenstein (2016), «la región exporta más de lo que importa y, en conjunto, el subcontinente representa un 13 % del comercio mundial de productos agrícolas, con una tasa de crecimiento del 8 % anual en los últimos 20 años».

La región del Sudeste de Sudamérica es una proveedora importante de la soja que sirve como insumo para la producción de carne, y se han expandido otros de los denominados cultivos flexibles o comodines —maíz, caña de azúcar y palma— con fines alimentarios, pero también utilizables como forraje o biocombustible. En este contexto, se observan tres tendencias simultáneas: la entrada en el juego de nuevas firmas líderes mundiales, la expansión de las existentes y el accionar creciente de las empresas translatinas (Gorenstein, 2016). Sin embargo, varios autores han señalado un detenimiento y desaceleración de esta expansión agrícola, principalmente por la falta de nuevas tierras productivas con suelos fértiles o disponibilidad de agua, tal como fue seña-

lado para el Estado brasileño de Mato Grosso (Spera *et ál.*, 2014; Golnow y Lakes, 2015) o la región chaco-pampeana argentina (Andrade *et ál.*, 2017).

Los procesos de apropiación de tierras constituyen un factor que no debe soslayarse en muchos países de América del Sur y Central, ya que afecta a poblaciones rurales de bajos recursos que ven limitado su acceso a recursos estratégicos (financieros, tecnológicos, gerenciales) que convergen en un proceso más inclusivo de acumulación de capital (Gras y Cáceres, 2017). En los últimos años, el acaparamiento de tierras se ha generalizado en América Latina, siguiendo tendencias similares en África, debido a la rica dotación de recursos naturales de la región y políticas de mercado impulsadas o favorecidas por los gobiernos (Costantino, 2014). Otro factor de competencia en el uso del suelo son los biocombustibles, que amenazan la seguridad alimentaria en muchas regiones de América Central y del Sur, donde ocasionan cambios de uso del suelo e impactos negativos en servicios ambientales (Miyake *et ál.*, 2012). En el Chocó colombiano se ha concluido que los beneficios fiscales que recibe el Estado por los agrocombustibles basados en aceite de palma no corresponden con los costos de oportunidad que paga la sociedad en inversión social y deterioro ambiental (Peneda-Murillo, 2012; Avila-Díaz y Carvajal-Esobar, 2015).

La población rural de México, Centroamérica y Caribe, Amazonia, Nordeste brasileño y de la región andino-pacífica al oeste de Latinoamérica pertenece en gran parte al campesinado. Según Kay (2006), la mayoría de los campesinos de esas regiones son pequeños productores que dependen de la mano de obra familiar. El campesinado tiene acceso a la tierra a través de una variedad de medios tales como la propiedad, pertenencia a una comunidad campesina, aparcería y otras formas de alquiler, la posesión o la ocupación. Sin embargo, como ya se mencionó, en muchos casos la tenencia de la tierra por parte de estos sujetos es precaria, por lo que están expuestos a los desalojos. La denominada agricultura campesina dista de ser homogénea, pero por las características de nivel socioeconómico de las poblaciones afectadas está sujeta a mayor riesgo climático y requiere mayor nivel de atención por los Estados a distintos niveles. Puede distinguirse en la región una agricultura andina o de montaña, en ambientes que van desde los tropicales a los desérticos (p. ej., la puna), una agricultura de tipo más trashumante basada en la quema, focalizada en selvas y bosques tropicales y subtropicales, y, finalmente, una agricultura periurbana en torno a los principales centros poblados de la región. Una gran diferencia respecto a otros tipos de modelos de producción agrícola es que los adoptantes son población rural propensa a aplicar acciones basadas en prácticas ancestrales.

Existe un rol relevante del continente americano en el desarrollo de la agricultura a partir de los centros de origen en Mesoamérica y la región andinoamazónica, que poseen una enorme riqueza de agrobiodiversidad y de conocimientos ancestrales. Muchas de estas poblaciones precolombinas

son descritas en dos obras editadas por Adams y Mac Leod (2000) y Salomon y Schwartzs (1999) para Mesoamérica y Sudamérica, respectivamente. Estas poblaciones han dejado un registro de tecnologías usadas para la producción de alimentos y fibras, y formas de supervivencia (Herrera y Ali, 2009; Herrera Wasilowsky, 2011; Cuvi, 2018). Asociadas con estos antecedentes se pueden encontrar muchas respuestas, no solo a los retos que plantea la adaptación de la agricultura al cambio climático, sino también a la necesidad de diversificación de los sistemas alimentarios mediante la recuperación de cultivos tradicionales, ricos desde el punto de vista nutricional y adaptados a condiciones extremas (por ejemplo, estrés hídrico, calor, salinidad), y la recuperación de sistemas y variedades tradicionales. Existen muchos ejemplos de reservas de biodiversidad, como por ejemplo, el caso de la variedad blanca de quinua de la región centro-sur de Chile, que corresponde a un ecotipo único a nivel mundial, porque se trata de una quinua que crece a nivel del mar (Rodríguez y Meza, 2016), o el caso de quinua muy resistente a salinidad, cultivada en el salar de Uyuni, Bolivia, una característica muy destacada de la biodiversidad de este cultivo, que además se realiza desde el nivel del mar hasta a más de 4.000 m s.n.m. (Mirando *et ál.*, 2017).

En el caso de Brasil, en casi 20 años hubo políticas diferenciadas para la agricultura familiar, enfocadas en el acceso a la tierra y al crédito rural y en el apoyo a la producción y comercialización. De esta forma, también se buscó responder a los retos planteados por el hambre y la inseguridad alimentaria por medio de políticas sociales y territoriales (Sabourin, 2015). La diversificación es la estrategia más importante que usan los campesinos para el manejo del riesgo de la producción en sistemas agrícolas familiares. En general, los agroecosistemas tradicionales son menos vulnerables a los daños catastróficos porque, en caso de pérdidas, la amplia diversidad de cultivos y variedades en los diferentes arreglos espaciales y temporales genera compensaciones. En la mayoría de los casos, los agricultores mantienen la diversidad como seguro para enfrentar el cambio ambiental o futuras necesidades sociales y económicas (Altieri y Nicholls, 2009; 2017).

Entre las estrategias que buscan aumentar la diversidad, pueden mencionarse las siguientes: a) sistemas de cultivos múltiples o policultivos, que tienen una mayor estabilidad y menor declinación de la productividad durante una sequía que los monocultivos; b) uso de la diversidad genética local, que explota la diversidad intraespecífica mediante la siembra simultánea y en el mismo campo de diversas variedades locales que, en general, son más resistentes a la sequía; c) colecta de plantas silvestres como subsistencia a través de la recolección alrededor de los cultivos; para grupos indígenas de la sierra mexicana, cuando sus cosechas son destruidas por el granizo o la sequía, las especies silvestres o «quelites» constituyen la única fuente de alimento alternativo, y d) sistemas de agroforestería y mulching, que utilizan la cobertura de los árboles para proteger los cultivos contra fluctuaciones extremas en microclima y humedad del suelo (Altieri y Nicholls, 2009; 2017).

La evasión del riesgo es la alternativa que más adoptan los indígenas de las serranías en México. Así, los tarahumaras de la sierra de Chihuahua bajan a las ciudades a coleccionar dinero que es remitido para subsanar los efectos de los desastres naturales (Saucedo *et ál.*, 2012; Altieri y Nicholls, 2009; 2017) e informan además varios sistemas de adaptación a la variabilidad del clima que poseen origen milenario. O, por ejemplo, los waru-warus (Fig. 2.5) del lago Titicaca en Bolivia, que consisten en campos elevados construidos sobre tierras de inundación estacional en sabanas y laderas de montaña. Fueron hallados no solo en Bolivia, sino también en Surinam, Venezuela, Colombia, Ecuador y Perú (McKey y Rostain, 2015). La combinación de camas elevadas y canales de desagüe ha demostrado tener efectos importantes en la regulación de la temperatura, prolongando la temporada de crecimiento, lo que permite mayor productividad en los waru-warus, en comparación con la de los suelos normales de la puna fertilizados químicamente.

En el caso de la cultura andina, se rescatan técnicas ancestrales que inspiran varias adaptaciones importantes. Por ejemplo, pueden mencionarse los andenes de Coctaca (Departamento de Humahuaca, Jujuy), que es una estructura de terrazas incaicas de gran valor cultural, que se originan en registros arqueológicos de Tarija, Bolivia (Ventura *et ál.*, 2010), o el caso de la andenería de Choquequirao en Perú (Ancajima Ojeda, 2013; Guzmán García, 2013). La agricultura en terrazas no depende de grandes inversiones en infraestructura y tecnología, siendo particularmente beneficiosa para los campesinos agricultores que operan sin recursos sustanciales o con el apoyo del Estado (Bocco y Napoletano, 2017).

Otra adaptación cultural importante a los contrastes ambientales han sido los sistemas basados en cultivos, animales y tecnologías agropastoriles diseñadas para proveer una dieta adecuada con recursos locales mientras se evitaba la erosión del suelo (Altieri y Nicholls, 2009). En esta cultura de montaña, sus calendarios y la cosmovisión asociada a los mismos, los conocimientos que absorbieron las actuales culturas andinas provenían de la cultura del Tawantinsuyo (conjunto de comunidades incas organizadas en forma de federación que encontraron los españoles a su llegada y que estos interpretaron como un imperio) y de sus predecesores, la llamada cultura de Tiawanacu, de donde aprendieron a comprender los aspectos que tienen que ver con la variación climática periódica a mediano y muy largo plazo. Sus nociones quedaron reflejadas en los actuales calendarios agrofestivos, que siguen siendo habituales en las comunidades actuales (Chuctaya Accamari y López García, 2016). La aplicación de estos conocimientos resultó en la división del ambiente andino en franjas agroclimáticas dispuestas según la altitud, cada una caracterizada por prácticas específicas de rotación del campo y cultivos, terrazas y sistemas de irrigación, y la selección de animales, cultivos y variedades, así como el mantenimiento de una amplia base genética que reduce la amenaza de la pérdida de cultivos debido a variaciones climáticas o por plagas y patógenos específicos a variedades particulares

de los cultivos (Altieri y Nicholls, 2009). Una adaptación conocida es el cultivo en tablones, en laderas de fuerte pendiente destinadas a cultivos de maíz bajo riego por las culturas incaica y también maya y azteca.

La adaptación a una agricultura de secano basada en la captura de agua fue también adoptada por los otomís del valle del Mezquital en México, quienes practicaron un manejo de los recursos naturales con un nivel de producción diversificada, adaptada a los distintos paisajes del valle, así como un énfasis en la agricultura de secano y uso intensivo del agave o maguey (*Agave spp.*) (Altieri y Nicholls, 2009).

Aun en el contexto de vivir con la ciencia moderna y los medios de comunicación, los patrones indígenas de los fenómenos de interpretación tienden a ser persistentes. Lejos de tomar el cambio climático de manera fatalista como algo dado, la gente busca significado y diseña adaptaciones usando su propio conocimiento. No buscan soluciones destinadas a adaptarse solo al cambio climático, sino soluciones integrales para aumentar su resiliencia a una amplia gama de crisis y tensiones de diversas fuentes. Por ejemplo, una práctica común de uso del suelo es dispersar las parcelas cultivadas en el territorio de la comunidad. En lugar de una sola trama continua, la mayoría de las personas cultiva parcelas diseminadas por la tierra de la comunidad, en diferentes elevaciones y en diferentes aspectos. Identifican claramente la función de esta estrategia como reducción de riesgos (Boillat y Berkes, 2013). Desde estos conocimientos tradicionales se reconoce la necesidad de buscar opciones basadas en la comunidad, mejor adaptación social y educación (Rogé et ál., 2014).

Dentro de los programas destinados a la conservación de los recursos nativos y patrimonio agrícola, destacan los sistemas importantes del patrimonio agrícola mundial (SIPAM), que corresponden a un programa creado en el marco de la Conferencia Río+10 con el impulso de la FAO. Se trata de un sistema de uso del suelo, de paisajes remarcables, que son ricos en biodiversidad. De 30 sistemas SIPAM existentes en el mundo, hay dos en América Latina, uno en Chiloé (Chile) y otro en el Corredor Cuzco-Puno, que integra los sistemas de Huaru Huaru, pero también todo el sistema típico de la región andina. Entre los sistemas relevantes preidentificados en una primera fase están el de los moxo, en la Amazonia boliviana, que se basa en el empleo de camellones de la zona que se inunda, próxima al cauce del río, y que es aprovechada para cultivos, y los sistemas tsu huaru huaru o sukakollos, que ocupan alrededor de 50.000 hectáreas alrededor del lago Titicaca, que también son un sistema de camellón similar al de los Moxo, bajo el mismo principio tecnológico (Rodríguez y Mesa, 2016).

Deben ser considerados también los sistemas silvopastoriles a partir de monte natural degradado, donde mediante eliminación del sotobosque o desmonte selectivo (eliminación de algunos árboles) se implantan pasturas. Estos sistemas permiten mitigar el cambio climático por acrecentamiento de stocks de carbono sobre y bajo el suelo (Montagnini et ál., 2013).

Existen también estrategias de comercialización que se han generado para mercados alternativos, con cadenas de valor para ciertos productos (especialmente de pequeños productores para mercados internos), grupos asociados con consumidores o nuevas cooperativas. En los países de la región se favorece a las industrias de procesos fundamentados en recursos naturales, con especializaciones diferenciadas, basadas en denominaciones de origen o en nichos de alto valor y bajo volumen de producción, aprovechando la hipersegmentación de los mercados característica de la oleada de globalización actual (Pérez, 2012; Barrientos Felipa, 2014). La mayor consideración por la trazabilidad se percibe en los canales de comercio minorista de la Unión Europea, donde muchos comercios exhiben etiquetado ecológico, certificando que un producto comercializado cumple con el Reglamento de Agricultura Orgánica de la Unión Europea, basado en la prohibición de fertilizantes y plaguicidas sintéticos (Charlebois et ál., 2014).

Algunos agricultores ya aplican varias estrategias para ayudar a reducir los riesgos climáticos y las incertidumbres, incluidas la agricultura en múltiples ubicaciones, la diversificación de cultivos y variedades, la búsqueda de fuentes de ingresos alternativas y la compra de seguros de cultivos. Tales esfuerzos a menudo ayudan a los agricultores a mantener un ingreso más estable, al mismo tiempo que protegen y preservan la productividad de la tierra. Sin embargo, otros agricultores no han implementado estrategias básicas de gestión de riesgos a pesar de sus claros beneficios.

7.5. Barreras, oportunidades e interacciones

Las interrelaciones de las medidas de adaptación al cambio climático con diferentes objetivos se muestran en la **Figura 7.6**.

7.5.1. Mitigación

Existen cobeneficios obvios de la agricultura climáticamente inteligente (ACI) que promueve acciones coordinadas hacia una mayor resiliencia climática, priorizando intervenciones que pueden mejorar la productividad y los ingresos, ayudar a los agricultores a adaptarse al riesgo actual y disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero en el presente y futuro (Shirsath et ál., 2017). Por otro lado, la agricultura sin labranza (siembra directa) también se recomienda como una práctica de adaptación que mejora la calidad del suelo y la resiliencia ante eventos climáticos extremos (Merante et ál., 2017). Las políticas para promover el uso de biocombustibles por parte de los gobiernos generalmente persiguen el objetivo de reducir el uso de combustibles fósiles. Sin embargo, tienen efectos adversos significativos cuando promueven cambios en el uso del suelo y las emisiones de GEI en otros sectores y amenazan la seguridad alimentaria (Howden et ál., 2007; Miyake et ál., 2014).

Acciones de adaptación [1]	Mitigación	Protección degradación tierras	Seguridad alimentaria	Salud	Reducción de la pobreza	Agua	ODS [2]	Sentadai [3]
Sistemas de monitoreo y alerta temprana de eventos climáticos extremos (sequías, tormentas, granizadas, heladas, etc.)	●	●	●	●	●	●		1 2
Almacenamiento y bombeo de agua; sistemas de riego	●	●	●	●	●	●		3
Nuevas variedades y tipos de cultivos y animales, con resistencia a sequía y a plagas	●	●	●	●	●	●		3
Uso de métodos y técnicas tradicionales	●	●	●	●	●	●		4
Cambios de sitios de producción animal y vegetal	●	●	●	●	●	●		2 3
Conservación del suelo y el agua	●	●	●	●	●	●		2 3
Sistemas de seguros por pérdidas	●	●	●	●	●	●		2 4
Ordenamiento territorial	●	●	●	●	●	●		2 4

[1] Para cada una de las medidas se valoraron, según el criterio de los autores, los distintos parámetros señalados en la tabla (como la mitigación u otros aspectos del desarrollo). Las interacciones se señalaron con círculos verdes (●) en el caso de los cobeneficios; con círculos rojos (●) en el caso de los antagonismos y contraindicaciones; o con un punto gris (●) en el caso de interacción neutra o no detectada. El tamaño de los círculos verdes y rojos indica mayor o menor grado de interacción (ya sea de cobeneficio o de antagonismo). Además, para cada una de las medidas, se señalaron las interacciones con respecto a los ODS y Sentadai.

[3] **Prioridades del Marco Sentadai:** 1 comprensión del riesgo de desastres; 2 fortalecimiento de la gobernanza del riesgo de desastres para la gestión del riesgo de desastres; 3 invertir en la reducción del riesgo de desastres para aumentar la resiliencia; 4 mejorar la preparación ante los desastres para una respuesta eficaz y «reconstruir mejor» en la recuperación, la rehabilitación y la reconstrucción.

[2] **Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS):**

ODS-1, erradicación de la pobreza:	ODS-2, hambre cero y agricultura sostenible:	ODS-3, salud y bienestar:	ODS-4, educación de calidad:	ODS-5, igualdad de género:	ODS-6, agua limpia y saneamiento:	ODS-7, energía limpia y asequible:	ODS-8, trabajo decente y crecimiento económico:	ODS-9, infraestructura de innovación:	ODS-10, reducir las desigualdades:	ODS-11, ciudades y comunidades sostenibles:	ODS-12, producción y consumo responsables:	ODS-13, acción contra el cambio climático mundial:	ODS-14, vida en el agua:	ODS-15, vida terrestre:	ODS-16, paz, justicia e instituciones eficaces:	ODS-17, asociaciones y medios de ejecución:

Figura 7.6. Interacciones en el ámbito de los recursos agropecuarios entre acciones de adaptación y otros aspectos del desarrollo. Fuente: elaboración propia.

7.5.2. Prevención de la degradación de la tierra

Un estudio del estado de los suelos del mundo muestra que la erosión global es el principal proceso de degradación, seguido del desequilibrio de nutrientes (déficits y excesos), la pérdida de reservas de carbono y la salinización (FAO e IPTS, 2015). En términos generales, la prevención de la degradación interacciona positivamente con la adaptación (y viceversa), principalmente debido a las mejoras en la calidad del suelo y en la biodiversidad y al aumento en las reservas de carbono. Las medidas de adaptación relacionadas con los cambios en las zonas de siembra o plantación o el desplazamiento de las producciones tienen el riesgo inherente de invadir tierras vulnerables, ya sea por su aridez o por sus suelos menos fértiles. Por ejemplo, en el centro de Argentina, ayudada por los aumentos de lluvia y la agricultura sin labranza, la agricultura basada en la soja avanzó hacia el oeste en reemplazo de los bosques y pastos, causando aumentos generalizados de las aguas subterráneas, inundaciones y salinización (Andrade *et ál.*, 2017).

Las acciones relacionadas con la adopción de nuevas variedades o fechas de siembra, el control de la erosión o las tormentas de viento, así como la incorporación de materia orgánica al suelo, abonos verdes, compostaje, estiércol y la reutilización de efluentes de industria alimenticia muestran claros beneficios colaterales con la prevención de la desertificación. La adopción de prácticas efectivas de conservación puede reducir los riesgos de erosión del suelo, mejorar la calidad del suelo y el agua, aumentar el balance de carbono del suelo y del ecosistema y adaptarse y mitigar el cambio climático abrupto (Lal, 2015). Sin embargo, también pueden aparecer algunos efectos adversos, por ejemplo, cuando las tierras vulnerables a la erosión se ponen en cultivo por decisiones de política pública, o el uso excesivo de agua para riego o, peor aún, salinización del suelo debido a la mala calidad del agua para riego (Elliott *et ál.*, 2014).

7.5.3. Biodiversidad y servicios ecosistémicos

La conservación o mejora de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos es beneficiosa para todas las acciones de adaptación al cambio climático, asumiendo la existencia implícita de varios cobeneficios. Por ejemplo, cuando se implementan prácticas de control de erosión, las reservas de carbono y la resiliencia climática aumentan en áreas degradadas (Munang *et ál.*, 2013). En forma análoga, lo mismo sucede cuando se utiliza agricultura de conservación (p. ej., cultivos de cobertura, cultivos asociados, labranza reducida) que mejora la resiliencia climática del sistema (Poeplau y Don, 2015; Merante *et ál.*, 2017), se usan sistemas combinados con estrategias basadas en la agroecología y diversificación de plantas y cultivos en la agricultura campesina (Altieri y Nicholls, 2017), o cuando se incluyen árboles en

sistemas agrícolas o ganaderos (agrosilvicultura y sistemas silvopastoriles), o con el empleo de bioinsumos, biocidas, biocontroladores y el reconocimiento y aplicación de prácticas provenientes del conocimiento ancestral y producto de la observación.

7.5.4. Seguridad alimentaria

Los impactos del cambio climático en la seguridad y en las desigualdades alimentarias serán peores en países que ya sufren altos niveles de hambre y empeorarán con el tiempo (ver **Tabla 7.1**; Wheeler y Von Braun, 2013). Las acciones de adaptación, como la agricultura climáticamente inteligente o la combinación de prácticas de conservación agrícola, con producciones integradas basadas en la agroecología, que buscan aumentar la resiliencia de los sistemas agrícolas, muestran claros beneficios colaterales con la seguridad alimentaria (The World Bank *et ál.*, 2014a; b). Sin embargo, todo esto no parece suficiente porque todo el sistema alimentario debe ajustarse al cambio climático, prestando especial atención también al comercio, las existencias y las opciones de política social y de nutrición (Wheeler y Von Braun, 2013; Lipper *et ál.*, 2014). También son efectivas las adaptaciones implementadas en los cultivos, como los cambios de sistemas y fechas de siembra, que aumentan los rendimientos un 7-15 % en promedio, con adaptaciones más efectivas para el trigo y el arroz que el maíz (Challinor *et ál.*, 2014). La existencia de impactos negativos o intercambios entre las acciones de adaptación y la seguridad alimentaria son menos evidentes. Por ejemplo, cuando se resuelve un problema, se genera otro no deseado, como ocurre en suelos fértiles donde la fertilización posibilita la inclusión de otros cultivos con mayor demanda de agua y más propensos a sufrir estrés hídrico (Lobell, 2014).

