

# GUÍA TÉCNICA DE CAFICULTURA SOSTENIBLE ADAPTADA AL CAMBIO CLIMÁTICO

CENTRO INTERNACIONAL  
DE INVESTIGACIÓN AGROFORESTAL



PROYECTO  
CAFE & CLIMA

Guía Técnica de Caficultura Sostenible adaptada al Cambio Climático.  
Publicación del proyecto "Café y Clima" ejecutado por la Cámara Peruana de Café y Cacao,  
en el marco del Programa SECOMPETITIVO de la Cooperación Suiza - SECO.

**HELVETAS Swiss Intercooperation**

**Programa SECOMPETITIVO**

**IVAN MIFFLIN**

Coordinador Nacional

**AMARILDA LUQUE**

Asesora Técnica

**Cooperación Suiza – SECO**

**MARTIN PETER,**

Director de la Cooperación Suiza - SECO

**MAURICIO CHIARAVALLI**

Oficial Nacional Senior

**ROMINA CRUZ**

Consultora comunicaciones

**Cámara Peruana de Café y Cacao**

**LUIS NAVARRO**

Presidente

**EDUARDO MONTAUBAN**

Gerente General

**Equipo proyecto Café y Clima**

**DAVID GONZALES**

Coordinador del proyecto

**CARLOS SÁNCHEZ**

Especialista en café y clima

**KATHERINE FERNÁNDEZ**

Comunicaciones

**JORGE CÉSPEDES**

Soporte administrativo

**Documento desarrollado por**

**MARÍA GUADALUPE BACA**

**VALENTINA ROBIGLIO**

Soporte pedagógico

**SOLEDAD HAMANN**

Diseño y diagramación

**JOAQUÍN SANCHO FERRER**

Ilustraciones

**JOHNNY MORALES**

Corrección de estilo

**IRINA MELGAR VIDAL**

Fotografía

**DIEGO PÉREZ**

Impresión

**ALEPH SOLUCIONES GRÁFICAS**

Jr. Rizzo 580 - Lince

Hecho el depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú No 2017- xxxx

Primera edición Lima, diciembre 2017

2017©Proyecto Café&Clima

Esta publicación se ha realizado con apoyo del Programa SECOMPETITIVO de la Cooperación Suiza - SECO.

Visite: [www.cooperacionsuizaenperu.org.pe/seco](http://www.cooperacionsuizaenperu.org.pe/seco).

Los puntos de vista expresados en este documento son de exclusiva responsabilidad de los autores y no expresa necesariamente la opinión institucional de la Cooperación Suiza - SECO. Cualquier error u omisión del documento son de responsabilidad exclusiva de los autores.

# GUÍA TÉCNICA DE CAFICULTURA SOSTENIBLE ADAPTADA AL CAMBIO CLIMÁTICO

CENTRO INTERNACIONAL  
DE INVESTIGACIÓN AGROFORESTAL



# CONTENIDOS

## PRESENTACIÓN / 6

## CAMBIO CLIMÁTICO / 8

Marco conceptual y enfoque / 11

Las estrategias de mitigación y adaptación para los sectores forestal y agrícola en el Perú / 19

## EL IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO Y LOS NIVELES DE ADAPTACIÓN: EL CASO DEL NORORIENTE PERUANO / 24

Contexto geográfico y productivo / 28

Modelos de exposición y posibles impactos en el largo plazo determinan niveles de adaptación / 30

## IMPACTOS Y CONSECUENCIAS DE LOS EVENTOS CLIMÁTICOS A NIVEL LOCAL / 38

Manifestaciones del clima y sus impactos sobre la producción de café / 42

Elementos del clima local en el nororiente peruano / 45

Características, impacto y consecuencias en la producción de café / 47

## PRÁCTICAS Y TECNOLOGÍAS CSAC / 54

Prácticas y tecnologías CSAC / 58

## LA INTEGRACIÓN DE PRÁCTICAS CSAC EN EL SISTEMA DE MANEJO Y LA POSCOSECHA / 86

Planificar la implementación de prácticas CSAC / 90

## ANEXOS / 96

## BIBLIOGRAFÍA / 105



## La “Guía técnica de Caficultura Sostenible adaptada al Cambio Climático” ha sido desarrollada en el marco del proyecto Café y Clima del Programa SECOMPETITIVO de la Cooperación Suiza - SECO.