7.5.5. Salud

Existe una obvia relación entre el clima y, en especial, sus eventos extremos y la salud humana. En un estudio realizado por Watts *et ál.* (2015), el sector agropecuario aparece indirectamente vinculado con los problemas de malnutrición generados por la menor producción de alimentos y la pérdida de servicios ecosistémicos y biodiversidad, usualmente atribuidos a procesos de degradación y al cambio climático. La erosión eólica también puede causar problemas de salud en vías respiratorias (Kampa y Castanas, 2008); por ejemplo, debido al transporte de organismos patógenos de todo tipo, así como otros elementos dañinos (PM₁₀, por ejemplo) en sedimentos transportados por el viento, usualmente cuando hay erosión eólica en suelos de uso agropecuario (Acosta Martínez *et ál.*, 2015). Los impactos de las medidas implementadas para controlar la erosión eólica son más bien indirectos; por ejemplo, mejoras en la calidad de vida o en el acceso a la alimentación y bienes necesarios para mantener un buen estándar de calidad de vida que generan una mejor producción agropecuaria o conservación de servicios ecosistémicos.

7.5.6. Reducción de la pobreza

En general, las medidas de adaptación basadas en la agricultura tienen por objetivo bien aumentar la producción, bien minimizar el riesgo de desastres, por lo que su impacto sobre la reducción de la pobreza es de neutro a positivo. Sin embargo, en casos en que esas medidas de adaptación impliquen migración de personas entre áreas rurales, algo muy común en casos de economías basadas en el sector agropecuario, ello puede generar mayor pobreza a corto plazo, a no ser que existan instituciones locales que actúen ayudando y acomodando a la movilidad humana (Tacoli, 2009). Las medidas de protección social y de reducción del riesgo de desastres diseñadas para limitar los daños causados por los impactos y los eventos extremos (p. ej., inundaciones, sequías, olas de calor, etc.) pueden no ser suficientes a largo plazo si no se considera también la reducción de la dependencia de las actividades de medios de vida sensibles al clima entre las estrategias de adaptación (Davies *et ál.*, 2009).

7.5.7. Provisión de agua

Muchas medidas de adaptación en el sector agropecuario ejercen impactos positivos sobre el agua, en especial aquellas que implican una mejor conservación y uso del recurso, o la preservación del rol de los ecosistemas en el ciclo hidrológico. No obstante, otras medidas —sobre todo las de tipo estructural que tienden a asegurar una mayor accesibilidad a fuentes de agua disponible para riego— pueden entrar en conflicto en el futuro, dadas las limitaciones de agua dulce en algunas regiones muy irrigadas, donde se podría requerir la reversión de muchas tierras de cultivo desde el regadío hacia el manejo de secano (Elliott *et ál.*, 2014). Se requiere un enfoque integrado entre todos los componentes del sistema agua, energía, alimento y agricultura. El nexo agua, energía y alimentación y las respuestas de adaptación están interrelacionados de numerosas maneras. La adaptación efectiva al cambio climático requiere el uso eficiente de la tierra, el agua, la energía y otros recursos vitales, y esfuerzos coordinados para minimizar las compensaciones y maximizar las sinergias (Rasul y Sharma, 2016).

7.5.8. Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de Naciones Unidas

Las medidas de adaptación se relacionan con un total de siete ODS (PNUD, 2015). Dada su relación directa, todas se vinculan con el ODS 13 (acción climática), que busca incrementar la resiliencia ante los cambios y los eventos extremos del clima. Aquellas medidas que accionan sobre los ecosistemas y bosques se relacionan directamente con el ODS 15 (vida en la Tierra), que busca incrementar la biodiversidad y los servicios ecosistémicos. Las medidas que buscan protegerse de plagas, mejorar sistemas de información, y mejorar prácticas agronómicas y cultivos se

relacionan directamente con el ODS 2 (hambre cero). Existen algunas medidas multipropósito, como por ejemplo, la implementación de métodos y técnicas tradicionales y de la agricultura climáticamente inteligente (ACI), que tienden a cumplir los ODS 1 (reducción de la pobreza), 2 (hambre cero), 5 (igualdad de género), 10 (reducir las inequidades) y 13 (acción climática).

7.5.9. Prioridades del Marco de Sendai

El Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030 se adoptó en la tercera Conferencia Mundial de las Naciones Unidas celebrada en Sendai (Japón) el 18 de marzo de 2015. Dicho Marco expresa la necesidad de comprender mejor el riesgo de desastres en todas sus dimensiones relativas a la exposición, la vulnerabilidad y características de las amenazas, el fortalecimiento de la gobernanza del riesgo de desastres, y la necesidad de prepararse para reconstruir mejor, entre otros objetivos (Naciones Unidas, 2015).

Entre las medidas de adaptación enumeradas, existe un conjunto de ellas que cumple con los objetivos trazados por las Prioridades 1 (comprender el riesgo de desastres) y 2 (fortalecer la gobernanza del riesgo de desastres para gestionar dicho riesgo). Se trata de la implementación de sistemas de monitoreo y alerta temprana para riesgos climáticos e irrupción de plagas, regulación del uso de tierras e implementación de más áreas protegidas. Otras, como el control de deslizamiento de laderas, la implementación de obras agrohídrológicas para control de anegamientos y el control de incendios, se agregan como objetivo a la reducción del riesgo de desastres para la resiliencia. Las medidas de adaptación basada en la comunidad cumplen con la Prioridad 4, que consiste en aumentar la preparación para casos de desastre a fin de dar una respuesta eficaz y para reconstruir mejor en los ámbitos de la recuperación, la rehabilitación y la reconstrucción.

7.6. Medidas o indicadores de la efectividad de la adaptación

En contraste con la mitigación, donde la efectividad de la acción política se puede medir a través de la métrica toneladas de CO₂ equivalente reducido, no existe una métrica universalmente aceptada para evaluar la efectividad de la adaptación. Sin tal métrica, los organismos financieros de adaptación, como el Fondo de Adaptación o el Fondo Verde para el Clima, enfrentan desafíos cuando intentan comparar el efecto de adaptación de los proyectos para lograr una asignación eficiente de sus fondos (Stadelmann *et ál.*, 2015). Las contribuciones se centran en el comportamiento de los agricultores, con importantes investigaciones sobre género, redes sociales e instituciones que siguen estando poco representadas (Davidson, 2016).

Siguiendo un criterio análogo al utilizado por IPCC en sus estudios, puede adoptarse a la cantidad de personas afectadas como una métrica posible. En este sentido, la mayor parte de las 26 medidas de adaptación enumeradas en la **Figura 7.5** poseen el potencial de afectar hasta unos 25 millones de habitantes, con excepción de las medidas 21 (regulación del uso de las tierras) y 22 (seguridad en el régimen de tenencia de las tierras), que pueden afectar a más población (> 25 millones de personas).

Sin embargo, esta métrica basada en cantidad de personas afectadas dice poco acerca de la efectividad de la práctica o medida tomada, o del riesgo de maladaptación. Esta es un proceso que exagera los impactos negativos del cambio climático en el territorio, sector o grupo de personas a través del incremento de las causas preexistentes de vulnerabilidad o la creación de nuevas causas (Magnan *et ál.*, 2016). Se pueden identificar tres tipos de resultados de maladaptación: a) aumento de la vulnerabilidad, b) aparición de nueva vulnerabilidad, y c) daños al desarrollo sostenible (Juhola *et ál.*, 2016).

- a) Aumento de la vulnerabilidad: se incluyen aquí casos de exposición y sensibilidad incrementadas, como por ejemplo, la plantación de árboles de sombreado que dañan la infraestructura existente en caso de tormentas.
- b) Aparición de nueva vulnerabilidad: se cuenta aquí el caso de la utilización productiva de planicies de inundación y humedales que pueden limitar la futura capacidad de respuesta de ríos a crecidas. Muchos agricultores contrarrestan la incertidumbre climática mediante el uso de plaguicidas, lo cual puede eliminar insectos beneficiosos, empeorando las condiciones. En el caso de Brasil, se ha difundido el uso del doble cultivo en algunas regiones tropicales, lo cual en un contexto de cambio en las lluvias se volvió maladaptación (UNEP, 2019).
- c) Daños al desarrollo sostenible: en general, todas aquellas acciones de adaptación que incrementan las emisiones de GEI y la degradación ambiental. Un ejemplo muy claro son los sistemas de regadío con agua de calidad deficiente que terminan causando salinización de suelos.

7.7. Casos de estudio

En la **Figura 7.7** se presentan brevemente los casos de estudio que posteriormente son desarrollados en más detalle.

7.7.1. Análisis comparativo de los avances en la frontera agropecuaria sucedidos en la Argentina y en Brasil

7.7.1.1. Resumen del caso

Brasil y Argentina han experimentado importantes cambios de uso del suelo en las últimas décadas que presentan muchas

similitudes, pero también marcadas diferencias. En ambos casos, los cambios de uso del suelo estuvieron fomentados por demandas de mercados internacionales, el cultivo de soja y la ganadería en ambos países, pero en Brasil se dio además por la demanda de bioenergía, fomentada a nivel gubernamental por el Programa Pro-Alcohol mediante el aprovechamiento de los residuos de caña de azúcar. En la Argentina, el avance sobre ecosistemas más frágiles se dio con tecnologías propias de la producción pampeana húmeda, mientras que en Brasil existió una planificación centralizada, lo que contribuyó a generar la infraestructura necesaria para este desarrollo. No obstante, problemas como la desigual tenencia de la tierra o la falta de población rural son comunes en ambas situaciones.

7.7.1.2. Introducción a la problemática del caso

Los desplazamientos de áreas de cultivo o producción pueden originarse, entre otros motivos, como medidas de tipo tecnológico de adaptación al cambio climático. Estas pueden estar planificadas desde los diferentes estamentos gubernamentales o ser de tipo autónomo, producto de iniciativas individuales, muchas veces por condiciones económicas coyunturales. Estos desplazamientos de áreas de producción pueden generar, en muchas situaciones, interacciones negativas con la conservación de la biodiversidad y otros servicios ecosistémicos. Muchos países en vías de desarrollo se han visto muy afectados por estos cambios en las últimas décadas, en general asociados con el aumento de las presiones de uso del suelo. El Cono Sur de Sudamérica es un claro ejemplo de avance de la frontera agropecuaria en varios países, principalmente en los dos de mayor superficie, Argentina y Brasil, aunque con peculiaridades en el proceso de expansión.

7.7.1.3. Descripción del caso

El avance de la frontera agropecuaria en la Argentina fue el resultado de cambios favorables en el régimen y cantidad de lluvias, que facilitó la agricultura de verano (p. ej., soja, girasol y maíz) en donde antes solo se llevaba a cabo ganadería vacuna con pastoreo directo (oeste de la región pampeana) e inclusive desmonte en la región norte semiárida. El proceso vino acompañado por tecnologías como la siembra directa o cultivos modificados genéticamente. Este proceso económico motivó que la Argentina pasara de cultivar unos 18 millones de hectáreas en 1990 a 32 millones de hectáreas en 2015. La producción pasó en ese periodo de 25 a 130 millones de toneladas de granos, con prevalencia del cultivo de soja, acompañado por elevados precios en el mercado internacional. El país desarrolló un fenomenal complejo aceitero y se convirtió en el primer exportador mundial de aceite de soja (Satorre, 2005; Viglizzo y Jobbagy, 2010; Andrade *et ál.*, 2017). La **Figura 7.8** muestra las direcciones de avance y de retroceso de estos cambios. En el caso del cultivo de maíz, contribuyó la adopción de la siembra tar-

Título del caso	País/es	Región/es	Factor climático determinante	Ámbito geográfico	Tipos de adaptación	Aplicabilidad
Análisis comparativo de los avances en la frontera agropecuaria sucedidos en la Argentina y en Brasil.	Argentina y Brasil			Subnacional	A	Subnacional
Selección de germoplasma adaptado de banana en el Nordeste de la Argentina.	Argentina			Local	P	Subnacional
Adaptación de caficultores de México y Perú a la aparición de roya asociada al cambio del clima. Selección de plantas matrices de café tolerantes a la roya.	México y Perú			Local	P	Subnacional
Cambio en fecha de siembra para aprovechamiento de humedad en el centro de México.	México			Local/ municipal	A	Local
Control de degradación y desertificación con innovaciones agroforestales en la Amazonia peruana.	Perú			Local	P	Subnacional

Factor climático determinante:

- Aumento de la temperatura
- Sequía
- Aumento de la precipitación
- Disminución de la precipitación
- Temperaturas extremas
- Tormentas intensas y huracanes
- Inundación
- Sequía
- Subida del nivel del mar
- Acidificación del océano
- Cambios en la estacionalidad
- Fertilización por CO₂

Regiones:



Tipos de adaptación:

- P** planificada, esto es, si es el resultado de decisiones políticas deliberadas;
- A** autónoma, esto es, si se realiza normalmente por individuos, comunidades o entes privados;
- dura (mediante infraestructuras o aplicaciones tecnológicas);
- blanda (acciones políticas, sociales, formativas, etc.);
- verde (acciones basadas en los ecosistemas).

Figura 7.7. Caracterización de los casos de estudio (sector: recursos agropecuarios). *Fuente:* elaboración propia.

día del maíz para evadir la seca estival durante la floración (Gambín et ál., 2016).

Así como en la Argentina, donde la expansión de la frontera agrícola se hizo básicamente a expensas del bioma chaco-pampeano, en Brasil ocurrió algo semejante con el Cerrado, y también puso en tensión la preservación de un importante sistema natural vs. una fuente de riqueza enorme. La expansión económica brasileña comienza en las áreas litorales, acompañando el crecimiento en la población del país, siendo

incorporadas más tarde aquellas áreas con una ubicación más central. Ya entre 1930 y 1945 comenzó la primera fase del movimiento «marcha para el oeste». Este periodo fue fundamental para la intensificación del uso del suelo en el Cerrado a partir de la construcción de una red de carreteras y núcleos urbanos dispersos por el interior del país (Ferreira et ál., 2016). El movimiento no tuvo solo un fin de promoción de la agricultura, sino que fue, en sí mismo, un hecho mucho más complejo, con fundamentaciones políticas y sociales

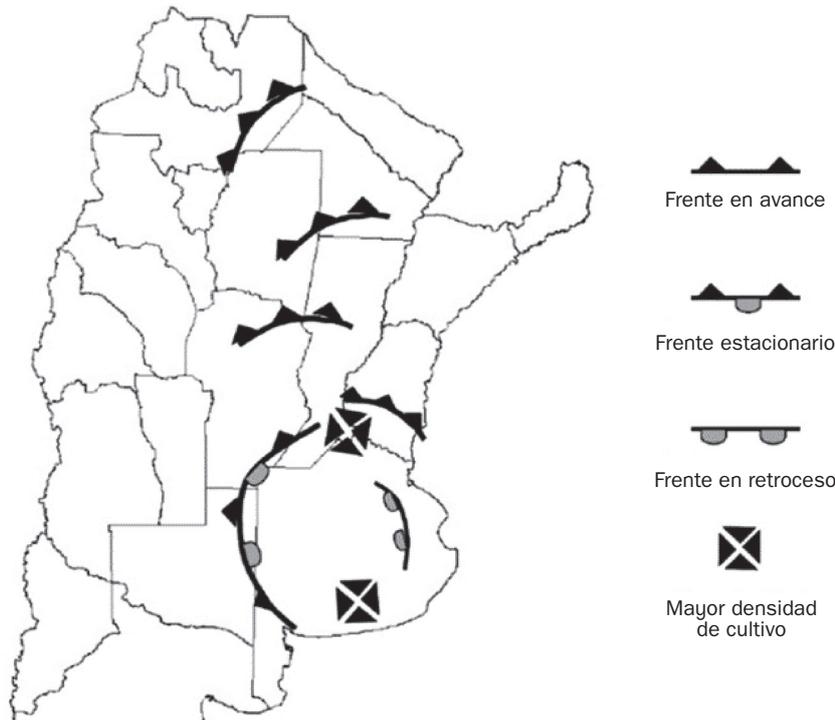


Figura 7.8. Dinámica de la frontera agrícola bajo producción en condiciones de sequo.
Fuente: Viglizzo y Jobbagy, 2010.

que respondían a sectores de la política nacional liderada en aquellos años por Getúlio Vargas. Se trataba en verdad de una política de población del interior de Brasil.

La transformación definitiva de la agricultura brasileña tiene su origen en la segunda mitad de la década de 1950, con el plan de modernización impulsado por el presidente Juscelino Kubitschek. Hasta ese entonces, las tierras agrícolas se localizaban principalmente en el sur del país, pero tanto por escasez de tierras como por la necesidad de un aumento en la productividad, se manifestó aún más la necesidad de expandirse hacia otros sectores. Aunque las tierras del Cerrado no eran casi usadas en ese entonces para la producción agrícola, desde el punto de vista edafo-ambiental se adecuaban muy bien a la agricultura moderna de ese momento basada en el paquete tecnológico de la «revolución verde». La **Figura 7.9** muestra la distribución de la cobertura vegetal nativa y de áreas de uso antrópico (en color rosa) en los seis biomas brasileños con resalto para el Cerrado.

Según Amorin Salim (1986), citado por Silva (2000), hubo medidas de promoción que indujeron a los productores rurales a realizar las acciones esperadas para el desarrollo agrícola de la región. Estas medidas contemplaban créditos, asistencia técnica, seguros contra riesgos e incentivos fiscales, entre otras. Un hito importante desde el punto de vista de las acciones federales fue la creación de EMBRAPA, responsable de la generación de tecnologías agrícolas aptas para una región de esas características.

No puede soslayarse que contribuyó también para su ocupación y explotación el bajo precio de las tierras de la región del Cerrado. Todo este aumento en el área bajo producción y su productividad agrícola tuvieron su contracara en una fuerte modificación del paisaje y la retirada en vastos sectores de la casi totalidad de la cubierta vegetal nativa, tal como señala Lima (1996). Shiki (1998) asegura que, en este proceso de transformación de la producción agrícola en el Cerrado y su modelo de alta capacidad tecnológica, también se produjo un traslado de agricultores pequeños hacia áreas menos aptas, intentando mantener una agricultura de subsistencia y una producción lechera tradicional con bajo nivel de tecnificación. Algunos de los varios programas de fomento de las actividades terminaron resultando funcionales a la transferencia de recursos financieros a los grandes propietarios. El proceso de incremento de la producción en el Cerrado tuvo entonces, como parte negativa, una marginalización de pequeños propietarios que vendieron sus tierras ubicadas en las áreas planas y se instalaron en otras de relieve

más accidentado. En muchas situaciones se produjo una migración hacia los centros urbanos.

En las últimas dos décadas las tierras brasileñas bajo producción agropecuaria se han mantenido estables, aunque su productividad en términos generales (granos, leche y carne) ha aumentado, hecho que hace que su agricultura sea más competitiva. La desaceleración en la ocupación de tierras y la consecuente disminución en la tasa de desmonte, aun con el aumento de los precios de las materias primas agrícolas, indican un cierto éxito en las políticas implementadas para frenar la deforestación (Barretto et al., 2013).

El riesgo inherente de cualquier adaptación autónoma es el avance hacia áreas más vulnerables, tanto desde lo climático como desde lo edáfico. El problema se incrementa cuando los agricultores, o directamente las empresas, utilizan las mismas tecnologías de producción de las áreas más fértiles de origen en aquellas con mayor riesgo de utilización. Cuando la expansión es analizada exclusivamente desde el punto de vista financiero, sin considerar los impactos ambientales ni ningún otro tipo de externalidades, seguramente los resultados aparecen como favorables.

7.7.1.4. Limitaciones e interacciones

Existen cobeneficios identificables en los casos de ambos países, como la mayor producción y actividad económica,

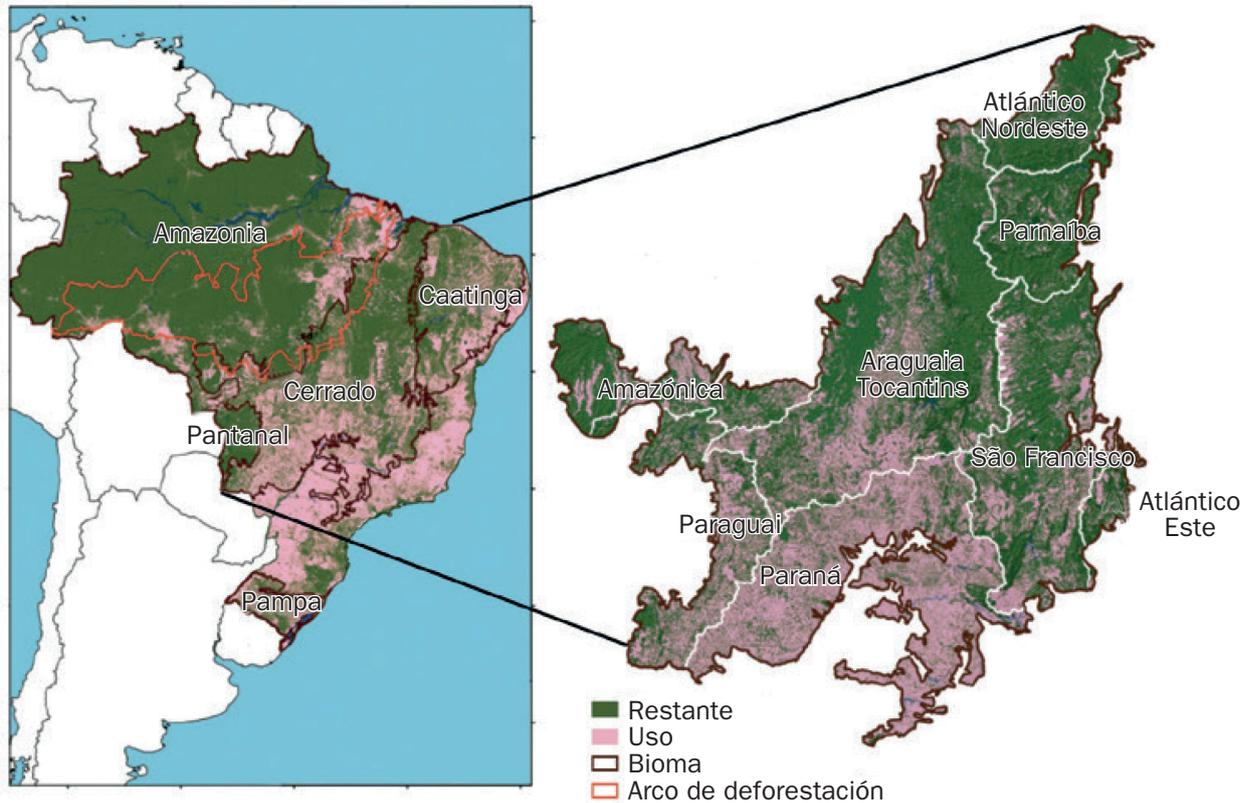


Figura 7.9. Distribución de la cobertura vegetal nativa y de áreas de uso antrópico (en color rosa) en los seis biomas brasileños con resalto para el Cerrado, que es la región que ha perdido más vegetación nativa en los últimos 50 años (1 millón de km²), y para las cuencas hidrográficas con nacientes en ese bioma (delimitadas por líneas blancas). Fuente: Ferreira et ál., 2016.

aun cuando existen dudas en cuanto a en qué medida este desarrollo repercute en la actividad local o se transfiere a los centros de concentración económica más importantes. Las interacciones negativas más claras tienen que ver con las consecuencias de tipo hidrológico (p. ej., ascensos freáticos, inundaciones), pérdidas de biodiversidad, mayor degradación de suelos, etc.

Existen consecuencias sociales negativas, como el desplazamiento de población rural a las ciudades del interior, y aun a los grandes centros urbanos, o de población nativa sin posesión de la tierra o con formas de tenencia precarias.

7.7.1.5. Lecciones identificadas

En un contexto en que se asocia el cambio climático con impactos adversos sobre la producción, algunas de estas situaciones pueden ser ejemplo de cambio positivo —al menos en algún aspecto— atribuibles al cambio climático. Deben generarse tecnologías de cultivos y de manejo de suelos aptas para estas nuevas zonas de producción, sin caer en la «practicidad» de implementar en forma directa paquetes tecnológicos que puedan haber sido exitosos en

otras situaciones. Deben considerarse las consecuencias sociales de los avances de la frontera agrícola (migraciones, falta de empleo, oportunidades para los que permanecen, formas de tenencia y utilización de las tierras, etc.).

7.7.2. Selección de germoplasma adaptado de banana en el Nordeste de la Argentina

7.7.2.1. Resumen del caso

En las últimas décadas, el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria de Argentina (INTA) y los productores zonales han hecho importantes esfuerzos para diversificar los sistemas productivos del Nordeste del país, especialmente en la zona húmeda de la provincia de Formosa, donde existen condiciones agroclimáticas aptas para el cultivo del banano. Esta producción está amenazada por la alta probabilidad de heladas y sequías y por los cambios proyectados del clima, que anuncian un incremento en la temperatura media

y varianza del clima, presencia de inviernos cortos y pocos días muy fríos. En principio se piensa que los subtropicales saldrán favorecidos para la producción de banana, por lo que en 2005 se comenzó la selección de germoplasma con esta mirada prospectiva hacia 2025-2030. Se trabajó en forma integrada, aunando genética con la generación y la validación de prácticas de cultivo para el manejo de las líneas, lo que permitirá obtener cantidad y calidad de la producción. Los clones fueron provistos y seleccionados por y con los agricultores de la zona a través de un proceso de investigación-acción participativa. Se observaron beneficios muy evidentes en los sistemas de producción, con control biológico de plagas y la mejora en la calidad de los suelos. No obstante, se alerta acerca del riesgo de disminuir la variabilidad genética de la región, aumentar la susceptibilidad a plagas y enfermedades, e invadir áreas más vulnerables en cuanto a suelo y clima, con potencial pérdida de biodiversidad.

7.7.2.2. Introducción a la problemática del caso

El banano es el octavo cultivo alimentario del mundo y el cuarto entre los países menos desarrollados, primero en volumen y en valor económico (FAOSTAT, 2018). Es un importante cultivo para muchos países en vías de desarrollo, junto con el trigo, maíz y arroz (FAO, 2007).

La región subtropical húmeda de la provincia de Formosa, ubicada en el Nordeste argentino, presenta una zona de condiciones climáticas favorables para el desarrollo del cultivo, pese a la alta probabilidad de ocurrencia de heladas y sequías. Entre las variedades cultivadas se tiene la Nanica y la Nanicao, ambas del subgrupo Cavendish (Colque y Tenaglia, 2010).

En la selección de material genético adaptado es necesario tener en cuenta los efectos provocados por el cambio climático, que se vuelve relevante en esta escala de tiempo, donde el horizonte está a 20 o 30 años. Los modelos predictivos pronostican un incremento en la temperatura media y varianza del clima, presencia de inviernos cortos y escasez de días muy fríos. La media de la precipitación no cambiaría mucho, y si lo hiciera, aumentaría y sería intensa y concentrada. En principio, los subtropicales saldrán favorecidos en lo que hace a su potencial para la producción de banana (Jarvis, 2008).

7.7.2.3. Descripción del caso

En el año 2005 se comenzó la selección de germoplasma con esta mirada prospectiva. El primer enfoque fue el análisis sobre las condiciones agroclimáticas en las cuales deberá desarrollarse el material seleccionado, que estaría en plena producción hacia el 2025-2030. El segundo enfoque fue el alto polimorfismo existente entre los clones cultivados por agricultores familiares, lo cual permite mayor

flexibilidad para responder a los cambios ambientales (Ermini *et ál.*, 2013; 2016).

De forma integrada, junto con la genética se trabajó en la generación y la validación de prácticas de cultivo para el manejo de las líneas que permitirán obtener cantidad y calidad de producción. También se tomaron en cuenta aspectos como labores culturales, manejo de suelo, protección y trabajo sobre los racimos, manejo integrado de plagas, fenología, suma térmica y capacitación e información a los jóvenes (Colque y Tenaglia, 2010).

Clima: las temperaturas del mes de julio fueron 3,5-5 °C superiores a las del periodo 1985-2005, teniendo tres días de heladas muy severas, que produjeron un enorme daño en los cultivos. Hubo temperaturas medias más altas, con pocos días muy fríos. Se observó que la tendencia está confirmada por los modelos predictivos.

Evaluación de clones de banana: entre marzo y abril de 2012 se marcaron en la región subtropical norte de Formosa 684 plantas dentro de 84 lotes de agricultores familiares, que mostraron estabilidad de rendimiento entre 2006 y 2011, como criterio de adaptación al cambio climático. Las plantas fueron evaluadas durante ese periodo en variables vegetativas (altura, diámetro de seudotallo, números de hojas a floración y cosecha) y de producción o rendimiento (número de manos y peso del cacho).

Criterio de selección de clones: el primer criterio de selección para estos 684 clones fue su resiliencia, es decir, aquellos clones que mantuvieron un rendimiento alto durante todos los ciclos productivos, soportando cambios sin importar la dirección de los mismos, años con heladas intensas, sin heladas, secos, muy lluviosos y todas las condiciones que afrontaron desde 2006 (Tenaglia, comunicación personal). Se buscaron clones que tuvieran un buen rendimiento todos los años, asegurando estabilidad en la producción al agricultor familiar. El segundo criterio fue el ciclo de los clones. La estrategia planteada es la producción anual, que se inicia después de las heladas y finaliza con las mismas. Los cultivos tropicales no tienen tolerancia a las heladas; por ello se buscó escapar a las mismas con ciclos cortos y manejo.

Implantación de ensayo comparativo de rendimiento de los clones seleccionados en el proceso de investigación-acción participativa: en la campaña 2014/2015, 140 clones del total de plantas marcadas provenientes de 8 lotes fueron seleccionados e implantados en un ensayo de evaluación en un ambiente único, con un diseño estadístico aumentado (Nokoe y Ortiz, 1998; Ortiz y De Cauwer, 1998). El ensayo se lleva adelante en el campo experimental del INTA – IPAF Región NEA de Laguna Nainneck, Formosa (Tenaglia, comunicación personal).

7.7.2.4. Limitaciones e interacciones

Además de las limitaciones ya mencionadas, como la pérdida de variabilidad, y las ventajas como la participación de

los productores, puede suceder que la concentración de la producción debida al manejo conlleve aparejados picos de demandas en nutrientes (N, K, P, Mg, Ca), agua y grandes volúmenes de rastrojos (C/N) después de la cosecha, provocando un desequilibrio entre las ofertas y demandas de los elementos en los diferentes ciclos.

Existen cobeneficios a partir de la utilización de agentes biológicos en el manejo de plagas y enfermedades. El control del picudo del banano (*Cosmopolites sordidus*), muy difícil de combatir por su hábito de vida, resulta muy agresivo al medio ambiente cuando se realiza con productos químicos. Por otro lado, las distintas prácticas de manejo, como la utilización de cultivos de cobertura, aumentan la capacidad de retener agua disponible para el cultivo a la vez que mejoran, la estructura del suelo y la infiltración de agua, incrementan la materia orgánica, etc.

7.7.2.5. Lecciones identificadas

Todas las áreas de conocimiento (genética, suelos, coberturas, fertilización, riego, MIP, educación, etc.) son fundamentales para llevar adelante el cultivo. Resulta imposible avanzar con un solo pilar; todas esas áreas deben estar involucradas en un desarrollo conjunto con una visión sistémica e incorporando información del contexto. Existió una participación activa de actores locales —productores y empresas— para poder emprender con éxito la tarea de consolidación de un cultivo, que no era común en el país, con buenos resultados en la búsqueda de variedades climáticamente resilientes y con control biológico de plagas. Sin embargo, hay riesgo de invasión de áreas más vulnerables en cuanto a suelo y clima, con potencial pérdida de biodiversidad.

7.7.3. Selección de plantas matrices de café tolerantes a la roya en Perú

7.7.3.1. Resumen del caso

El Perú es un importante productor y exportador de café de calidad, producción que se encuentra amenazada por la modificación en la variación climática observada por el aumento de la cantidad de lluvias en periodos inusuales. Ello ha generado condiciones para la propagación de la roya amarilla (*Hemeleia vastatrix*) en los sistemas de producción de los cafetales. Perú, a través del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), con sede en San Martín, ha promovido la renovación de cafetales con plantas matrices de café, con selección de genotipos superiores en productividad y tolerantes a la roya. La estrategia, de la cual aún no se poseen resultados definitivos, involucra el uso de tecnologías a través de jardines clonales para que perdure la disposición de material genético. Sin embargo, ya se sabe que el grado de adopción depende de la participación de productores con amplia experiencia y conocimiento de los sistemas de producción de cafeta-

les. La conservación de las variedades de café permite continuar con las tradiciones en el manejo y mantener los estándares de calidad de taza.

7.7.3.2. Introducción a la problemática del caso

En los últimos años, y particularmente desde 2012, se tiene evidencia de una modificación en la variación climática de la región de Tarapoto, San Martín, Perú. Se ha observado un aumento en la cantidad de lluvias, o bien lluvia en periodos no usuales. También se han observado cambios en la temperatura del aire, menor brillo solar y alta humedad. Todo ello ha generado condiciones favorables para la propagación de la roya amarilla en los cafetales. Los cambios en el clima sumados al pobre manejo de cultivo (baja fertilización), así como la antigüedad de los cafetales, facilitaron que la infestación por la roya se extendiera aceleradamente.

Ghini (2011) confirma que el cambio climático es un factor importante en la propagación de la roya debido al incremento de la temperatura en invierno y la mayor concentración de carbono en la atmósfera, lo que afecta a la producción de café. Perú, a través del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), con sede en San Martín, ha promovido la renovación de cafetales con plantas matrices de café. El proyecto consiste en seleccionar genotipos superiores en productividad y tolerantes a la roya (*Hemeleia vastatrix*) con el fin de conservar las variedades de café de la región de San Martín y así evitar la introducción de nuevas variedades.

El IIAP, con apoyo del Fondo para la Innovación, Ciencia y Tecnología (FINCyT), selecciona las plantas matrices que son sometidas a tratamientos para inducir brotes para después enraizarlos en ambientes controlados. Posteriormente, se somete a pruebas de tolerancia a la roya, y los genotipos superiores que toleran el hongo se establecen en minijardines clonales con el fin de contar con material para reproducir nuevas plantas. Estas últimas se someten a pruebas de tolerancia a la roya en el campo (**Figura 7.10**). La estrategia permitió contar con material genético de la variedad caturra roja productiva y tolerante a la roya (Vallejos, 2016).

7.7.3.3. Descripción del caso

Las plantas matrices seleccionadas permiten reproducir el material genético y conservarlo en jardines clonales, a partir de los cuales se reproducen plantas tolerantes a la roya (**Figura 7.11**). Según el estudio realizado en el IIAP, se obtienen valores cero o nulos en severidad e intensidad de la roya en las plantas clonadas y producidas por semillas de la variedad caturra roja (Vallejos, 2016). Se tienen plantaciones actuales de café en Perú que han sido renovadas con clones obtenidos del material genético de las plantas matrices seleccionadas. La estrategia ha permitido conservar la variedad de café, la calidad de taza, el manejo orgánico



Figura 7.10. Clones de 800-1.000 m s.n.m., a la izquierda, y clones de 1.001-2.000 m s.n.m. sanos y sin presencia de roya amarilla después de ser sometidos a inoculación de roya. Ambas imágenes son de la variedad caturra roja. Fuente: Vallejos Orbe, 2016.

y la producción de café. Sus resultados se ven mejorados en la producción a partir del año 2015. El rendimiento de las plantas evaluadas ha aumentado hasta en un 11 % con respecto al año 2012 (**Tabla 7.3**).

Tabla 7.3. Producción anual de café en San Martín, periodo de 2012 al 2016.

Periodo de producción anual de café en plantas de caturra roja (toneladas ha ⁻¹ año)					
Año	2012	2013	2014	2015	2016
Producción	1.465	1.496	1.499	1.634	1.699

7.7.3.4. Limitaciones e interacciones

Los estudios sobre las medidas adoptadas se encuentran aún en proceso, y todavía no se cuenta con información referente a la cantidad de años que podrían aprovecharse los brotes en las plantas matrices. La estrategia involucra el uso de tecnologías a través de jardines clonales para que perdure la disposición de material genético.

7.7.3.5. Lecciones identificadas

La adopción depende de la participación de productores con amplia experiencia y conocimiento de los sistemas de producción de cafetales (**Figura 7.12**). La conservación de las



Figura 7.11. Jardín clonal (izda.) y clon enraizado (dcha.) en instalaciones del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Fuente: IIAP, 2015.



Figura 7.12. Selección participativa de plantas matrices de café y plantas seleccionadas con producción de brotes, en Tarapoto, San Martín (Perú).

variedades de café permite continuar con las tradiciones en el manejo y mantener los estándares de calidad de taza. Los productores podrán disponer de material genético en sus propias fincas y establecer sus propios bancos de germoplasma *in situ*, con plantas matrices que toleran la roya en su respectivo test. Del mismo modo, podrán generar nuevos ingresos con la venta de material genético para los viveros e interesados locales.

7.7.4. Diversificación de cafetales con aguacate en México

7.7.4.1. Resumen del caso

En Huatusco, Veracruz, México, existe alta presión socioeconómica por abandonar las fincas de café. La diversidad de problemas generados por roya amarilla propicia el abandono o cambio a otros sistemas de producción. En los últimos años, en México se ha apostado por la renovación de cafetales con variedades tolerantes a roya. Sin embargo, se requiere un manejo agronómico exigente y demandante tanto en insumos como en actividades silvícolas. Esta demanda es poco satisfecha por los productores, por lo que actualmente se está generando fuerte presión socioeconómica para promover la combinación de cafetales con el cultivo por aguacate, dado su atractivo valor comercial y las condiciones edafo-climáticas óptimas en el estado de Veracruz. El manejo de podas del aguacate permite el ingreso de luz y ventilación dentro del sistema cafetalero, promoviendo el microclima no favorable para la proliferación y germinación de la roya, así como la conservación de cafetales tradicionales. Se demostró que la asociación aguacate-café brinda una alternativa económica al productor y su familia, con beneficios variados entre los que sobresale la generación de ingresos que podrán atenuar los cambios en el precio del café, así como

los impactos por disminución en rendimientos por las variaciones climáticas.

7.7.4.2. Introducción a la problemática del caso

La proliferación de roya amarilla se atribuye principalmente a las variaciones climáticas que impactan en la región. Se sabe que precipitaciones por debajo de 1.500 mm y con distribución errática afectan a la producción de flores, mientras que con precipitaciones superiores se puede dañar la calidad física del grano de café y la calidad en taza se deteriora (Morfin *et ál.*, 2006). En el caso de temperaturas mayores de 23 °C se pueden marchitar los botones florales, y cuando la temperatura es menor a 10 °C, se produce clorosis y se detiene el crecimiento de la planta (Alejo, 2000). Los brotes de roya amarilla se dan cuando las variaciones climáticas propician ambientes muy húmedos en las hojas del cafeto (capa de agua parecida al rocío) y temperaturas oscilantes entre 16 y 28 °C por periodos diarios de 6 a 12 horas (Castro *et ál.*, 2009), entre otros.

En estudios del efecto de la temperatura sobre la germinación de las uredosporas de roya, *Hemileia vastatrix*, en medios de papa, dextrosa y agar (PDA) y discos de hoja, se encontró que la temperatura óptima para la germinación fue de 22 °C, con una mínima de 15 °C y una máxima de 29 °C. Sobre discos de hojas se encontró un comportamiento bimodal con dos picos: uno a los 21 °C y otro a los 25 °C, separados ambos por una marcada depresión de la germinación entre los 23 y 24 °C. Se encontró, además, que cuando las uredosporas son sometidas a temperaturas bajas seguidas por temperaturas más elevadas y humedad favorable, hay un sensible aumento en la capacidad de germinación en comparación con la que se da con las temperaturas constantes (Avelino *et. ál.*, 1999).

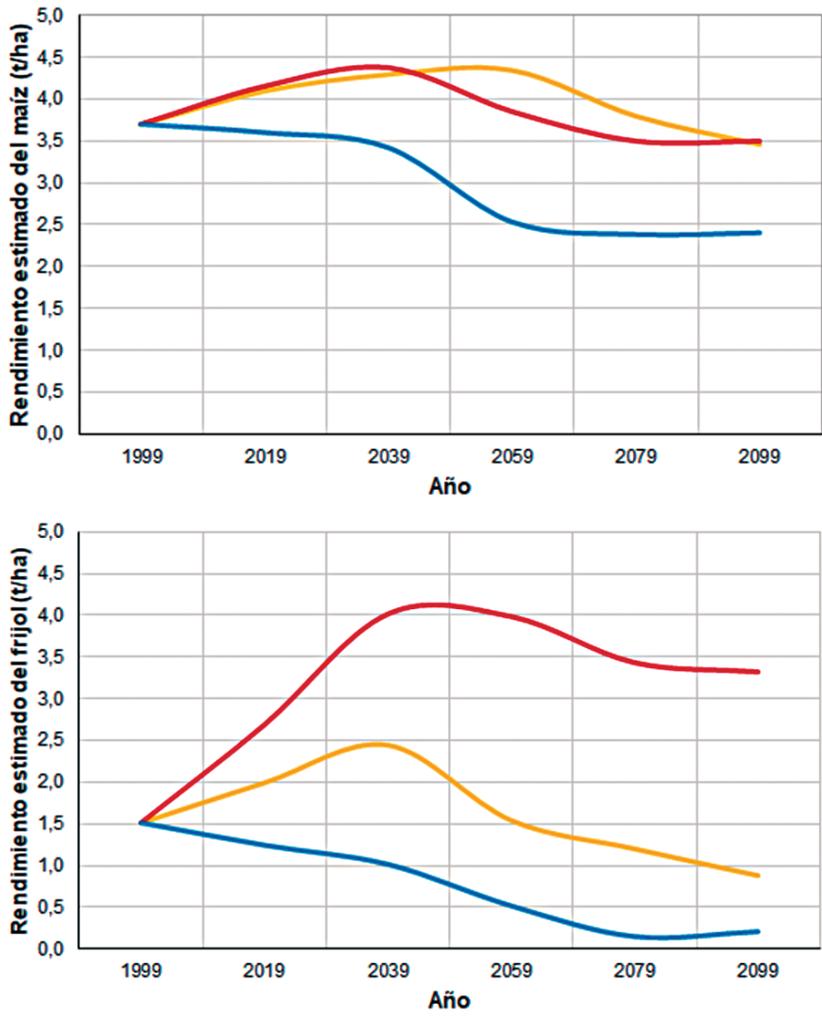


Figura 7.13. Rendimientos estimados para maíz (arriba) y frijol (abajo) al considerar cambiar la fecha de siembra (línea amarilla); cambiar la fecha de siembra y mantener residuos de cultivos (línea roja); o solo mantener residuos (línea azul).

Existen productores de café que cambiaron totalmente sus fincas de café por huertas de aguacate. No obstante, después de seis años de producción de aguacate como monocultivo, ahora están retomando el cultivo del café y la introducción de algunos otros frutales. Esto es debido a que los productores afirman que los cafetales, a pesar de que producen poco, permiten el crecimiento de otros frutales o plantas ornamentales, como orquídeas, y atraen cierta fauna típica en el ámbito culinario tradicional. Sin embargo, han señalado que es complicado abandonar totalmente la inversión en aguacate.

Un ejemplo del éxito de la diversificación de fincas de cafetales con aguacate es la del productor Luis Alvarado N. Se ubica en el municipio de Huatusco en el estado de Veracruz. El arreglo de 10 x 10 m de aguacate se asocia con café a 1 x 1,5 m. En esta parcela la asociación ha llegado a ser rentable, puesto

que ambos cultivos no compiten debido a su arreglo espacial. Además, el manejo de podas del aguacate permite el ingreso de luz y ventilación dentro del sistema cafetalero, promoviendo el microclima no favorable para la proliferación y germinación de la roya, así como la conservación de cafetales tradicionales.

7.7.4.3. Descripción del caso

En palabras del productor, el retorno del café en las huertas de aguacate genera ingresos extraordinarios de poco más de 2.500 dólares adicionales por año (considerando el tipo de cambio de 19,5 pesos mexicanos por dólar, en mayo de 2018). Es decir, la asociación aguacate-café incrementa considerablemente el ingreso familiar al compararse con el policultivo tradicional de café (Tabla 7.4). Los resultados muestran que la asociación de cultivos con alto valor comercial en el mercado permite al productor sobrellevar la dinámica de las variaciones climáticas sin afectar demasiado su flujo económico. Del mismo modo, se contribuye a la conservación de cafetales tradicionales, cuya diversificación es importante para el desarrollo de actividades tradicionales, como la obtención de plantas medicinales, plantas alimenticias y otras usadas en la cocina, plantas ornamentales e insectos comestibles, entre otros productos.

7.7.4.4. Limitaciones e interacciones

El porte a largo plazo de material vegetal generado por los árboles es menor y podría disminuir, ya que la densidad de siembra es baja (de 20 a 30 árboles por ha⁻¹) en comparación con cafetales tradicionales sin aguacate (entre 60 y 100 árboles por ha⁻¹). Sin embargo, no existen registros sobre la producción de biomasa de la presente asociación y su impacto en el almacén de carbono ni del efecto en el ciclo del nitrógeno. Este es un tema que continúa en investigación en la finca y los autores esperan tener resultados más concluyentes muy pronto.

7.7.4.5. Lecciones identificadas

La asociación aguacate-café brinda alternativa económica al productor y a su familia. Para que los productores la consideren, deben conocer la aptitud y viabilidad de los culti-

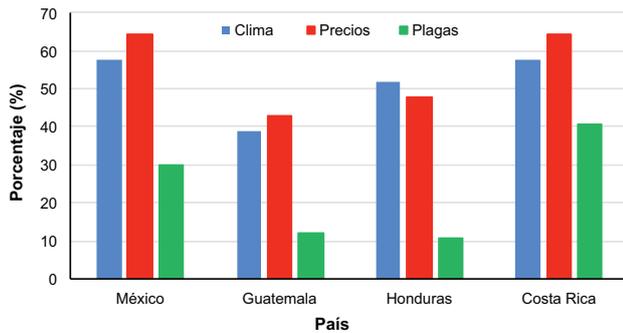


Figura 7.14. Frecuencia con la que los principales factores de cambio global (clima, precio y plagas) impulsan a los productores de café a tomar diferentes acciones, expresada en %, para distintos países.

vos en la región donde se quiere introducir. Los beneficios son variados, pero sobresale la generación de ingresos que podrán atenuar los cambios en el precio del café, así como los impactos por disminución en rendimientos a causa de las variaciones climáticas. Los servicios ambientales en el cafetal pueden verse mejorados. Al igual que en otros países (Figura 7.14), la diversificación de productos dentro del sistema cafetalero permite que el productor se interrelacione con diversos mercados y, por tanto, genere redes locales.

7.7.5. Cambio en fecha de siembra para el aprovechamiento de la humedad en el centro de México

7.7.5.1. Resumen del caso

En la región de Texcoco, centro de México, los escenarios de cambio climático indican un retraso en el inicio de las lluvias, lo cual ha sido notado por los productores, con el fenómeno conocido como canícula o sequía intraestival. En 2014 se iniciaron actividades de sensibilización con los productores, mediante la implementación de las siguientes medidas: a) acciones encaminadas a reducir la vulnerabili-

Tabla 7.4. Producción e ingresos en pesos mexicanos (MXN) y en dólares estadounidenses (USD) para 2016 en diferentes sistemas de café y aguacate, finca de Luis Alvarado N., Huatusco, México. Fuente: elaboración propia con información del ciclo productivo 2015-2016.

Tipo de asociación	Ingreso bruto en MNX y USD por ha -1 en el año 2016
Aguacate-café	51.000 MXN (2.615 USD)
Aguacate como monocultivo	44.000 MXN (2.250 USD)
Café en sistema policultivo tradicional	12.600 MXN (646 USD)

dad; b) acciones para incrementar la resiliencia a los cambios, y c) acciones para reducir la exposición climática y sus riesgos. Una de las estrategias consiste en retrasar una o dos semanas (respecto a su forma tradicional) la siembra del frijol con el objetivo de buscar humedad en el suelo después de caídas las primeras lluvias. Esta medida de adaptación no está encaminada a mejorar los rendimientos ni aumentarlos considerablemente, sino más bien a atenuar la caída prevista del rendimiento. Los resultados son aún incipientes, pero alentadores, pues se han tenido cosechas similares a las observadas en el pasado.

7.7.5.2. Introducción a la problemática del caso

Escenarios de cambio climático en Texcoco, en el centro de México, sugieren modificaciones importantes en la temperatura, así como en la cantidad y distribución de la lluvia. Algunos de estos han sido modelados para diversos cultivos en México y los resultados arrojan panoramas poco alentadores en la mayoría de los casos (Monterroso et al., 2018). En el caso del municipio de Texcoco, la precipitación media anual es de poco más de 600 mm. Las proyecciones futuras indican que es probable que cambie poco (± 50 mm), pero sí que se modifique su distribución anual (Figura 7.15). El inicio de las lluvias normalmente se presentaba en los meses de abril o mayo y se establecía hacia junio. De ahí que se empezara con la preparación del terreno hacia finales de marzo y se sembrara de inicios a mediados de abril. Los escenarios de cambio climático indican un retraso en el inicio de las lluvias, lo cual ha sido notado por los productores. Incluso se prevé que en pleno ciclo del cultivo disminuya la precipitación bajo el fenómeno conocido como canícula o sequía intraestival. Otra amenaza que se vislumbra es un ligero aumento de lluvia en los meses de agosto a octubre, durante la formación y maduración del grano.

7.7.5.3. Descripción del caso

Mediante trabajo participativo se estudia la diversidad de elementos en los sistemas de producción tradicionales de la región. Es de resaltar el estudio de impactos del cambio climático en los rendimientos de diversos cultivos en México, con apoyo de la Universidad Autónoma Chapingo. Los cambios antes señalados comienzan a ser cada vez más evidentes. Los productores lo notan y en entrevistas indican que perciben variaciones en el inicio de las lluvias, más temperatura y calor, así como más frío en los meses de invierno. Por ello, han comenzado a realizar actividades para disminuir los impactos con foco principal en el cambio de fecha de siembra, buscando aumentar la resiliencia.

Los resultados indican que la región es altamente vulnerable al cambio climático, por lo que desde el año 2014 se iniciaron actividades de sensibilización con productores mediante la implementación de diversas acciones que per-

miten hacer frente a los retos que el cambio climático plantea (IPCC, 2014): a) acciones encaminadas a reducir la vulnerabilidad; b) acciones para incrementar la resiliencia a los cambios, y c) acciones para reducir la exposición climática y riesgos. En este documento nos enfocamos en el cambio en la fecha de siembra que busca aumentar la resiliencia del cultivo y, por ende, de los productores.

7.7.5.4. Limitaciones e interacciones

En lo que se refiere a la actividad productiva, dos cultivos son tradicionales en la región, el maíz y frijol. Como se indicó previamente, se siembra de inicios a mediados de abril. Sin embargo, en algunas regiones del estado se recomienda sembrar incluso desde marzo, pero no más allá de junio. En promedio para la región, se tienen 2.850 kg de rendimiento por hectárea para maíz y 1.220 kg para frijol. Las diversas simulaciones realizadas señalan severas afectaciones sobre el rendimiento de los cultivos (**Figura 7.13**). Esto se debe al estrés hídrico por cierre de estomas (47 a 51 %) y, aunque en menor grado, al estrés por temperatura (3 %); la suma global explica el porqué de una producción de grano futura casi inexistente en ambos casos.

La estrategia de cambiar la fecha de siembra es para buscar humedad en el suelo después de caídas las primeras lluvias. Es decir, retrasar una o dos semanas (respecto a su forma tradicional) la siembra esperando que para entonces ya se hayan producido las primeras lluvias de la temporada. Como se prevé, la medida de adaptación no está encaminada a mejorar los rendimientos, sino más bien a atenuar la caída prevista del rendimiento.

7.7.5.5. Lecciones identificadas

Se han tenido cosechas similares a las observadas en el pasado, pero se considera que es poco tiempo para tener resultados concluyentes. Particularmente se espera contar con información que provea evidencias y diferencias estadísticamente significativas entre fechas de siembra y rendimientos. No se tienen contemplados posibles efectos colaterales ni impactos negativos, pero es posible que se observen cambios en la incidencia de plagas o enfermeda-

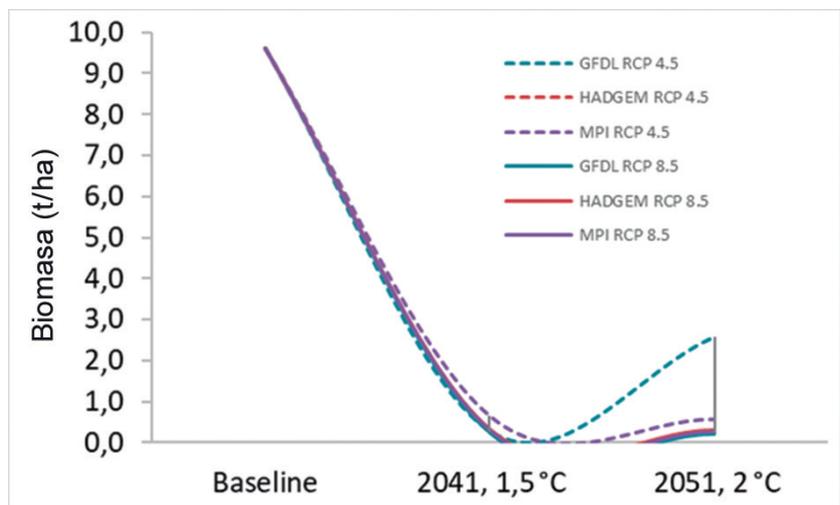
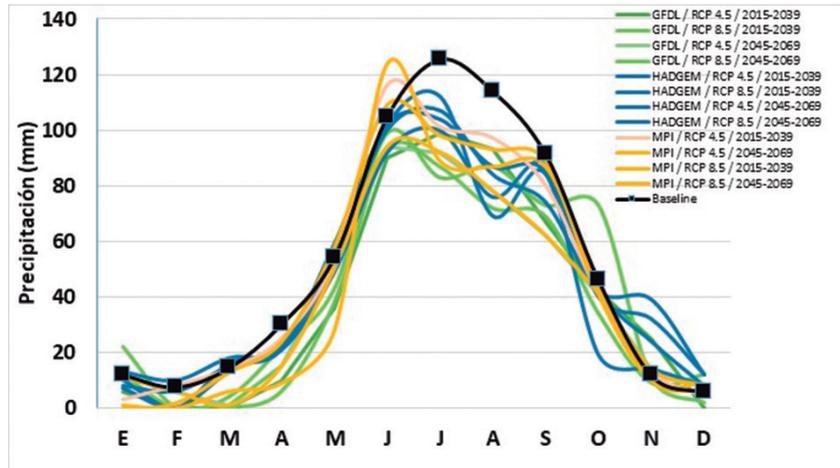


Figura 7.15. Proyecciones de comportamiento de precipitación para el centro de México (arriba) y potencial de formación de biomasa (abajo).

des por la modificación en la distribución espacial y temporal de la lluvia, lo que sugiere continuar con los estudios. Para su adopción, se debería contar con información de proyecciones de precipitación como medida de información base en la toma de decisiones.

7.7.6. Promoviendo la agricultura sostenible adaptada al clima en Centroamérica y Caribe y el oeste de Sudamérica

7.7.6.1. Resumen de los casos

Estos casos presentan trabajos que el programa de investigación del CGIAR en Cambio Climático, Agricultura y Segu-

ridad Alimentaria (CCAFS) y sus socios han realizado en diferentes regiones de Centroamérica (El Tuma-La Dalia en Nicaragua, y Trifinio, compartida por El Salvador, Guatemala y Honduras) y el oeste de Sudamérica (Cauca en Colombia) en el marco del programa de los Territorios Sostenibles Adaptados al Clima (TeSAC). Estos territorios constituyen espacios para que diferentes actores (agricultores, investigadores, gobierno, sector privado, sociedad civil) en un territorio codesarrollen, prueben, adopten y evalúen portafolios de opciones de agricultura sostenible adaptada al clima (ASAC). Estas opciones buscan promover una agricultura que cumpla con tres objetivos: (a) aumentar de forma sostenible la productividad agropecuaria y los ingresos; (b) adaptar y desarrollar resiliencia al cambio climático, y (c) reducir o remover las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) cuando sea posible (Lipper *et ál.*, 2014). La agricultura sostenible adaptada al clima (ASAC) también se promueve como agricultura climáticamente inteligente (ACI), una traducción literal del concepto de la FAO en inglés *climate-smart agriculture*.

7.7.6.2. Introducción a la problemática de los casos

El municipio de El Tuma-La Dalia está ubicado en el noroeste del departamento de Matagalpa, Nicaragua. Posee una población muy joven, donde más del 52 % es menor de 16 años, predominantemente rural. La región del Trifinio está localizada en la zona fronteriza de El Salvador, Guatemala y Honduras, y comprende un total de 45 municipios de los 3 países, en áreas que forman parte del Corredor Seco latinoamericano (Van der Zee *et ál.*, 2012). En el caso del

Cauca, Colombia, el TeSAC está ubicado en el área de Los Cerrillos, que pertenece al área rural de Popayán, la ciudad capital del departamento.

Todas las regiones comparten condiciones climáticas propias de bosque tropical y subtropical, semihúmedo a húmedo, donde los retos clave incluyen la existencia de lluvias erráticas, largos periodos de sequía, lluvias muy intensas, inseguridad alimentaria, agricultores vulnerables a eventos climáticos extremos y con alto grado de pobreza, monocultivo de café, y agricultura de subsistencia con cultivos como maíz, frijol, caña panelera, ganadería de subsistencia y huertos. Los principales problemas radican en prácticas comunes como las quemadas y los cultivos temporales sin obras de conservación, con amenazas de deslizamientos por deforestación. El deterioro del medio ambiente se agudiza con acciones como las quemadas y la deforestación, que en combinación con las prácticas culturales de labores del suelo han ocasionado erosión, contaminación y desabastecimiento o excesos hídricos.

7.7.6.3. Descripción de los casos

El proceso en el TeSAC comenzó por asimilar y entender lo que el clima y sus cambios significan para la población del pueblo y sus medios de vida. Por medio de este proceso, la misma comunidad desarrolla un análisis de la vulnerabilidad en su finca con el fin de entender las amenazas e identificar las acciones para reducir dicha vulnerabilidad (**Figura 7.16**).

En el caso de El Tuma-La Dalia, Nicaragua, se comenzó por generar una línea de base a nivel de hogares, comunidades y organizaciones. A partir de esta línea de base se logró identificar que, aunque la zona se destaca por la siembra de



Figura 7.16. Proceso de priorización de opciones de ASAC en el TeSAC. Fuente: Cramer *et ál.*, 2017.

granos básicos, especialmente maíz y frijol, el 40 % de los hogares entrevistados mencionó tener de uno a dos meses de dificultad para satisfacer sus necesidades de alimentación y el 47 % dijo que entre tres y cuatro meses del año se les complica conseguir alimento para la familia.

Dada esta problemática, en el territorio se han implementado diferentes acciones:

- Implementación de prácticas ASAC en patios y diversos sistemas productivos, y evaluación participativa masiva con variedades de frijol adaptadas a la variabilidad climática y a la sequía.
- Elaboración de un portafolio de prácticas ASAC a través de la metodología del marco de priorización desarrollada por CCAFS y CATIE (Mercado *et ál.*, 2017).
- Implementación de herramientas para mejorar la toma de decisiones productivas de los agricultores del TeSAC.
- Capacitación de instituciones estratégicas en el uso de *software* y rutinas especializadas para generar predicciones climáticas, modelamiento de erosión hídrica y escorrentía.

Estas acciones se están materializando por medio de la implementación de medidas específicas de adaptación: monitoreo de las variables a nivel de finca (precipitación, temperatura y humedad) y la participación en la Mesa Técnica Agroclimática del Cauca, cosecha de agua de lluvia, construcción de huertas verticales, circulares y tradicionales, biodigestores y evaluación de variedades mejoradas de frijol, entre otros (Aggarwal *et ál.*, 2018). Además, se está trabajando con los jóvenes a través del entrenamiento en comunicación y sistemas de información geográfica, y al mismo tiempo las instituciones académicas de la comunidad a nivel municipal están sirviendo como enlace con la política nacional (Aggarwal *et ál.*, 2018).

El seguimiento y la evaluación de las prácticas priorizadas por la comunidad se están desarrollando dentro de una plataforma de innovación constituida por diversos actores que apoyan este trabajo en el territorio. Es así como se incluyen indicadores relativos a la mejora del rendimiento, la productividad, la diversificación y también los relacionados con la evolución y la dinámica de la propia plataforma (Aggarwal *et ál.*, 2018).

7.7.6.4. Limitaciones

Las principales limitaciones que CCAFS encontró en sus trabajos en el TeSAC de El Tuma-La Dalia y de Trifinio se relacionan con factores como los siguientes: a) el contexto político nacional que genera instituciones departamentales y municipales altamente burocratizadas, dando lugar a un proceso de apropiación del programa lento y con compromiso bajo, que provoca que ocasionalmente el trabajo se obstaculice por completo; b) las condiciones de pobreza y una acción del Estado predominantemente asistencialista que

se activa y concentra durante los periodos electorales, con autoridades locales cuyas prioridades y financiamiento no consideran la financiación de los asuntos relacionados con el desarrollo rural y ambiental, y c) baja articulación entre actores estatales, con instituciones sin personal suficiente para atender la demanda de la población, con lo que se dificulta el aprovechamiento de las potenciales sinergias del programa TeSAC.

Por otra parte, las comunidades, especialmente en Olopa, son principalmente indígenas. Los roles de los individuos en estas comunidades suelen estar muy diferenciados (p. ej., hombre/mujer). Es alarmante el elevado analfabetismo en las mujeres. Esta situación ha direccionado en gran medida el diseño de las acciones a implementar en el territorio. Se encuentran problemas como la falta de recolección y almacenamiento adecuado de residuos, así como de organización para separar adecuadamente los diversos usos dentro de los predios. Por eso en un mismo espacio se pueden encontrar el área familiar, los animales domésticos, los animales de cría, etc. Todo ello implica un trabajo previo de concienciación antes de iniciar la implementación de prácticas ASAC.

De las limitaciones más importantes que el TeSAC del Cauca ha enfrentado en el contexto de su trabajo sobresale el conflicto interno colombiano. El departamento del Cauca es uno de los más afectados por este fenómeno, lo que en ocasiones limita la realización de actividades y el acceso al territorio. Coincide con Centroamérica en la alta desarticulación entre las instituciones nacionales del Estado y las comunidades. Por tanto, se hace necesario fortalecer la gestión de los líderes locales para lograr incidir y dar a conocer el proceso TeSAC. Finalmente, el acceso a redes móviles e internet es limitado, lo cual dificulta el uso de aplicaciones virtuales para realización de encuestas, registro automatizado de información climática, etc.

7.7.6.5. Interacciones y cobeneficios

Con base en la herramienta de priorización desarrollada por CCAFS (arriba mencionada), se analizaron las prácticas de ASAC que se presentan en la **Tabla 7.5** para los casos de Nicaragua y Trifinio. Se encontró que todas las prácticas hacen contribuciones a los tres pilares de la ASAC (productividad, adaptación y mitigación). Sin embargo, dicha contribución varía entre prácticas. Por ejemplo, las prácticas evaluadas referentes a pasturas tienen un efecto fuerte sobre la productividad y la adaptación, pero inciden menos en la mitigación, a excepción de las prácticas de pasturas mejoradas con árboles y cercas vivas, que mostraron un efecto positivo sobre el pilar de mitigación. De igual manera, las prácticas de patio/huerto casero tienen un efecto fuerte sobre la productividad y la adaptación, pero menor resultado sobre la mitigación, a excepción de la práctica de siembra y manejo de árboles frutales en patios, que también tiene un alto efecto sobre la mitigación. Las prácticas de granos básicos aportan a los tres pilares de la ASAC, pero en general tienen muy poco efecto sobre la

Tabla 7.5. Lista de prácticas ASAC en Nicaragua y en Trifinio. Fuente: Mercado et ál., 2017.

Patio/huertos caseros	Granos básicos
Diseño de patios Siembra y manejo de hortalizas Siembra y manejo de raíces y tubérculos Siembra y manejo de cultivos en ramadas Siembra y manejo de especies frutales Elaboración y uso de abonos orgánicos Producción artesanal de semillas de hortalizas Alimentación y producción de aves Elaboración y uso de productos biológicos, botánicos y minerales para el control de plagas Alimentación y producción de aves	Leguminosas en asociación con maíz Barreras vivas en granos básicos Árboles dispersos en granos básicos Labranza mínima en maíz y frijol Selección de semillas Manejo poscosecha de granos básicos No quema y manejo de rastrojos Almacenamiento de granos para consumo y para semilla (manejo poscosecha)
Sistemas agroforestales (SAF) con café o cacao	Pasturas/ganadería
Diseño de SAF con café y cacao diversificados Establecimiento y manejo de SAF con café y cacao Nutrición de cafetales y cacaoales Manejo de árboles dentro del SAF Manejo de plagas en cafetales Manejo de plagas en cacaoales Manejo de tejidos en cultivos perennes Selección de plantas élites de cacao para obtención de semillas y material vegetativo Uso de variedades de café resistentes a la sequía	Establecimiento de cercas vivas en pasturas Establecimiento y manejo de pasturas mejoradas con árboles Establecimiento y manejo de pastos de corte Sistemas rotacionales (división de potreros) Árboles dispersos en pasturas a través de regeneración natural Ensilaje de pastos
Protección de fuentes de agua. Esta práctica puede aplicarse a cualquiera de los sistemas productivos	

mitigación, a excepción de la práctica manejo de árboles dispersos con granos básicos. Finalmente, las prácticas del sistema agroforestal con café y cacao son las que presentan un mayor impacto potencial positivo en los tres pilares de la ASAC (Mercado et ál., 2017).

En el caso del TeSAC del Cauca, Colombia, no solo se trata de adaptación al clima; también contribuye a reducir las emisiones de GEI. En todas las fincas encuestadas, por lo menos existe una estrategia o práctica implícita de mitigación. El programa TeSAC ha promovido la reducción de emisiones de GEI vía cambios en el uso del suelo relacionados con la diversificación de cultivos para la seguridad alimentaria y a través de la eliminación de fertilizantes adoptando, en estos cultivos, un enfoque orgánico.

En la mitad de las fincas encuestadas se dejaron de practicar quemas como método de preparación del suelo gracias a la información recibida en las escuelas de campo del TeSAC. El 70 % de las fincas encuestadas tuvieron un cambio en la forma de manejar los residuos de cosecha y actualmente realizan un proceso de compostaje más controlado. En la actualidad, los residuos de cosecha en las fincas encuestadas son aprovechados en su gran mayoría para la elaboración tanto de compost como de biofertilizante líquido. Finalmente, la totalidad de fincas encuestadas manifiestan que no planean deforestar y un poco menos de la mitad han empezado a sembrar cercas vivas, apoyadas por el programa TeSAC.

7.7.6.6. Lecciones identificadas

Dentro de las principales lecciones aprendidas del trabajo se encuentra la de la selección de socios estratégicos locales. En el caso de Olopa, gracias a la gestión del socio estratégico, se logró la conexión con la Mesa Agroclimática de Chiquimula y el proceso del TeSAC quedó como un componente estratégico para alimentar dicha iniciativa. De igual manera, una lección importante es la de mantener una perspectiva más amplia que la del área de trabajo del TeSAC, considerando otros procesos que involucran territorios vecinos. Por otra parte, la realización de un diálogo fluido entre investigadores y comunidades es clave para generar y compartir conocimiento que luego sea implementado, incluso una vez que CCAFS ya no esté allí.

Otra lección relevante es la relacionada con reconocer la importancia de la articulación de los programas TeSAC con la política nacional para un desarrollo exitoso del proceso. Finalmente, es importante hacer seguimiento permanente a los socios clave involucrados en el proceso, pues, por la alta incidencia política, se pueden obstaculizar los procesos. La participación de autoridades locales y departamentales en las actividades del proceso TeSAC genera arraigo y empoderamiento para promoverlo en instancias nacionales de formulación e implementación de política.

7.7.7. Uso eficiente de agua en el cultivo de arroz en Colombia

7.7.7.1. Resumen del caso

Las áreas del cultivo del arroz en Colombia se encuentran bajo una amenaza muy alta frente a los escenarios de cambio climático, dado que el sector arrocero es el mayor consumidor de agua y de agua de riego de la agricultura colombiana, lo cual sucede con una elevada ineficiencia en el caso del riego por gravedad. Se trabajó en la generación de predicción climática y posteriormente en la modelación de cultivos con el fin de generar recomendaciones agroclimáticas para brindar información a los productores sobre mejores fechas de siembra y variedades, y se realizaron mediciones de consumo de agua en arroz en sistemas convencionales y en sistemas alternativos de bajo consumo de agua. Toda esta información y herramientas fueron incluidas en un programa de Fedearroz, denominado Adopción Masiva de Tecnología (AMTEC), basado en hacer un proceso de transferencia de tecnología mediante la conformación de grupos de productores en fincas piloto. Una de las grandes limitaciones para la aplicación de esta tecnología tiene que ver con la forma en que actualmente se distribuye el agua en los distritos de riego en Colombia, donde muchos productores han adquirido derechos históricos de uso y a un costo del agua muy bajo. Pese a todo, el programa aplicado brinda un margen grande de acción para adaptarse al cambio climático solo implementando buenas prácticas agronómicas, que desde hace mucho se vienen recomendando a los productores.

7.7.7.2. Introducción a la problemática del caso

En el año 2016 se sembraron 570.802 ha de arroz mecanizado en Colombia, con un rendimiento promedio de 5,7 t ha⁻¹ (DANE-Fedearroz, 2016), de las cuales el 49 % se sembraron bajo riego y el resto, bajo seco. El área sembrada de arroz bajo riego en el primer y el segundo semestre básicamente no varía, pero representa el 35 % del área sembrada de arroz en el primer semestre y el 80 % del segundo semestre, ya que el 70 % del área sembrada de arroz en Colombia se siembra durante el primer semestre (DANE-Fedearroz, 2016). Esto indica que en gran parte del país las condiciones de lluvia en el segundo semestre no favorecen las siembras bajo seco.

El sector que mayor consumo de agua reporta en Colombia es el de la agricultura (43 %), y el arroz de riego consume el 13 % del agua de riego de toda la agricultura en Colombia (IDEAM, 2018). Según González *et al.* (2010), el agua empleada en arroz de riego es de 16.000 m³ por hectárea por cosecha, y de estos solo son consumidos de forma efectiva por el cultivo un 30 %, dada la ineficiencia del riego por gravedad.

Según IDEAM *et al.* (2017), en términos generales, las áreas del cultivo de arroz en Colombia se encuentran bajo una amenaza muy alta frente a los escenarios de cambio climático, la sensibilidad del cultivo es alta y la capacidad de adaptación es baja. De acuerdo con Ramírez-Villegas *et al.* (2012), en tres décadas, un 65 % de las actuales áreas cultivadas de arroz en Colombia tendrán incrementos de temperatura entre 2 y 2,5 °C y el 61 % de las áreas tendrán una reducción de más del 3 % en la precipitación, lo que ocasionará cambios en la fenología del cultivo y una disminución en el rendimiento. Este panorama muestra la necesidad de tomar medidas de adaptación para el cultivo de arroz en Colombia que permitan enfrentar los cambios en las demandas hídricas agrícolas y, por lo tanto, urge mejorar la eficiencia de uso del agua y el empleo de información agroclimática.

7.7.7.3. Descripción del caso

En un trabajo mancomunado entre el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y La Federación Nacional de Arroceros (Fedearroz), se inició la recopilación y análisis de información climática de las zonas productoras de arroz en Colombia, luego se trabajó en la generación de predicción climática y, posteriormente, en la modelación de cultivos con el fin de generar recomendaciones agroclimáticas para brindar información a los productores sobre mejores fechas de siembra y variedades (ver <https://pronosticos.aclimatocolombia.org/>). Igualmente, se realizaron mediciones de consumo de agua en arroz bajo sistemas convencionales y con sistemas alternativos de bajo consumo de agua. En el sistema convencional se registró una entrada de agua de 15.635 m³/ha por cosecha y una salida de 5.286 m³/ha por cosecha, mientras que en lotes en los cuales se realizaron labores de adecuación de tierras (incluyendo la revisión de las cotas de entrada y salidas del agua, aumentos en el número de entradas del agua, aumentos en la densidad de siembra y reducción del área bajo riego, construcción de caballones permanentes, recolectores y distribuidores de agua, construcción de bordes o caballones dobles rodeando el lote, mantenimiento de canales de riego y de drenaje, descompactación de la profundidad efectiva, micronivelación, ubicación de los puntos a curva nivel con equipos de precisión y taipa) la entrada de agua registrada fue de 9.069 m³/ha por cosecha y el agua registrada a la salida fue de 3.829 m³/ha por cosecha.

Toda esta información y herramientas fueron incluidas en un programa de Fedearroz denominado Adopción Masiva de Tecnología (AMTEC). Este programa tiene como objetivo mejorar la competitividad del sector mediante la adopción masiva de la tecnología existente (Fedearroz-FNA). De este modo, junto con otras tecnologías sobre manejo del cultivo, se adicionaron estas nuevas tecnologías desarrolladas en el marco de la cooperación CIAT-MADR-Fedearroz. La metodología del programa AMTEC consiste en hacer un proceso de transferencia de tecnología a través de los siguientes

pasos: 1) conformar grupos de productores para implementar en fincas piloto los avances tecnológicos que beneficien a la región; 2) diseñar un programa de manejo agronómico regional; 3) socializar el proyecto AMTEC entre los productores; 4) conformar con el Gobierno central la financiación de maquinaria agrícola para implementar las nuevas prácticas, y 5) capacitar a los productores en la implementación de nuevas tecnologías que garanticen la sostenibilidad del entorno productivo e impulsar la conservación de los recursos (Fedearroz, 2012). En el año 2017 el programa alcanzó una cobertura del 53 % de las hectáreas sembradas de arroz mecanizado en Colombia (Guzmán *et ál.*, 2018).

Igualmente, con el apoyo de CIAT-CCAFS, se conformaron Mesas Técnicas Agroclimáticas (Loboguerrero *et ál.*, 2018), que son espacios para dialogar sobre la información agroclimática entre funcionarios de instituciones, técnicos y productores de una región con el fin de definir recomendaciones de manejo a partir de una mejor información agroclimática. Esto ha ayudado a que los productores de arroz y otros cultivos eviten pérdidas por eventos extremos (ver <https://lasillavacia.com/historia/los-arroceros-aprenden-vivir-en-un-mundo-con-menos-agua-52478>).

7.7.7.4. Limitaciones e interacciones

Como se ha dicho, una de las grandes limitaciones para la aplicación de esta tecnología tiene que ver con la forma en que actualmente se distribuye el agua en los distritos de riego de Colombia, ya que muchos productores han adquirido derechos históricos de uso y el costo del agua es muy bajo, y por esta razón prefieren seguir utilizando más agua de la que requieren con el fin de conservar los derechos de agua que históricamente han empleado, con el argumento de que algún día la pueden llegar a necesitar (sembrar más área de la habitual o quizá emplearla para otros cultivos que requieran riego). La otra dificultad está en que, a pesar de existir una legislación vigente, todavía es común la construcción de canales y el uso ilegal del agua.

Algunos productores se empeñan en mantener sistemas convencionales ineficientes en el uso del agua, esperando otro tipo de soluciones que tienen que ver con ampliaciones de los distritos de riego, construcción de diques o aumento en las captaciones de agua. En resumen, siguen creyendo que el problema está en incrementar la oferta de agua sin considerar toda la ineficiencia que existe desde el lado de la demanda. Al reducir la lámina de agua y una mayor intermitencia en el riego se logra aminorar las emisiones de metano, un uso más eficiente de la fertilización y una menor presencia de vectores de enfermedades humanas (Chirinda *et ál.*, 2017).

7.7.7.5. Lecciones identificadas

Existe mucha preocupación entre los productores por las amenazas que trae consigo el cambio climático, pero también es cierto que son muchas las mejoras que se pueden

llevar a cabo en el manejo del cultivo y que los productores no están implementando. En este sentido, hay un margen grande de acción para adaptarse al cambio climático solo llevando a cabo buenas prácticas agronómicas que desde hace mucho se vienen recomendando a los productores.

7.8. Principales lagunas de conocimiento y líneas de actuación prioritarias

Una gran parte de los países que integran la RIOCC se caracterizan por moderados y bajos índices de desarrollo social y económico, lo cual se refleja también en el desarrollo de su sistema de ciencia y técnica. A diferencia de lo que sucede en los países denominados desarrollados, una parte importante de la bibliografía científica no se canaliza por canales reconocidos, como son las revistas científicas de alto impacto, sino a través de bibliografía en español, o incluso de la denominada bibliografía gris. Tampoco hay un acceso tan fácil a esa bibliografía científica en inglés como en los países desarrollados. Pese a todo, y tal como demuestra este mismo estudio, en los últimos años toda la región aumentó su participación en las publicaciones internacionales, a menudo con investigaciones realizadas en colaboración con otros centros de excelencia.

Una característica que ha tenido esta revisión ha sido la de intentar llegar a una gran parte de las publicaciones que pasan por canales menos reconocidos o menos accesibles. La calidad de muchas de esas publicaciones —en las lenguas locales, español y portugués— es buena, y de ellas se ha podido acceder a experiencias locales, a menudo realizadas por productores locales y campesinos. Dar visibilidad a buena parte de esta producción es quizá un mérito de este estudio, pues puede servir de base para consulta para otros investigadores y tomadores de decisiones políticas y técnicas.

De la revisión realizada, existen producciones a las que se ha prestado especial atención por los riesgos que conlleva el cambio climático. Este es el caso, por ejemplo, y muy marcadamente, del café, cuya producción genera trabajo, formas de vida e ingresos económicos a mucha población rural desde México, Centroamérica y el Caribe, las regiones Andinas Pacífico-Norte y Sur hasta una gran parte del Brasil en su Amazonia y Nordeste. Además de los ingresos que supone para las poblaciones rurales, el café es en algunos casos un componente importante de los saldos de exportación de los países que lo producen. Hay otros ejemplos de agricultura campesina o de subsistencia en esas mismas regiones, con cultivos como el frijol o el maíz. Del mismo modo, existen importantes medidas de adaptación encarradas en la agricultura de tipo empresarial, la cual predomina en el sudeste de Sudamérica, con producciones de soja, arroz y caña de azúcar, entre otras, y en la Península Ibérica en producciones de carácter mediterráneo, como el olivo,

el viñedo, los cítricos, los frutales de hueso y pepita y las explotaciones hortícolas de diversa índole, por citar las más representativas.

Es probable que una de las principales lagunas de conocimiento sea conocer el impacto o el resultado que han tenido las medidas de adaptación encaradas, y de aquí surge una de las principales líneas de acción prioritarias para el futuro. La escasez de información en cuanto a resultados tiene que ver a veces con el escaso tiempo transcurrido, que hace poco factible visualizar los impactos de medidas que se proyectan a mediano plazo. Una de las debilidades de muchos estudios es que no existen indicadores claros para evaluar dichos impactos, y a menudo se confunden los objetivos o deseos con los impactos reales. Los éxitos económicos muchas veces enmascaran los verdaderos resultados de los cambios de uso o adopción de nuevas prácticas.

Para finalizar, es necesario alertar sobre la necesidad de que estos estudios de impacto necesarios como líneas prioritarias contemplen la totalidad de los cobeneficios, pero también los eventuales efectos adversos. El sector agropecuario es pródigo en estas interacciones, donde a veces para salvar una situación se termina generando un daño ambiental no esperado, en aspectos cada vez más relevantes, como la preservación de la biodiversidad y la disponibilidad de agua de buena calidad. Un ejemplo claro son los riesgos que encarnan los cultivos bioenergéticos, que pueden amenazar en algunos casos la seguridad alimentaria y la biodiversidad y fomentar la degradación de las tierras.

Las líneas de actuación prioritarias deben estar focalizadas en proteger más eficazmente a los pobladores rurales más vulnerables, que son aquellos que están ocupando áreas de riesgo climático y geográfico, y aquellos de menores niveles de ingresos y acceso a la tecnología y los mercados. Existen varias medidas de adaptación posibles que ofrecen como ventaja varios cobeneficios y sinergias con las medidas de mitigación del cambio climático y la prevención de la degradación y de la inseguridad alimentaria (ver **Figura 7.5**). En términos generales, toda medida que tienda a ganar mayor resiliencia climática, como las agrupadas en la agricultura climáticamente inteligente o ACI, debería ser apoyada económicamente por organismos otorgadores de créditos o ayuda financiera. Por el contrario, deberían ser analizadas con precaución las medidas de adaptación que impliquen invadir nuevas tierras cubiertas por vegetación perenne o muy vulnerables climáticamente por la amenaza que representan a la biodiversidad.

Los agricultores de subsistencia tendrían que recibir mayor apoyo para semillas y tipos de ganado locales, así como mejor acceso a sistemas de pronóstico climático, a mercados y al crédito bancario para equipamiento a tasas preferenciales. A nivel institucional, los gobiernos deben fortalecer los servicios de extensión para lograr una llegada más directa a los agricultores más pobres. Otra medida interesante es el asociacionismo entre agricultores con similares intereses para lograr mejores precios de compra de insumos y mayor defensa de sus productos en los mercados.

Las principales medidas futuras a considerar son:

- Fortalecer los sistemas de I+D+i a fin de generar respuestas efectivas a nivel local o regional del tipo de variedades de cultivos y ganado adaptados al estrés térmico, hídrico y nuevas plagas. Además, promover el uso del conocimiento local y tradicional, así como las reservas de biodiversidad local que tienen muchos países RIOCC.
- Fortalecer los sistemas de alerta temprana locales ante fenómenos meteorológicos extremos (olas de calor, sequías, granizo, tormentas severas, heladas tempranas y tardías) y biológicos (irrupción de nuevas plagas y enfermedades). Facilitar el acceso a internet de la población en áreas rurales distantes de núcleos urbanos.
- En áreas de alta vulnerabilidad ante eventos meteorológicos extremos, como en las laderas montañosas tropicales proclives a deslizamientos de tierra ante tormentas y huracanes, combinar políticas que eviten o minimicen los deslizamientos bien mediante la construcción de represas, bien evitando la deforestación y falta de cobertura vegetal con cultivos como el banano. En muchas de estas áreas, se deben brindar opciones a los agricultores para que tengan medios de vida más seguros y redituables. La agricultura climáticamente inteligente puede ser una opción adecuada en muchos de estos casos.
- Implantación por las Administraciones, en sus distintos niveles (nacional, provincial y municipal), de políticas activas que fortalezcan los productos locales, con sellos distintivos del tipo de «lugares no deforestados», «productos bajos en carbono», «sin agroquímicos», etc., que permita una mayor conexión de los pobladores rurales con los mercados internacionales de nicho. El cooperativismo es una opción adecuada para que los pobladores implementen nuevos sistemas de producción que faciliten el logro de algunos de esos certificados ambientales.

7.9. Conclusiones

Los países que integran la RIOCC abarcan dos continentes y regiones de una enorme diversidad ambiental y humana. Esta diversidad debe ser tenida en cuenta cuando se analizan las medidas de adaptación al cambio climático y su posible efectividad.

Entre las amenazas climáticas identificadas predominan los aumentos de temperatura media y de mínimas diarias, junto con eventos climáticos extremos (p. ej., olas de calor, tormentas intensas, granizo, sequías, inundaciones, disminución de días con heladas, aumento de incidencia de plagas, etc.). Estos cambios del clima ya están sucediendo y se prevé que se intensifiquen en las próximas décadas, lo cual incrementa la necesidad urgente de adaptarse a ellos.

La vulnerabilidad existe, en primer lugar, porque hay poblaciones rurales expuestas en muchos de los países, a menudo con medios y elevados índices de pobreza y de desarrollo

socioeconómico. En segundo lugar, porque muchos de estos pobladores habitan áreas de riesgo, como laderas de montañas o planicies inundables, o poseen escasas posibilidades de acceso a recursos estratégicos, como agua de riego en cantidad y calidad, o tierras adonde desplazarse.

Con respecto a las medidas de adaptación tomadas, existen numerosos casos de intervención de los Estados nacionales, provinciales y municipales para medidas planificadas del tipo de obras de riego, represas y sistemas de pronóstico climático. Los agricultores han sido muy activos en adoptar medidas autónomas, que van desde las de tipo tecnológico, como los cambios de fecha y zonas de siembra o plantación, el sombreado para plantaciones y ganado doméstico, los abrevaderos de animales, a la adopción de germoplasmas nativos de cultivos y ganado local. Se observan también muchas experiencias de asociacionismo, a menudo autónomo, pero también con algún grado de intervención estatal.

La Península Ibérica, con España y Portugal, constituye un caso muy diferenciado con respecto a los países ubicados en el continente americano. En primer lugar, por que ambos países están integrados en la Unión Europea, que posee una política agrícola común (PAC). Esta política impone elevados niveles de regulación acerca de los cultivos que pueden producirse en cada región, así como de las prácticas agrícolas, ganaderas y ambientales que deben seguirse. En este contexto, los agricultores y ganaderos deben seguir unas prácticas concretas de gestión y manejo de sus explotaciones. Por ello las principales medidas de adaptación son de tipo planificado. Entre los riesgos más reportados se mencionan los aumentos de temperatura y sequías, que pueden afectar a producciones de enorme importancia, como los viñedos para vino, cultivos leñosos, como frutales y olivar, cultivos hortícolas o el pastaje de ganado doméstico, sectores todos ellos muy importantes para la economía española.

Existen muchas medidas de adaptación que exhiben claros cobeneficios con la mitigación del cambio climático o con la prevención de la degradación de tierras y la desertificación. Ello sucede a menudo porque estas medidas protegen los suelos, incrementando sus almacenes de carbono o disminuyendo sus tasas de erosión. Muchas de estas medidas se agrupan en un conjunto de prácticas conocidas genéricamente como agricultura climáticamente inteligente. Estas medidas buscan, en términos generales, generar una agricultura y ganadería climáticamente resilientes, de mayor diversidad y bajas en carbono.

Otras medidas de adaptación no van en este sentido y generan efectos adversos importantes. Un ejemplo manifiesto son los cambios de uso del suelo por avances en las zonas de cultivo, que generaron pérdidas de biodiversidad y de almacenes de carbono en pastizales o bosques. Otro ejemplo son los sistemas de riego que compiten con otros usos de agua para consumo humano o que deterioran los suelos por problemas de salinidad. Si no se presta debida atención a estos efectos adversos, los impactos negativos pueden

exceder los eventuales beneficios buscados y en algunos casos hasta aparentemente obtenidos.

Por último, pero no menos importante, el estudio incluye siete casos de estudio que han permitido acceder a información de tipo local o regional de primera mano en temas tan representativos como los cambios de uso del suelo, la caficultura en distintos países, el cultivo de banano y la problemática del riego en los arrozales.

Preguntas frecuentes

1. ¿Cuáles son los principales riesgos climáticos a los que se exponen los pobladores rurales y productores agropecuarios, y de qué forma los afectan?

Los principales riesgos climáticos provienen de los denominados eventos extremos, que incluyen tormentas intensas, huracanes y ciclones, con el consiguiente riesgo de deslizamientos en áreas de montaña, sequías prolongadas, olas de calor e inundaciones, entre otros. A ello, deben añadirse los cambios del clima que suceden más lentamente y que suelen confundirse con la propia variabilidad del clima, como es el caso de los aumentos de temperatura media y de máximas y mínimas diarias, los cambios en el régimen de lluvias (cantidad y distribución estacional), y los cambios en la cantidad de días con heladas. Todos estos cambios pueden estar asociados con cambios en la hidrología de las regiones y motivan desplazamientos de las áreas de producción agrícolas o ganaderas, e incluso de poblaciones rurales.

2. ¿Es posible pensar en una agricultura empresarial sustentable y de bajo impacto climático?

Sí, es posible. En realidad, que un tipo de producción sea sustentable y de bajo impacto climático no depende de su escala, sino de su grado de adaptación a las buenas prácticas agrícolas. Ello es totalmente factible tanto en agricultura de pequeña escala como en la de tipo empresarial.

3. ¿Son lo mismo la agricultura familiar que la agricultura campesina o la agricultura de subsistencia?

No, no son lo mismo. La agricultura de tipo familiar hace referencia a un tipo de agricultura en la cual la mano de obra es preponderantemente, aunque no únicamente, de tipo familiar, lo cual es posible que suceda en agricultura de diferentes escalas, incluso en gran escala conectada con los mercados internacionales. La agricultura campesina se refiere a un tipo de agricultura en la cual prevalecen las prácticas de tipo ancestral y la mano de obra de tipo campesino. La agricultura de subsistencia se refiere a un encuadre más de tipo social y económico,

en la que los productos son mayormente destinados a la manutención de los agricultores y sus familias, con pequeños saldos que son destinados a mercados locales.

4. ¿Son reversibles los daños generados por el cambio climático sobre los recursos naturales agropecuarios y poblaciones rurales?

Algunos daños generados son de tipo reversible y otros no. Ello depende del tipo de bien afectado. En general, todo daño que implique cambios en la forma del paisaje terrestre, como la erosión y los cambios de los cursos de agua, son de difícil reversibilidad. Lo mismo sucede con los cambios derivados de los cambios térmicos o de biodiversidad o en la cantidad de polinizadores. Otros cambios son de reversibilidad más factible, como por ejemplo, la implementación de sistemas de riego para atenuar la escasez de agua.

5. ¿Existen medidas de adaptación al cambio climático en el sector agropecuario que generen nulos o mínimos efectos adversos?

Afortunadamente, sí. En términos generales, todas las medidas que se basan en una mayor diversificación de cultivos y en una adaptación basada en el manejo de los ecosistemas poseen nulos impactos adversos. Por el contrario, puede haber impactos importantes cuando las medidas implican o se basan en desplazamientos de las áreas de cultivos, que pueden afectar a la biodiversidad, o en la implementación de sistemas de riego que pueden, aunque no necesariamente, afectar a reservas de agua superficial y subterránea, generando así desequilibrios hidrológicos.

Agradecimientos

En relación con el **caso de estudio 7.7.1**, se agradece tanto el aporte de materiales como las opiniones de los Dres. Bruno Alves (Embrapa Agrobiología), Everaldo Zonta (Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro) y Helvécio De-Polli (exinvestigador de Embrapa Agrobiología). En relación con el **caso de estudio 7.7.2**, se agradece el aporte de materiales de Pilar Ortega y Villasana y Gerardo C. Tenaglia, de INTA IPAF NEA Laguna Naineck, Formosa, y de Gladis B. Contrera y Guillermo R. Pratta, de la Cátedra de Genética, Facultad de Ciencias Agrarias, UNR. En relación con el **caso de estudio 7.7.3**, se agradece el aporte de materiales de Diana Ayala-Montejo, Luis Alberto Arévalo-López, Geomar Vallejos-Torres y Marco Antonio García-Sánchez, pertenecientes al Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, Perú. En relación con el **caso de estudio 7.7.4**, se agradece el aporte de materiales de Antonio Rafael Arce-Romero y Jesús David Gómez-Díaz, de la Universidad Autónoma Chapingo, México. En relación con el **caso de estudio 7.7.5**, se agradece el aporte de materiales de Eduardo Valdés-Velarde y Diana Ayala-Montejo, de la Universidad Autónoma Chapingo, México.

Bibliografía

- Acosta Martínez, V.**, S. van Pelt, J. Moore-Kucera, M.C. Baddock y T.M. Zobeck, 2015: Microbiology of wind-eroded sediments: Current knowledge and future research directions. *Aeolian Research*, 18, 99-113.
- Adams, R.E.W.** y M.J. MacLeod (eds.), 2000: *The Cambridge History of the Native Peoples of the Americas*. Vol. II, *Mesoamerica in two parts*. Cambridge University Press, United Kingdom, 1064 pp.
- Aggarwal, P.K.**, A. Jarvis, B.M. Campbell, R.B. Zougmore, A. Khatri-Chhetri, S.J. Vermeulen, A. Loboguerrero, L.S. Sebastian, J. Kinyangi, O. Bonilla-Findji, M. Radeny, J. Recha, D. Martinez-Baron, J. Ramirez-Villegas, S. Huyer, P. Thornton, E. Wollenberg, 2018: The climate-smart village approach: framework of an integrative strategy for scaling up adaptation options in agriculture. *Ecology and Society*, 23(1).
- Alejo, L.**, 2000: *Impacto del año ocasionado por la broca de café (Hypothenemus hampei) en el beneficio húmedo de la región de Huatusco, Veracruz*. Tesis de licenciatura. Centro Regional Universitario Oriente, Universidad Autónoma de Chapingo.
- Alencastro, L.**, 2014: *Gasto público y adaptación al cambio climático: Análisis de Colombia, el Ecuador, Nicaragua y el Uruguay*. CEPAL-Euroclima, Comisión Europea. Naciones Unidas, Santiago de Chile, 52 pp.
- Altieri, M.A.** y C.I. Nicholls, 2009: Cambio climático y agricultura campesina: impactos y respuestas adaptativas. *LEISA. Revista de Agroecología*, 14, 5-8.
- Altieri, M.A.** y C.I. Nicholls, 2017: The adaptation and mitigation potential of traditional agriculture in a changing climate. *Climatic Change*, 140, 33-45.
- Álvarez, A.**, 2014: El cambio climático y la producción animal. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 48(1), 7-10.
- Álvarez, C.R.**, M.A. Taboada, F.H. Gutiérrez Boem, A. Bono, P.L. Fernández y P. Prystupa, 2009: Topsoil properties as affected by tillage systems in the Rolling Pampa region of Argentina. *Soil Science Society of America Journal*, 73, 1242-1250.
- Ancajima Ojeda, R.**, 2013: *Tecnologías Ancestrales - Sistemas Hidráulicos Pre Incas e Incas*. Conferencia Magistral Día Nacional de la Diversidad Biológica, 10 pp. Disponible en: <http://www.minam.gob.pe/diadiversidad/wp-content/uploads/sites/63/2015/01/resumen1.pdf>
- Andrade, F.H.** (compilador), 2017: *Los desafíos de la agricultura argentina: satisfacer las futuras demandas y reducir el impacto*, 1.ª ed. Ediciones INTA, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, 120 pp.
- Armenteras, D.** y N. Rodríguez Eraso, 2014: Dinámicas y causas de deforestación en bosques de Latinoamérica: una revisión desde 1990. *Colombia Forestal*, 17(2), 233-246.
- Arvor, D.**, V. Dubreuil, J. Ronchail, M. Simoes y B.M. Funatsu, 2014: Spatial patterns of rainfall regimes related to levels of double cropping agriculture systems in Mato Grosso (Brazil). *International Journal of Climatology*, 34, 2622-2633.
- Avelino, J.**, M. Cristancho, S. Georgiou, P. Imbach, L. Aguilar, G. Bornemann, P. Läderach, F. Anzueto, A.J. Hruska y C. Morales, 2015: The coffee rust crises in Colombia and Central America (2008-2013): impacts, plausible causes and proposed solutions. *Food Security*, 7(2), 303-321.
- Avelino, R.**, A. Muller, R. Eskes, A. Santacreo y F. Holguín, 1999: La roya anaranjada del café: mito y realidad. En: *Desafíos de la caficultura en Centroamérica* [Bertrand, B. y B. Rapidel (eds.)]. San José, CR, IICA, pp. 193-241.

- Avila-Díaz, A.J. y Y. Carvajal-Escobar, 2015:** Agrocombustibles y soberanía alimentaria en Colombia. *Revista Colombiana de Geografía*, 24(1), 43-60.
- Banco Mundial, 2010:** *The Economics of Adaptation to Climate Change. A Synthesis Report*, Washington DC; *The Cost to Developing Countries of Adapting to Climate Change. New Methods and Estimates*, Washington DC (2008); *Development and Climate Change. A Strategic Framework for the World Bank Group*, Washington DC (2006); *Investment Framework for Clean Energy and Development*, Washington DC.
- Barretto, A.G.O.P., G. Berndes, G. Sparovek y S. Wirsenius, 2013:** Agricultural intensification in Brazil and its effects on land-use patterns: an analysis of the 1975-2006 period. *Global Change Biology*, 19, 1804-1815.
- Barrientos Felipa, P., 2014:** El desarrollo de la marca país. Base para posicionarse a través de las exportaciones no tradicionales. *Finanzas y Política Económica*, 6(1), 115-140.
- Barros Soares, L.H. de., B.J.R. Alves, S. Urquiaga y R.M. Boddey, 2009a:** *Mitigação das emissões de gases efeito estufa pelo uso de etanol da cana-de-açúcar produzido no Brasil*. Embrapa, Circular técnica 27, Seropédia, RJ, 14 pp.
- Barros Soares, L.H. de, G.B. Martha Bueno, L. Vilela, P.L. Oliveira Machado, B.E. Madari, B.J.R. Alves, R.M. Boddey y S. Urquiaga, 2009b:** *Avaliação da sustentabilidade energética de culturas em safrinha na região do Cerrado Brasileiro*. Boletim da Pesquisa e Desenvolvimento. Embrapa, Agrobiologia, Seropédia, RJ, 16 pp.
- Bocco, G. y B.M. Napoletano, 2017:** The prospects of terrace agriculture as an adaptation to climate change in Latin America. *Geography Compass*, 11(10), e12330.
- Boddey, R.M., L.H.D.B. Soares, B.J. Alves y S. Urquiaga, 2008:** Bioethanol production in Brazil. Capítulo 13. En: *Renewable Energy Systems: Environmental and Energetic Issues* [Springer Pimentel, D. (ed.)]. New York.
- Boillat, S. y F. Berkes, 2013:** Perception and interpretation of climate change among Quechua farmers of Bolivia: indigenous knowledge as a resource for adaptive capacity. *Ecology and Society*, 18(4), 21.
- Bolliger, A., J. Magid, T.J. Carneiro Amado, F. Skora Neto, M.F. dos Santos Ribeiro, A. Calegari, R. Ralisch y A. Neergaard, 2006:** Taking stock of the brazilian «zero-till revolution»: a review of landmark research and farmers' practice. *Advances in Agronomy*, 91, 47-110.
- Borrás, M., E. Manghi, F. Miñarro, M. Monaco, M. Navall, P. Peri, M.E. Periago y P. Preliasco, 2017:** *Acercando el manejo de bosques con ganadería integrada al monte chaqueño. Una herramienta para lograr una producción compatible con la conservación del bosque. Buenas prácticas para una ganadería sustentable. Kit de extensión para el Gran Chaco*. Fundación Vida Silvestre Argentina, Buenos Aires, 17 pp.
- Bouroncle, C., P. Imbach, P. Läderach, B. Rodríguez, C. Medellín, E. Fung, M.R. Martínez-Rodríguez y C.I. Donatti, 2015:** *La agricultura de Costa Rica y el cambio climático: ¿Dónde están las prioridades para la adaptación?* CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security (CCAFS). Copenhagen, Dinamarca, 8 pp.
- Castellanos Potenciano, B.P., F. Gallardo López, A. Sol Sánchez, C. Landeros Sánchez, G. Díaz Padilla, P. Sierra Figueredo y J.L. Santibañez Galarza, 2016:** Impacto potencial del cambio climático en la apicultura. *Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático*, 2(1), 1-19.
- Castro (Fernández de), R., H.E. Charles y R.W. Barreto, 2009:** Conformation of the occurrence of teliospores of *Hemileia vastatrix* in Brazil with observations on their mode of germination. *Tropical Plant Pathology*, 32(2), 108-113.
- CCAFS, 2016:** Weather and climate information, South-South cooperation help farmers in Colombia and Honduras manage climate change. En: *Outcomes and impacts of 2016 CCAFS Annual report*. Disponible en: <https://ccafs.cgiar.org/research/annual-report/2016/weather-climate-south-south-cooperation-help-farmers-colombia-honduras-climate-change>
- Challinor, A.J., J. Watson, D.H. Lobell, S.M. Howden, D.R. Smith y N. Chhetri, 2014:** A meta-analysis of crop yield under climate change and adaptation. *Nature Climate Change*, 4, 287-291.
- Charlebois, S., B. Sterling, S. Haratifar y S.K. Naing, 2014:** Comparison of Global Food Traceability Regulations and Requirements. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 13, 1104-1123.
- Chirinda N, L. Arenas, S. Loaiza, C. Trujillo, M. Katto, P. Chaparro, J. Nuñez, J. Arango, D. Martínez-Baron, A.M. Loboguerrero, L.A. Becerra Lopez-Lavalle, I. Avila, M. Guzmán, M. Peters, J. Twyman, M. García, L. Serna, D. Escobar, D. Arora, J. Tapasco, L. Mazabel, F. Correa, M. Ishitani, M. Da Silva, E. Graterol, S. Jaramillo, A. Pinto, A. Zuluaga, N. Lozano, R. Byrnes, G. LaHue, C. Alvarez, I. Rao y R. Barahona, 2017:** Novel Technological and Management Options for Accelerating Transformational Changes in Rice and Livestock Systems. *Sustainability*, 9(11): 1891 <https://doi.org/10.3390/su10030671>
- Clavel, D., D. Bazile, B. Benoît, O. Sounigo, K. Vom Brocke y G. Trouche, 2016:** Biodiversidad agrícola y sistemas campesinos de producción de semillas. En: *Las Agriculturas Familiares y los Mundos del Futuro* [Sourisseau, J.M. (ed.)]. San José: IICA-AFD (Agriculturas y retos mundiales), pp. 331-350.
- Colque, O. y G. Tenaglia, 2010:** *Situación actual de la producción, cosecha, poscosecha y comercialización del banano, Formosa, Argentina*. I Simposio Cono Sur. Joinville SC Brasil.
- Comisión Europea, 2016:** *Agricultura y desarrollo rural. Cuidando nuestras raíces. Política Agraria Común Europea (PAC)*. Disponible en: http://ec.europa.eu/agriculture/cap-for-our-roots/index_es
- Costantino, A., 2014:** Land Grabbing in Latin America: Another Natural Resource Curse? *Agrarian South: Journal of Political Economy*, 3(1), 17-43.
- Cramer L., S. Huyer, A. Lavado, A.M. Loboguerrero, D. Martínez Barón, M. Nyasimi, T. Thomas, P.K. Thornton, J. van Etten y M. van Wijk, 2017:** *Métodos propuestos para evaluar el impacto potencial del cambio climático sobre la seguridad alimentaria y nutricional en Centroamérica y la República Dominicana*. CCAFS Documento de trabajo n.º 196. Copenhagen, Denmark: CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security (CCAFS), 54 pp.
- Cuvi, N., 2018:** Indigenous Imprints and Remnants in the Tropical Andes. En: *A Living Past. Environmental Histories of Modern Latin America* [Solori, J., C. Leal y J.A. Pádua (eds.)]. Berghahn Books, Nueva York, pp. 67-90.
- DANE (Departamento Nacional de Estadística) y Fedearroz (Federación Nacional de Arroceros):** *Cuarto Censo Nacional Arrocero 2016*. Consultado 1 de febrero de 2019: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/agropecuario/censo-nacional-arrocero>
- Davidson, D., 2016:** Gaps in agricultural climate adaptation research. *Nature Climate Change*. 6, 433-435.
- Davies, M., B. Guenther, J. Leav, T. Mitchell y T. Tanner, 2009:** Climate Change Adaptation, Disaster Risk Reduction and Social Protection: Complementary Roles in Agriculture and Rural Growth? *IDS Working Papers*, 320, 01-37.

- Delgado, L.E.,** M. Torres-Gomez, A. Tironi-Silva y V.H. Marín, 2015: Estrategia de adaptación local al cambio climático para el acceso equitativo al agua en zonas rurales de Chile. *América Latina Hoy*, 69, 113-137.
- De Moraes Sá, J.,** R. Lal, C.C. Cerri, K. Lorenz, M. Hungria y P.C. de Faccio Carvalho, 2017: Low-carbon agriculture in South America to mitigate global climate change and advance food security. *Environment International*, 98, 102-112.
- Derpsch, R.,** T. Friedrich, A. Kassam y L. Hongwen, 2010: Current status of adoption of no-till farming in the world and some of its main benefits. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 3(1), 1-25.
- Domínguez, M.T.,** C. Jiménez, L. Matías Resina, E. Gutiérrez González, B.M. Herrador, M. D. Hidalgo e I.M. Pérez-Ramos, 2018: *Efectos interactivos de cambio climático y presión ganadera sobre el funcionamiento del suelo en ecosistemas de dehesas*. VIII Congreso Ibérico de las Ciencias del Suelo, pp. 462-464.
- Elliott, J.,** D. Deryng, C. Müller, K. Frieler, M. Konzmann, D. Gerten, M. Glotter, M. Flörke, Y. Wada, N. Best, S. Eisner, B.M. Fekete, C. Folberth, I. Foster, S.N. Gosling, I. Haddeland, N. Khabarov, F. Ludwig, Y. Masaki, S. Olin, C. Rosenzweig, A.C. Ruane, Y. Satoh, E. Schmid, T. Stacke, Q. Tang y D. Wisser, 2014: Constraints and potentials of future irrigation water availability on agricultural production under climate change. *PNAS*, 111(9), 3239-3244.
- Ermini, J.L.,** F.S. Pantuso, G. Tenaglia y G.R. Pratta, 2013: Marcadores de AFLP en el cultivo de banana: selección de combinaciones de cebadores y caracterización de la biodiversidad. *Revista de la Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales (Universidad de Morón)*, 11, 83-110.
- Ermini, J.L.,** F.S. Pantuso, G. Tenaglia y G.R. Pratta, 2016: Genetic diversity, ancestry relationships and consensus among phenotype and genotype in banana (*Musa acuminata*) clones from Formosa (Argentina) farmers. *Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology*, 17, 267-278.
- European Union, 2018: *EU Adaptation Strategy*. Disponible en: https://ec.europa.eu/clima/policies/adaptation/what_en
- FAO,** 2007: Disponible en: www.fao.org
- FAO,** 2017: *La agricultura climáticamente inteligente*. Disponible en: <http://www.fao.org/climate-smart-agriculture/es/>
- FAO,** 2020: *Buenas Prácticas Agrícolas en el Cultivo de Café para reducir el impacto del cambio climático*. Family farming platform. Disponible en: <http://www.fao.org/family-farming/detail/en/c/450200/>
- FAO** y **ITPS,** 2015: *Status of the world's soil resources (SWRS) – Technical summary*. Food and Agriculture Organization of the United Nations and Intergovernmental Technical Panel on Soils. Rome, Italy, 82 pp.
- FAOSTAT,** 2019: Disponible en: <http://www.fao.org/faostat/en/#data>
- Fedearroz,** 2012: *Adopción Masiva de Tecnología «AMTEC»*. Consultado el 1 de febrero de 2019.
- Fernández Nogueira, D.** y E. Corbelle Rico, 2017: Cambios en los usos de suelo en la Península Ibérica: un meta-análisis para el periodo 1985-2015. *Revista Bibliográfica Geografía y Cs. Sociales*. Universidad de Barcelona, 22 (1.215), 29 pp.
- Ferreira, M, A.** dos Anjos, L. Ferreira, M. Bustamante, G. Fernandes, R.B. Machado y R. Bomfim Machado, 2016: Cerrado: o fim de uma história ou uma nova história. *Revista Ciência Hoje*, 334, 24-29.
- Franchini, J.C.,** C.C. Crispino, R.A. Souza, E. Torres y M. Hungria, 2007: Microbiological parameters as indicators of soil quality under various soil management and crop rotation systems in southern Brazil. *Soil Tillage Research*, 92, 18-29.
- Fundación Biodiversidad,** 2017: *Proyecto Life SHARA. Sensibilización y conocimiento para la adaptación al cambio climático*. Oficina Española de Cambio Climático (OECC), Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), Organismo Autónomo de Parques Nacionales a través del Centro Nacional de Educación Ambiental (CENEAM), Agencia portuguesa para el Medio Ambiente. Disponible en: <http://www.lifeshara.com/es>
- Galindo, L.M.,** J.L. Samaniego, J.E. Alatorre y J.A. Ferrer, 2013: *Cambio climático y adaptación en América Latina*. División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos, CEPAL, Unidad de Cambio Climático. Santiago de Chile, 38 pp.
- Gambín, B.L.,** T. Coyos, G. Di Mauro, L. Borrás y L.A. Garibaldi, 2016: Exploring genotype, management, and environmental variables influencing grain yield of late-sown maize in central Argentina. *Agricultural Systems*, 146, 11-19.
- García Collazo, M.A.,** A. Panizza y J.M. Paruelo, 2013: Ordenamiento Territorial de Bosques Nativos: Resultados de la zonificación realizada por provincias del norte argentino. *Ecología Austral*, 23, 97-107.
- Ghini, R,** 2011: Diseases in tropical and plantation crops as affected by climate changes: current knowledge and perspectives. *Plant Pathology*, 60, 122-132.
- Giménez, R.,** J. Mercau, M. Noretto, R. Páez y E. Jobbágy, 2016: The ecohydrological imprint of deforestation in the semiarid Chaco: insights from the last forest remnants of a highly cultivated landscape. *Hydrological Processes*, 30(15), 2603-2616.
- Gobierno de España,** 2012: *Evidencias del cambio climático y sus efectos en España*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 24 pp. Disponible en: <https://www.adaptecca.es/documento/evidencias-del-cambio-climatico-y-sus-efectos-en-espana>
- Gobierno de España,** 2017: *Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC)*. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. Disponible en: <https://www.adaptecca.es/documento/evidencias-del-cambio-climatico-y-sus-efectos-en-espana>
- Golnow, F.** y T. Lakes, 2015: Policy change, land use, and agriculture: The case of soy production and cattle ranching in Brazil, 2001-2012. *Applied Geography*, 55, 213-211.
- González M.,** G. Saldarriaga y O. Jaramillo, 2010: Estimación de la demanda de agua: Conceptualización y dimensionamiento de la demanda hídrica sectorial. *Estudio Nacional del Agua*, Capítulo 5. IDEAM, Colombia.
- Gorenstein, S.,** 2016: *Empresas transnacionales en la agricultura y la producción de alimentos en América Latina y el Caribe*. Nueva Sociedad. Fundación Friedrich Ebert, Buenos Aires, 30 pp.
- Goulson, D.,** E. Nicholls, C. Botías y E.L. Rotheray, 2015: Bee declines driven by combined stress from parasites, pesticides, and lack of flowers. *Science*, 347(6229), 1255-1257.
- Graesser, J.,** T. Mitchell Aide, H. Ricardo Grau y N. Ramankutty, 2015: Cropland/pastureland dynamics and the slowdown of deforestation in Latin America. *Environ. Res. Lett.*, 10(3), 034017.
- Gras, C.** y D.M. Cáceres, 2017: Land grabbing as a dynamic process: Actors' strategies within contexts of economic stagnation. *Poblac. soc.*, 24(2), 163-194.
- Grau, H.R.** y M. Aide, 2008: Globalization and land-use transitions in Latin America. *Ecology and Society*, 13(2), 16.
- Grau, H.R.,** T.M. Aide y N.I. Gasparri, 2005: Globalization and soybean expansion into semiarid ecosystems of Argentina. *Ambio*, 34, 267-268.

- Grupo de Trabajo Ecoflor**, 2016: *El declive de las abejas: cinco conceptos mal entendidos*. Quercus. Cuaderno 361. Disponible en: <http://www.revistaquercus.es/>
- Guzmán García, C.E.**, 2013: *Llactas Incas: concepción del planeamiento e interacción con el medio natural*. Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Ingeniería. Disponible en: <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/3392>
- Guzmán, P.**, Y. Tirado, F. Hernández y I. Ávila, 2018: AMTEC Adopción Masiva de Tecnología: Seis años después seguimos avanzando hacia la competitividad. Investigación - Fedearroz- Fondo Nacional del Arroz 66, marzo-abril de 2018, <http://www.fedearroz.com.co/docs/AMTEC.pdf>
- Herrera, A.** y M. Ali, 2009: Paisajes del desarrollo: la ecología de las tecnologías andinas. *Antipoda. Revista de Antropología y Arqueología*, 8, 169-194.
- Herrera Wasilowsky, A.**, 2011: *La recuperación de tecnologías indígenas. Arqueología, tecnología y desarrollo en los Andes*. Lima: Instituto de Estudios Peruanos (IEP), Universidad de los Andes, Facultad de Ciencias Sociales-CESO, Departamento de Antropología, Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales (CLACSO), PUNKU Centro de Investigación Andina.
- Houspanossian, J.**, R. Giménez, E. Jobbágy y M. Noretto, 2017: Surface albedo raise in the South American Chaco: Combined effects of deforestation and agricultural changes. *Agricultural and Forest Meteorology*, 232, 118-127.
- Howden, S.M.**, J.F. Soussana, F.N. Tubiello, F.N. Chhetri, M. Dunlop y H. Meinke, 2007: Adapting agriculture to climate change. *PNAS*, 104(50), 19691-19696.
- Huggel, C.**, M. Scheel, F. Albrecht, N. Andres, P. Calanca, C. Jurt, N. Khabarov, D. Mira-Salama, M. Rohrer, N. Salzmann, Y. Silva, E. Silvestre, L. Vicuña y M. Zappa, 2015: A framework for the science contribution in climate adaptation: Experiences from science-policy processes in the Andes. *Environmental Science and Policy*, 47, 80-94.
- IAPP**, 2015: *Proyecto Aplicación de técnicas innovadoras en la propagación clonal e inoculación micorrízica de plantas matrices de café (Coffea arabica) con alta productividad en la región Amazonas*. Documento web consultado en 2020, <http://iiap.org.pe/Archivos/Convenio/Proyecto/52.pdf>
- IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA**, 2017: *Análisis de vulnerabilidad y riesgo por cambio climático en Colombia*. Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático. IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA, FMAM. Bogotá DC, Colombia.
- IDEAM** (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales), 2018. *Reporte de avance del Estudio Nacional del Agua*. ENA 2018. Bogotá DC
- INIE**, 2017: *Perú: Panorama económico departamental*. Informe técnico (5), mayo de 2017, 28 pp.
- IPCC**, 2014: *Cambio climático 2014. Impactos, adaptación y vulnerabilidad - Resumen para responsables de políticas*. Contribución del Grupo de trabajo II al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. IPCC.
- IPCC**, 2019: Summary for Policymakers. En: *Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems* [Shukla, P.R., J. Skea, E. Calvo Buendia, V. Masson-Delmotte, H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, P. Zhai, R. Slade, S. Connors, R. van Diemen, M. Ferrat, E. Haughey, S. Luz, S. Neogi, M. Pathak, J. Petzold, J. Portugal Pereira, P. Vyas, E. Huntley, K. Kissick, M. Belkacemi, J. Malley y (eds.)]. En prensa.
- Jarvis, A.**, J. Ramirez, E. Guevara y E. Zapata, 2008: *Impactos e implicaciones de cambio climático para el sector bananero*. Acrobat, Brasil.
- Juhola, S.**, E. Glaas, B. Ola Linné y T. Simone Neset, 2016: Redefining maladaptation. *Environmental Science & Policy*, 55, parte 1, 135-140. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2015.09.014>
- Kampa, M.** y E. Castanas, 2008: Human health effects of air pollution. *Environmental Pollution*, 151(2), 362-367.
- Kay, C.**, 2006: Survey article rural poverty and development strategies in Latin America. *Journal of Agrarian Change*, 6(4), 455-508.
- Kovats, S.** et ál., 2014: *Mitigation of Climate Change*. [In Bogataj, L.K., R. Corobov y R. Vallejo (eds.)], Capítulo 23. IPCC, Cambridge Univ. Press.
- Lal, R.**, 2015: Sequestering carbon and increasing productivity by conservation agriculture. *Journal of Soil and Water Conservation*, 70(3), 55A-62A.
- Lapola, D.M.**, L.A. Martinelli, C.A. Peres, J.P.H.B. Ometto, M.E. Ferreira, C.A. Nobre, A.P.D. Aguiar, M.M.C. Bustamante, M.F. Cardoso, M.H. Costa, C.A. Joly, C.C. Leite, P. Moutinho, G. Sampaio, B.B.N. Strassburg y I.C.G. Vieira, 2013: Pervasive transition of the Brazilian land-use system. *Nature Climate Change*, 4(1), 27.
- Lemaire, G.**, A. Franzluebbers, P.C. de Faccio Carvalho y B. Dedieu, 2014: Integrated crop-livestock systems: strategies to achieve synergy between agricultural production and environmental quality. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 190, 4-8.
- Lima, S.C.**, 1996: *As veredas do Ribeirão Panga no Triângulo Mineiro e a evolução da paisagem*. São Paulo: USP, tesis, doctorado en Geografía Física, 260 pp.
- Lipper, L.**, P. Thornton, B.M. Campbell, T. Baedeker, A. Braimoh, M. Bwalya, P. Caron, A. Cattaneo, D. Garrity, K. Henry, R. Hottle, L. Jackson, A. Jarvis, F.Kossam, W. Mann, N. McCarthy, A. Meybeck, H. Neufeldt, T. Remington, P. Thi Sen, R. Sessa1, R. Shula, A. Tibu y E.F. Torquebiau, 2014: Climate-smart agriculture for food security. *Nature Climate Change*, 4, 1068-1072.
- Loell, D.B.**, 2014: Climate change adaptation in crop production: Beware of illusions. *Global Food Security*, 3(2), 72-76.
- Boboguerrero, A.M.** y D. Martinez-Baron, 2017: News from the field climate-smart agriculture across scales in Latin America. *Agriculture for Development*, 30, 10-11. Disponible en: <https://ccafs.cgiar.org/publications/climate-smart-agriculture-across-scales-latin-america#.Wrij5KC7OWMo>
- Boboguerrero, A.M.**, F. Boshell, G. León, D. Martinez-Baron, D. Giraldo, L. Recaman, E. Díaz y J. Cock, 2018: Bridging the gap between climate science and farmers in Colombia. *Climate Risk Management*, 22, 67-81, <https://doi.org/10.1016/j.crm.2018.08.001>
- Magnan, A.K.**, E.L.F. Schipper y M. Burkett et ál., 2016: *WIREs Climate Change*, 7, 646-665, DOI: 10.1002/wcc.409
- Magrin, G.O.**, 2015: *Adaptación al cambio climático en América Latina y el Caribe*. CEPAL, Santiago de Chile, 78 pp.
- Magrin, G.O.**, J.A. Marengo, J.P. Boulanger, M.S. Buckeridge, E. Castellanos, G. Poveda, F.R. Scarano y S. Vicuña, 2014: Central and South America. En: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Barros, V.R., C.B. Field, D.J. Dokken, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea y L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom y New York, NY, USA, pp. 1499-1566.

- Martínez Montenegro, I.** y M. Baeza Leiva, 2017: Enfoques de género en el papel de la mujer rural en la agricultura cubana. *Prolegómenos*, 20(39), 29-38.
- Martínez Valle, A.**, 2016: *Impacto del cambio climático en las cadenas productivas del café: Opciones de Agricultura Clima-Inteligente para Café*. CIAT-CGIAR-CCAFS, 14 pp. Disponible en: <https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/78746/ciatcafevccweb.pdf?sequence=1>
- Mastrangelo, M.E.**, M.C. Gavin, P. Laterra, W.L. Linklater y T.L. Milfont, 2014: Psycho-social factors influencing forest conservation intentions on the agricultural frontier. *Conservation Letters*, 7(2), 103-110.
- Mckey, D.** y S. Rostain, 2015: Farming Technology in Amazonia. En: *Encyclopaedia of the History of Science, Technology, and Medicine in Non-Western Cultures*. Springer, Dordrecht, pp. 1-14.
- Medina Martín, F.**, 2016: *Impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en el sector agrario: Aproximación al conocimiento y prácticas de gestión en España*. D.G., Oficina Española de Cambio Climático, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid, 49 pp. Disponible en: https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/impactos_vulnerabilidad_adaptacion_cambio_climatico_sector_agrario_tcm30-178448.pdf
- Merante, P.**, C. Dibari, R. Ferrise, B. Sánchez, A. Iglesias, J.P. Lesschen, P. Kuikman, J. Yeluripati, P. Smith y M. Bindi, 2017: Adopting soil organic carbon management practices in soils of varying quality: Implications and perspectives in Europe. *Soil and Tillage Research*, 165, 95-106.
- Mercado, L.**, R. Villarreyna, R. Cerda, A. Aguilar, D. Padilla, J. Echeverría, A.M. Loboguerrero, D. Martínez-Barón y M. Lizarazo, 2017: *Promoviendo prácticas Agrícolas Climáticamente Inteligentes para enfrentar los efectos del cambio y la variabilidad climática en el centro-norte de Nicaragua (NicaCentral)*. CATIE Policy Brief 25, Centro Agronómico y Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica, 6 pp.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de Uruguay**, 2018: *Plan Nacional de Adaptación al Cambio y la Variabilidad Climática para el Sector Agropecuario (PNA-Ag)*. Disponible en: <http://www.mgap.gub.uy/unidad-organizativa/oficina-de-programacion-y-politicas-agropecuarias/sostenibilidad-y-cambio-climatico/plan-nacional>
- Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente de Uruguay**, 2018: *Plan Ambiental Nacional para el Desarrollo Sostenible*. Documento síntesis para la Consulta Pública. Uruguay, julio de 2018, 52 pp. Disponible en: <http://www.mvotma.gub.uy/component/k2/item/10011400-plan-ambiental-nacional-2018-documento-sintesis>
- Mirando, R.**, A. Caballero, F. Cadena y H. Bosque, 2017: Salinidad y el cultivo de la quinua - Una breve revisión bibliográfica. *Revista APThAPI*, 3(1) 87-92.
- Miyake, S.**, M. Renouf, A. Peterson, C. McAlpine y C. Smith, 2012: Land-use and environmental pressures resulting from current and future bioenergy crop expansion: A review. *Journal of Rural Studies*, 28(4), 650-658.
- Montagnini, F.**, 2015: Función de los sistemas agroforestales en la adaptación y mitigación del cambio climático. pp. 269-298. En: *Sistemas agroforestales: funciones productivas, socioeconómicas y ambientales* [Montagnini, F., E. Somarriba, E. Murgueitio, H. Fassola y B. Eibl (eds.)]. 1.ª ed., Cali, CO: CIPAV, Turrialba, CR: CATIE, 454 pp.
- Montagnini, F.**, M. Ibrahim y E.M. Restrepo, 2013: Silvopastoral systems and climate change mitigation in Latin America. *Bois et forêts des tropiques*, 316(2), 3-16.
- Monterroso-Rivas, A. I.**, J.D. Gómez-Díaz y A.R. Arce-Romero, 2018: Soil, water, and climate change integrated impact assessment on yields. *International Journal of Agricultural and Environmental Information Systems*, 9(2), 20-31.
- Morfin, V.A.**, P. Castillo y G. Vizcaíno, 2006: *El cultivo de café (Coffea arabica L.) en Colima*. Instituto de investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Folleto técnico n.º 1. Campo Experimental Ticomán, 85 pp.
- Munang, R.**, I. Thiaw, K. Alverson, M. Mumba, J. Liu y M. Rivington, 2013: Climate change and ecosystem-based adaptation: a new pragmatic approach to buffering climate change impacts. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 5(1), 67-71.
- Murgueitio, E.**, J.D. Chará, A.J. Solarte, F. Uribe, C. Zapata y J.E. Rivera, 2013: Agroforestería pecuaria y sistemas silvopastoriles intensivos (SSPI) para la adaptación ganadera al cambio climático con sostenibilidad. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 26, 313-316.
- Naciones Unidas**, 2015: *Marco de Sendai para la reducción del riesgo de desastres 2015-2030*. UNISDR/GE/2015 - ICLUX ES, 1.ª edición. Ginebra, Suiza, 40 pp. Disponible en: <https://www.unisdr.org/files/43291-spanishsendaiframeworkfordisasterri.pdf>
- Nasar, A.N.** y M. Moreira, 2013: *Evidences on sugarcane expansion and agricultural land use changes in Brazil*. Report Institute for International Trade Negotiations, 26 pp. Disponible en: www.iconebrasil.org.br
- Noble, I.R.**, S. Huq, Y.A. Anokhin, J. Carmin, D. Goudou, F.P. Lansigan, B. Osman-Elasha y A. Villamizar, 2014: Adaptation needs and options. En: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea y L.L.White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 833-868.
- Nobre, C.A.**, G. Sampaio, L.S. Borma, J. C. Castilla-Rubio, J.S. Silva y M. Cardos, 2016: Land-use and climate change risks in the Amazon and the need of a novel sustainable development paradigm. *PNAS*, 113 (39), 10759-10768, <https://doi.org/10.1073/pnas.1605516113>
- Nogueira, M.E.**, M.A. Urcola y M. Lattuada, 2017: *La gestión estatal del desarrollo rural y la agricultura familiar en Argentina: estilos de gestión y análisis de coyuntura 2004-2014 y 2015-2017*. RELAER, 2(4).
- Nokoe, S.** y R. Ortiz, 1998: Optimum Plot Size for Banana Trials. *HortScience*, 33(1), 130 -132.
- Ortiz, R.** e I. de Cauwer, 1998: Genotype -by- Environments for Plantain and Banana (*Musa spp L.*) Breeding in West Africa. *Tropicultura*, 16-17(3), 97-102.
- Peneda-Murillo, R.**, 2012: Los biocombustibles como alternativa energética en Colombia: ¿desarrollo sostenible o crecimiento económico? *Asuntos*, 23, 35-42.
- Pérez, C.**, 2012: Una Visión para América Latina: Dinamismo tecnológico e inclusión social mediante una estrategia basada en los recursos naturales. *Revista Económica*, 14(2).
- PNUD-Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo**, 2015: *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Disponible en: <http://www.ar.undp.org/home>sdg-overview>
- Poeplau, C.** y A. Don, 2015: Carbon sequestration in agricultural soils via cultivation of cover crops - A meta-analysis. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 200, 33-41.
- Porto Castro, A.M.**, M. Villarino Pérez, M. Baylina Ferré, M.D. García Ramón e I. Salamaña Serra, 2015: Formación de las mujeres,

- empoderamiento e innovación rural. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 68, 385-406.
- Powison, D.S., C.M. Stirling, M.L. Jat, B.G. Gerard, C.A. Palm, P.A. Sanchez y K.G. Cassman**, 2014: Limited potential of no-till agriculture for climate change mitigation. *Nature Climate Change*, 4, 678-683.
- Ramirez-Villegas, J., M. Salazar, A. Jarvis y C. Navarro-Racines**, 2012: A way forward on adaptation to climate change in Colombian agriculture: perspectives towards 2050. *Climatic Change*, 115, 611, <https://doi.org/10.1007/s10584-012-0500-y>
- Rapidel, B., C. Allinne, C. Cerdán, L. Meylan, E. de Melo, V. Filho y J. Avelino**, 2015: Efectos ecológicos y productivos del asocio de árboles de sombra con café en sistemas agroforestales. En: *Sistemas agroforestales: funciones productivas, socioeconómicas y ambientales* [Montagnini, F., E. Somarriba, E. Murgueitio, H. Fassola y B. Eibl (eds.)], 1.ª ed., Cali, CO: CIPAV; Turrialba, CR: CATIE, 2015. 454 pp.: il. – (Serie técnica. Informe técnico/CATIE; n.º 402).
- Rasul, G. y B. Sharma**, 2016: The nexus approach to water–energy–food security: an option for adaptation to climate change. *Climate Policy*, 16(6), 682-702.
- Rever, C.P.O., S. Adams, T. Albrecht, F. Baarsch, A. Boit, N. Canales Trujillo, M. Cartsburg, D. Coumou, A. Eden, E. Fernandes, F. Langerwisch, R. Marcus, M. Mengel, D. Mira-Salama, M. Perette, P. Pereznieta, A. Rammig, J. Reinhardt, A. Robinson, M. Rocha, B. Sakschewski, M. Schaeffer, C.F. Schleussner, O. Serdeczny and K. Thonicke**, 2017: Climate change impacts in Latin America and the Caribbean and their implications for development. *Regional Environ Change*, 17, 1601-1621.
- Roco, L., A. Engler, B.E. Bravo-Ureta y R. Jara-Rojas**, 2015: Farmers' perception of climate change in mediterranean Chile. *Regional Environ Change*, 15, 867-879.
- Rodas Trejo, J., L. Medina Sansón, D. Chang Gutierrez, P. Ocampo González, E.S. Marín Muñoz y M.R. Carrillo López**, 2014: Impactos y adaptaciones ante los efectos del cambio climático: un caso de estudio en una comunidad ganadera en Chiapas, México. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 18, 10.
- Rodríguez, A.G. y L.E. Meza (eds.)**, 2016: *Agrobiodiversidad, agricultura familiar y cambio climático*. Reporte del Seminario regional Agricultura y Cambio Climático: Agrobiodiversidad, Agricultura Familiar y Cambio Climático, realizado el 20 y 21 de agosto de 2014 en la sede de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), en Santiago de Chile. Naciones Unidas, Santiago, 90 pp.
- Rogé, P., A.R. Friedman, M. Astier y M.A. Altieri**, 2014: Farmer strategies for dealing with climatic variability: a case study from the Mixteca Alta Region of Oaxaca, Mexico. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 38(7), 786-811.
- Sabourin, E.**, 2015: *Políticas públicas y agriculturas familiares en América Latina y el Caribe: nuevas perspectivas*. En: Sabourin E.M. y O. Samper y Sotomayor. IICA, San José, CR, 400 pp.
- SAG** (Secretaría de Agricultura y Ganadería), 2017: Introducción. *Boletín Agroclimático Participativo Región de Occidente*, marzo de 2017. Gobierno de la República de Honduras. Disponible en: <https://docplayer.es/62890242-Introduccion-boletin-agroclimaticoparticipativo-region-de-occidente.html>
- SAG** (Secretaría de Agricultura y Ganadería), 2020: *Técnicos de la SAG orientan a productores para la siembra de granos básicos*. Gobierno de la República de Honduras. Disponible en: <http://www.sag.gob.hn/sala-de-prensa/noticias/ano-2017/mayo-2017/tecnicos-de-la-sagorientan-a-productores-para-la-siembra-de-granos-basicos/>
- Salazar, A., J. Katzfey, M. Thatcher, J. Syktus, K. Wong y C. McAlpine**, 2016: Deforestation changes land–atmosphere interactions across South American biomes. *Global and Planetary Change*, 139, 97-108.
- Salomon, F., S.B. Schwartz (eds.)**, 1999: *The Cambridge History of the Native Peoples of the Americas*, vol. III, South America, en dos partes. Cambridge University Press, United Kingdom, 1070 pp.
- Sánchez, P.R.**, 2015: *Viticultura y Cambio Climático en España: Vulnerabilidad en las distintas regiones y estrategias de adaptación frente al desarrollo de nuevas políticas*. Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid.
- Sánchez, L. y O. Reyes**, 2015: *Medidas de adaptación y mitigación frente al cambio climático en América Latina y el Caribe: Una revisión general*. CEPAL, 73 pp.
- Satorre, E.H.**, 2005: Cambios tecnológicos en la agricultura Argentina actual. *Revista Ciencia Hoy*, 15(87), 24-31.
- Saucedo, G., N. Gardea, R. Sánchez, A. Mojica y A. Ramírez**, 2012: Hambre, presente en la memoria y cultura de los indígenas de la sierra Tarahumara. *Revista Alter Año III*, 6, 72-85.
- Schejtman, A.**, 2008: *Alcances sobre la agricultura familiar en América Latina*. Documento de trabajo n.º 21, Programa Dinámicas Territoriales Rurales, Rimisp - Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural, 50 pp.
- Segrelles Serrano, J.A.**, 2007: Una reflexión sobre la reciente reorganización de los usos agropecuarios en América Latina. *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, 27, 125-147.
- Serna, L., D. Escobar, J. Tapasco, J. Arango, N. Chirinda, M. Chacon, J. Segura y C. Villanueva**, 2017: *Retos y oportunidades para el desarrollo de la NAMA ganadería en Colombia y Costa Rica*. CCAFS Info Note. CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security (CCAFS). Copenhagen (Denmark), 5 pp.
- Shannon, H.D. y R.P. Motha**, 2015: Managing weather and climate risks to agriculture in North America, Central America and the Caribbean. *Weather and Climate Extremes*, 10 A, 50-56, <https://doi.org/10.1016/j.wace.2015.10.006>
- Shiki, S.F.**, 1998: *Desenvolvimento agrícola nos cerrados: trajetórias de acumulação, degradação ambiental e exclusão social em torno de Iraí de Minas*. Uberlândia: UFU, pp. 34-85.
- Shirsath, P.B., P.K. Aggarwal, P.K. Thornton y A. Dunnett**, 2017: Prioritizing climate-smart agricultural land use options at a regional scale. *Agricultural Systems*, 151, 174-183.
- Silva, L.**, 2000: O papel do estado no processo de ocupação das áreas de Cerrado entre as décadas de 60 e 80. *Caminhos de Geografia*, 1(2), 24-36.
- Solaun, K., I. Gómez, J. Urban, F. Liaño y A. Genovés**, 2014: *Integración de la adaptación al cambio climático en la estrategia empresarial. Guía metodológica para la evaluación de los impactos y la vulnerabilidad en el sector privado*. Oficina Española de Cambio Climático, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Madrid, 78 pp.
- Spera, S.A., A.S. Cohn, L.K. Van Wey, J.F. Mustard, B.F. Rudorff, J. Risso, J. y M. Adams**, 2014: Recent cropping frequency, expansion, and abandonment in Mato Grosso, Brazil had selective land characteristics. *Environmental Research Letters*, 9, 064010, 12 pp.
- Stadelmann, M., A. Michaelowa, S. Butzengeiger-Geyer y M. Köhler**, 2015: Universal Metrics to Compare the Effectiveness of Climate Change Adaptation Projects. En: *Handbook of Climate Change Adaptation* [Leal Filho, W. (ed.)]. Springer, Berlin, Heidelberg.

- Taboada, M.A.** y F. Damiano, 2017: Inundación y manejo de suelos en la Argentina. En: *Inundaciones y manejo de cuencas-CADIA* [Waldman, S. (coord.)], pp. 145-169.
- Tacoli, C.**, 2009: Crisis or adaptation? Migration and climate change in a context of high mobility. *Environment and Urbanization*, 21(2), 513-525.
- Tafur, M.**, T. Gumucio, J. Twyman y D. Martinez, 2015a: *Guía para la integración del enfoque de género en políticas agropecuarias y de cambio climático en América Latina*. CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security (CCAFS), Copenhagen, Denmark, 8 pp.
- Tafur, M.**, T. Gumucio, C. Turin, J. Twyman y D. Martinez, 2015b: *Género y Agricultura en el Perú: Inclusión de intereses y necesidades de hombres y mujeres en la formulación de políticas públicas*. CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security (CCAFS), Copenhagen, Denmark, 7 pp.
- Tenaglia, G.**, s.f.: *Diversidad genética y uso de recursos genéticos de Musa acuminata (AAA) Subgrupo «Cavendish» seleccionados por su comportamiento agronómico en la provincia de Formosa*. Tesis doctoral. UNR.
- The World Bank**, 2014: *World development indicators*. International Bank for Reconstruction and Development. The World Bank, Washington.
- The World Bank**, CIAT y CATIE, 2014a: *Climate-smart agriculture in Costa Rica*. CSA Country Profiles for Latin America Series. Washington DC: The World Bank Group.
- The World Bank**, CIAT y CATIE, 2014b: *Supplemental material for climate-smart agriculture in Mexico*. CSA Country Profiles for Latin America Series. Washington DC: The World Bank Group.
- Torres Guevara, J.**, 2015: *Experiencias de adaptación al cambio climático, los conocimientos ancestrales, los conocimientos contemporáneos y los escenarios cualitativos en los Andes. Alcances y límites (Perú)*. Apuntes de investigación, n.º 3, octubre de 2014-enero de 2015. Soluciones Prácticas, 21 pp.
- Tucker, C.M.**, H. Eakin, E.J. Castellanos, 2010. Perceptions of risk and adaptation: Coffee producers, market shocks, and extreme weather in Central America and Mexico. *Global Environmental Change*, 20(1), 23-32, <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2009.07.006>
- UNEP**, 2019: *Frontiers 2018/19. Emerging issues of environmental concern*. United Nations Environmental Programme, Nairobi.
- Vallejos Orbe, J.P.**, 2016: *Resistencia de plantas de café arábico (Coffea arabica) variedad «catarra roja» a la roya amarilla (Hemileia vastratrix)*, en *la región de San Martín*. Tesis doctoral. Documento consultado en 2020, en http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/2171/TP_AGRO_00655_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Van der Zee, A.**, J. van der Zee, A. Meyrat, C. Poveda y L. Picado, 2012: *Estudio de caracterización del Corredor Seco Centroamericano*. FAO, Acción contra el Hambre, Ayuda Humanitaria y Protección Civil, 90 pp.
- Ventura, B.**, P. Delcourt, G. Ortiz, L. Methfessel, C. Greco, W. Buitrago y F. Paredes, 2010: El registro arqueológico de las antiguas poblaciones de los valles orientales de la Provincia Arce, Tarija, Bolivia. *Intersecciones antropol.*, 11(1).
- Viglizzo, E.F.** y E. Jobbágy (eds.), 2010: Expansión de la frontera agropecuaria en Argentina y su impacto ecológico-ambiental. Ediciones INTA. Buenos Aires, 102 pp.
- Vignola, R.**, S. Klinsky, J. Tam y T. McDaniels, 2013: Public perception, knowledge and policy support for mitigation and adaption to Climate Change in Costa Rica: Comparisons with North American and European studies. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 18, 303 pp.
- Villalobos, V.M.**, H. Chavarría, A. Campos, E. Salazar, K. Witkowski, P. Henríquez, D. Rodríguez, J. Arias, H. Friaca, S. Villarroja y M. García-Winder, 2015: Implicaciones de las reformas a la PAC de la Unión Europea en el sector agrícola de América Latina y el Caribe. *Ambienta*, NIPO 280-15-035-6; ISSN 1577-9491.
- Walter, H.**, 1994: *Vegetación esclerófila de zona con lluvia invernal. Zonas de Vegetación y Clima: Breve exposición desde el punto de vista causal y global*. Ed Omega.
- Watts, N.**, W.N. Adger, P. Agnolucci, J. Blackstock, P. Byass, W. Cai, S. Chaytor, T. Colbourn, M. Collins, A. Cooper, P.M. Cox, J. Depledge, P. Drummond, P. Ekins, V. Galaz, D. Grace, H. Graham, M. Grubb, A. Haines, I. Hamilton, A. Hunter, X. Jiang, M. Li, I. Kelman, L. Liang, M. Lott, R. Lowe, Y. Luo, G. Mace, M. Maslin, M. Nilsson, T. Oreszczyn, S. Pye, T., 2015: Health and climate change: policy responses to protect public health. *The Lancet Commissions*, 386 (10006), 1861-1914. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(15\)60854](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)60854)
- Weindl, I.**, H. Lotze-Campen, A. Popp, C. Müller, P. Havlík, M. Herrero, C. Schmitz y S. Rolinski, 2015: Livestock in a changing climate: production system transitions as an adaptation strategy for agriculture. *Environmental Research Letters*, 10(094021), 12 pp.
- Wheeler, T.** y J. von Braun, 2013: Climate Change Impacts on Global Food Security. *Science*, 341(6145), 508-513.

Anexo del capítulo 7

En el presente **Anexo** se revisa la bibliografía sobre acciones de adaptación para el sector agropecuario en la región iberoamericana para el periodo comprendido entre los años 2013 y 2018, a modo de ampliación sobre lo ya recopilado por el IPCC en el Capítulo 27 del informe AR5 del grupo de trabajo II (Magrín et ál., 2014). Se ha considerado un total de 77 trabajos, de los cuales el 37,7 % perteneció a Centroamérica y Caribe (**Tabla 7.A**), el 48 % a Sudamérica (**Tabla 7.B**) y el 3,9 % a la Península Ibérica (**Tabla 7.C**). Un 10,4 % de los trabajos no se refería a ninguna región o país en particular dentro de Iberoamérica, lo cual se ha indicado en la **Tabla 7.D**.

Las medidas de tipo físico o estructural aparecieron en el 68,8 % de los casos; de ellas, el 52 % fueron opciones tecnológicas. Las acciones de tipo social aparecieron en el 35 % de los casos, mientras que casi en la mitad de ellos se registraron opciones de tipo institucional. Las acciones planificadas de arriba abajo llegaron al 59,7 % de los casos. Como fue explicado previamente, la mayor parte de estas actividades se encuadran en las opciones de tipo institucional. Muchas de las acciones estructurales físicas son también planificadas, mientras que la mayor parte de las de tipo tecnológico son no planificadas, de abajo arriba, o bien de tipo mixto. Es decir que, ante una demanda del medio productivo, surgió una respuesta técnica o de regulación de los Estados o empresas del sector.

Tabla 7.A. Revisión de publicaciones sobre prácticas de adaptación en las regiones de México, Centroamérica y el Caribe para el período entre 2013 y 2018. Fuente: elaboración propia a partir de varias fuentes (ver tabla).

México, Centro América y Caribe			Fuente
País/región	Opción de adaptación	Categoría	Fuente
Costa Rica	Diversificar cultivos y variedades, fuentes de energía, productos. Uso eficiente del agua. Definir zonas de cultivo para café.	Tecnológicas	Bouroncle et ál., 2015c
Costa Rica	Préstamo organizacional, diversidad genética y resistencia a plagas, sistemas de información, mayor cobertura forestal, pago por servicios ecosistémicos.	Tecnológicas, institucionales	Guerra Arévalo, 2014
Costa Rica	Proyecto LivestockPlus: intensificación sostenible de la ganadería en los trópicos basada en el uso de los forrajes mejorados.	Tecnológicas, institucionales	Serna et ál., 2017
Costa Rica	Agricultura clima inteligente. Sistemas de información y de sombreado para café. Prevención de la erosión.	Estructurales/físicas, y tecnológicas, sociales, comportamiento	World Bank et ál., 2014
Cuba	Mejoras en instalaciones para animales, para mejorar confort y captación y almacenamiento de agua.	Estructurales/físicas, institucionales	Alvarez, 2014
Cuba	Cambio de uso del suelo a silvopastoril.	Institucionales	Magrín, 2015
Cuba	Implementación de prácticas y tecnologías agrícolas con la participación y gestión preferencial de mujeres en tres municipios.	Sociales, institucionales	Almagro et ál., 2017
El Salvador	Cambios en fechas de siembra; provisión de insumos.	Tecnológica, social e institucionales	Landa y Olivera, 2014
Guatemala	Ordenamiento de cuencas y planes agrícolas municipales, acceso de información agroclimática, fortalecimiento de servicios de extensión. Infraestructura para poscosecha de café.	Tecnológica, social, comportamiento, institucional	Bouroncle et ál., 2015a
Guatemala	Compra de alimentos.	Institucionales	Landa y Olivera, 2014
Honduras	Racionamiento de agua. Alerta de sequía, provisión de alimentos.	Sociales, información e institucionales	Landa y Olivera, 2014
Honduras	Captación, almacenamiento y uso de agua de riego. Manejo de cultivos y de finca. Sistemas de información. Mecanismos de compensación.	Tecnológica, social, comportamiento, institucional	Bouroncle et ál., 2015b
México	Restauración de ecosistemas, captación de agua, mejorar los suelos, limitar el uso de los suelos en ambientes vulnerables.	Estructurales/físicas, sociales e institucionales	Amaya Acuña, 2014
México	Inclusión de pastos y razas más rústicas y menos productivas.	Tecnológicas	Rodas Trejo et ál., 2014
México	Organización social y educación. Acción colectiva.	Social, comportamiento	Rogé et ál., 2014
México	Red Nacional de Estaciones Estatales Agroclimatológicas.	Institucionales	CEPAL y Prociur, 2012
México	Agricultura climáticamente inteligente: riego, maíz-poroto para subsistencia, mixto en tierras secas, plantación costera y mixta.	Estructurales/físicas, tecnológicas, sociales, institucionales	World Bank et ál., 2014
Nicaragua	Alerta climática, provisión de alimentos.	Sociales e institucionales	Landa y Olivera, 2014
Nicaragua	Alerta climática.	Tecnológicas y sociales	Landa y Olivera, 2014
Nicaragua	Variedades resistentes de porotos, maíz y granos básicos. Agricultura climáticamente inteligente. Coberturas, agroforestería. Asistencia técnica y transferencia tecnológica.	Sociales e institucionales	World Bank y CIAT, 2015

(Continúa en la página siguiente)

Tabla 7.A (Cont.). Revisión de publicaciones sobre prácticas de adaptación en las regiones de México, Centroamérica y el Caribe para el periodo entre 2013 y 2018. **Fuente:** elaboración propia a partir de varias fuentes (ver tabla).

México, Centroamérica y Caribe			
Pais/región	Opción de adaptación	Categoría	Fuente
Nicaragua	Producción de variedades híbridas con técnicas clonales. Adaptación al sombreado (agroforestería) y más 1.100 m de altura.	Tecnológicas	Clavel et ál., 2014
Nicaragua	Nuevas variedades con incorporación de conocimiento local. Mayor valor forrajero, rusticidad y tolerancia a la sequía.	Tecnológicas	Clavel et ál., 2014
Nicaragua	Proyecto CAMBio de reconversión productiva.	Institucionales	Mendoza et ál., 2011
Nicaragua	Manejo sostenible de la tierra, semillas resistentes, nuevos cultivos, diversificación agrícola.	Tecnológicas	Alencastro, 2014
Guatemala, Honduras, Nicaragua y El Salvador	Cambio de uso del suelo a agroforestal.	Institucionales	Magrín, 2015.
Costa Rica	Sistema de gobernanza multiactores a nivel cuenca para servicios de regulación del suelo.	Institucionales	Vignola et ál., 2013
Costa Rica, Honduras y Guatemala	Proyecto CASCADA para pequeños productores de café.	Estructurales/físicas, tecnológicas	Magrín, 2015
Nicaragua, Honduras y Guatemala	Biodiversificación agroecológica: intercultivo, agroforestería, cultivos de cobertura.	Estructurales/físicas, tecnológicas	Altieri y Nicholls, 2017

Tabla 7.B. Revisión de publicaciones sobre prácticas de adaptación en la región de Sudamérica para el periodo entre 2013 y 2018. **Fuente:** elaboración propia a partir de varias fuentes (ver tabla).

Sudamérica			
Pais/región	Opción de adaptación	Categoría	Fuente
Argentina	Recomposición del stock ganadero en un contexto de cambio climático y desertificación. Inclusión y adaptación de la cabra criolla neuquina.	Tecnológicas y sociales	Lanari et ál., 2003
Argentina	Acarreo, distribución y almacenamiento de agua en fincas, la refuncionalización y/o ejecución de perforaciones, la adquisición de equipos de bombeo comunitarios y rotatorios.	Estructurales/físicas, sociales, e institucionales	Zamora Gómez et ál., 2017
Argentina	Proyecto Parque Hídrico para ver obras demostrativas y pequeños sistemas hídricos que pueden ser replicados o adaptados en las comunidades rurales de la zona.	Tecnológicas/físicas y sociales	Zamora Gómez et ál., 2017
Argentina	Germoplasmas adaptados a la variabilidad del clima en ambientes subtropicales.	Tecnológicas	Ermini et ál., 2013; 2016
Argentina	Avance de la agricultura junto con las mayores lluvias. Agricultura conservacionista y adopción de tecnologías de procesos (manejo de cultivos con base ecofisiológica, mejoramiento genético, etcétera).	Tecnológicas	Andrade et ál., 2017; Vigizzo y Jobbagy, 2010
Bolivia	Reducir deforestación, coberturas con sistemas de riego. Planificación territorial.	Estructurales/físicas e institucionales	Andersen et ál., 2014
Bolivia	Dispersar parcelas a diferentes altitudes para reducir riesgos.	Tecnológicas y sociales	Boillat y Berkes, 2013

(Continúa en la página siguiente)

Tabla 7.B (Cont.). Revisión de publicaciones sobre prácticas de adaptación en la región de Sudamérica para el período entre 2013 y 2018. Fuente: elaboración propia a partir de varias fuentes (ver tabla).

Sudamérica			
Pais/región	Opción de adaptación	Categoría	Fuente
Brasil	Programa Pro-Alcohol para producir etanol de caña de azúcar.	Institucionales	Nasar y Moreira, 2013; Boddey et ál., 2008
Brasil	Programa Pro-Alcohol para producir etanol de caña de azúcar.	Institucionales	Barros Soares et ál., 2009a
Brasil	Diversificación de cultivos con sorgo y porotos.	Sociales	Barros Soares et ál., 2009b
Brasil	Leyes que regulan la deforestación. Intensificación solo cuando es escaso el recurso tierra.	Tecnológicas e institucionales	Barretto et ál., 2013
Brasil	Sistemas integrados de agricultura-ganadería.	Tecnológicas	Salton et ál., 2014; Lemaire et ál., 2014
Brasil	Intensificación de la agricultura. Leyes contra deforestación.	Tecnológicas	Lapola et ál., 2013
Brasil	Dobles cultivos por estación de lluvias más larga.	Tecnológicas	Arvor et ál., 2014
Brasil	Mayor diversificación de cultivos y sistemas agroforestales.	Sociales y tecnológicas	Franchini et ál., 2007
Brasil	Necesidad de generar pronósticos estacionales y sistemas de alerta.	Tecnológica y sociales	Marengo et ál., 2017
Chile	Apoyar el uso sostenible de los recursos agua y suelo por NAMA. Sistemas de alerta temprana.	Institucionales	Ludeña y Ruffisch, 2015
Chile	Implementar gobernanza del agua. Riego campesino.	Institucionales	Delgado et ál., 2015
Colombia	Riego por goteo solar. Nueva tecnología.	Estructurales/físicas y sociales	Galindo Montero et ál., 2017
Colombia	Manejo de la sombra en los cafetales, renovación con variedades resistentes a la roya, asociación de cultivos, coberturas vegetales, siembra escalonada y reforestación.	Tecnológicas	Turbay et ál., 2014
Colombia	Migración proyectada a áreas subtropicales.	Sociales	Jarvis y Escobar Carbonari, 2014
Colombia	Remediación de efectos de inundaciones, gestión del suelo, concienciación de riesgos.	Tecnológicas, sociales e institucionales	Alencastro, 2014
Colombia	Proyecto LivestockPlus: intensificación sostenible de la ganadería en los trópicos basada en el uso de los forrajes mejorados.	Tecnológicas e institucional	Serna et ál., 2017
Colombia	Considerar la perspectiva de género en estrategias de mitigación para no desconocer los saberes tradicionales. Influencia de la guerra: mujeres jefas de hogar.	Sociales	Tafur et ál., 2015a
Colombia	Producción silvopastoril intensiva. Principios agroecológicos.	Tecnológicas	Murgueitio et ál., 2013
Ecuador	Diversificación de la producción, bancos de germoplasma, especies para control de erosión.	Tecnológicas	Alencastro, 2014
Perú	Adaptación incremental: sombra o riego; manejo de plagas y enfermedades, suelos y fertilidad. Adaptación con ajustes grandes: variedades nuevas; diversificación con robusta u otros cultivos.	Tecnológica	Avelino et ál., 2015
Perú	Uso de conocimientos ancestrales para mejorar captación y cosecha de agua. Respeto a la biodiversidad.	Estructurales/físicas y sociales	Torres Guevara, 2015

(Continúa en la página siguiente)

Tabla 7.B (Cont.). Revisión de publicaciones sobre prácticas de adaptación en la región de Sudamérica para el período entre 2013 y 2018. Fuente: elaboración propia a partir de varias fuentes (ver tabla).

Sudamérica			
Pais/región	Opción de adaptación	Categoría	Fuente
Perú	Tecnologías de riego y de uso del agua; capacitación de productores.	Institucionales	Banco Interamericano de Desarrollo, 2014
Perú	Disminuir pobreza incrementando la participación de las mujeres en la toma decisiones y propiedad en el mundo rural.	Sociales	Tafur et ál., 2015b
Perú	Implementación de agricultura climáticamente inteligente: inversiones en infraestructuras de riego y conservación de áreas de recarga de agua; mejor manejo de pastos, prácticas ancestrales. Resistencia a plagas en arroz.	Institucionales	Banco Mundial et ál., 2015
Uruguay	Gestión del agua, manejo sostenible de tierras, sistemas silvopastoriles, reservas de germoplasma.	Tecnológicas, sociales e institucionales	Alencastro, 2014
Argentina, Brasil, Paraguay, Bolivia y Uruguay	Intensificación de agricultura y abandono de tierras vulnerables (montañas, desiertos y áreas de suelos poco fértiles).	Sociales e institucionales	Grau y Aide, 2008
Argentina, Brasil, Paraguay, Bolivia y Uruguay	Disminución de la deforestación y expansión de la agricultura estival.	Tecnológicas	Graesser et ál., 2015
Colombia, Perú y Ecuador	Conservar y restaurar las partes altas de las cuencas hidrográficas. Fomentar la agricultura de conservación en la parte alta y media de las cuencas. Fomentar las prácticas tradicionales y ancestrales en la agricultura familiar, identificando prácticas que aporten a la resiliencia.	Estructurales/físicas	Magrin, 2015
Colombia, México y Centroamérica	Nuevas variedades. Nuevos sistemas de cultivo. Sistemas de alerta.	Tecnológicas	Avelino et ál., 2015
Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia	Levantamiento de campos (plataformas) o surcado en camellones (chinampas, waru-warus).	Estructurales/físicas	Altieri y Nicholls, 2017
Bolivia, Ecuador, Perú y Colombia	Fortalecer mecanismos de adaptación y resiliencia.	Sociales	Huggel et ál., 2015

Tabla 7.C. Revisión de publicaciones sobre prácticas de adaptación en la región de la Península Ibérica para el periodo entre 2013 y 2018. **Fuente:** elaboración propia a partir de varias fuentes (ver tabla).

Península Ibérica			
País/región	Opción de adaptación	Categoría	Fuente
España	Adopción de manejo sostenible de tierras en gran escala.	Institucionales	Eekhout <i>et ál.</i> , 2016
Península Ibérica	Cambios de uso del suelo.	Institucionales	Fernández Nogueira y Corbelle Rico, 2017
España	Obras hidráulicas. Regulaciones y leyes de suelos. Ordenación territorial.	Estructurales/físicas e institucionales	Olcina Cantos, 2015

Tabla 7.D. Revisión de publicaciones sobre prácticas de adaptación en Iberoamérica, en las que el país o región concreta no aparece especificada, para el periodo entre 2013 y 2018. **Fuente:** elaboración propia a partir de varias fuentes (ver tabla).

País/región de Iberoamérica sin especificar			
País/región	Opción de adaptación	Categoría	Fuente
	Desplazamiento de zonas de plantación de café.	Tecnológicas	Reyer <i>et ál.</i> , <i>Reg Environ Change</i> (2017), 17: 1601-1621
	Diversificación de cultivos, mantenimiento de la diversidad genética local, la integración de los animales, la adición de materia orgánica al suelo, la cosecha de agua, etc. Aumentos de resiliencia por redes agroecológicas campesino-campesino.	Tecnológicas y sociales	Nichools <i>et ál.</i> , 2015. Agroecología
	Adquisición de nuevas tierras más altas para la industria vitivinícola.	Tecnológicas	Solaun <i>et ál.</i> , 2014
	Promoción de riego climático, uso de la agrobiodiversidad para aumentar resiliencia. Selecciones de cultivos adaptados a sequía. Uso de conocimiento tradicional.	Tecnológicas	Rodríguez y Meza, 2014
	Mayor efectividad con relación al impacto climático por medidas extensivas de adaptación, cambio en fechas de plantación y de cultivo.	Tecnológicas	Galindo <i>et ál.</i> , 2013
	Cambio a sistemas mixtos de producción, orientados al mercado, para disminuir presión sobre las selvas tropicales.	Institucionales	Weindl <i>et ál.</i> , 2015
	Agricultura climáticamente inteligente para el café: sombra o riego; manejo de plagas y enfermedades, suelos y fertilidad; variedades nuevas; diversificación con robusta u otros cultivos.	Sociales e institucionales	Martínez-Valle, 2016
	Estrategias participativas, gobernabilidad del agua, acceso a nuevas tecnologías, conocimiento tradicional (ej., amunas y andenes). Conservación de los recursos hídricos y la agrobiodiversidad. Fortalecimiento de la sociedad civil.	Institucionales	Torres, 2014
	Reforestación de 2.ª generación.	Tecnológicas	Chazdon <i>et ál.</i> , 2016