Es un documento técnico de apoyo a la integración de consideraciones sobre el cambio climático, para tomar decisiones sobre las prácticas más apropiadas a implementar teniendo como base los impactos, posibles riesgos y las capacidades de los productores.

Los productores de café en Perú, especialmente los que se encuentran produciendo en las áreas más bajas (< 1200 msnm), están experimentando el impacto del cambio climático que afecta su capacidad productiva, su seguridad alimentaria, y el acceso a los recursos naturales importantes para poder adaptarse y hacer frente a la creciente variabilidad climática. Los productores se encuentran vulnerables no solamente debido a su dependencia de los recursos que el cambio climático afecta (agua, salud del suelo) sino de la reducción de la calidad y cantidad del producto.

El estudio del “Impacto del cambio climático sobre la cadena de valor del café en el Perú” (Robiglio *et al.*, 2017), que esta guía técnica complementa, presenta un escenario articulado en distintos niveles de impacto del cambio climático a mediano y largo plazo, que van a necesitar que el sector cafetalero se estructure para implementar procesos de adaptación con alcances distintos correspondientes a los niveles del impacto en el campo y a lo largo de la cadena de valor en el corto y largo plazo.

Bajo un enfoque agro-ecosistémico la guía proporciona los principios básicos para tomar decisiones estratégicas, identificar los riesgos, la escala de impacto y las prácticas correspondientes a nivel de las parcelas y de las fincas, actuando directamente sobre el manejo del cultivo o sobre el manejo del sistema productivo. Además la guía ofrece unas herramientas de diagnóstico para entender la sensibilidad y capacidad de adaptación de los productores y poder proponer medidas adecuadas a su capacidad de manejo e inversión y en general a sus recursos.

La guía proporciona los principios básicos para tomar decisiones estratégicas, identificar los riesgos, la escala de impacto y las prácticas correspondientes a nivel de las parcelas y de las fincas

Esta guía está diseñada para que los responsables de la asistencia técnica de las empresas, asociaciones, cooperativas, agencias de desarrollo, organizaciones gubernamentales y no gubernamentales, puedan orientar a los productores en el proceso de integración de las prácticas CSACC en el manejo de su cafetal y finca. La guía describe los elementos, principios y criterios que se tienen que tomar en cuenta al momento de definir una intervención CSACC.

La base del diseño de cada intervención es la adecuación de las prácticas y tecnologías propuestas a partir de la evaluación del riesgo del impacto del cambio climático y a las capacidades del productor. Estos son los ingredientes fundamentales para definir el alcance y éxito de la intervención.

La guía valoriza el conocimiento local y la experiencia de los técnicos en producción sostenible. Los técnicos van a necesitar de información local, experiencia profesional para evaluar los impactos y necesidades de adoptar medidas específicas operacionalizando los principios que se presentan en la guía y adecuándolos al contexto en el cual operan. ■

CAPÍTULO 1



# CAMBIO CLIMÁTICO



El presente capítulo ofrece elementos conceptuales y de enfoque para comprender el fenómeno del cambio climático, cómo impacta en el sector agrícola y particularmente en la caficultura, y cuáles son los retos y las estrategias de intervención más adecuadas para los pequeños productores de café en las regiones nororientales del Perú.

En este sentido, los temas que se abordan paso a paso, son los siguientes: se explica qué es el cambio climático y cómo afecta a la agricultura en el Perú, cuál es la vulnerabilidad del sector agrícola al cambio climático y cuáles son sus efectos, impactos y retos.

Luego se repasan algunos conceptos para entender qué es el efecto invernadero y qué rol juegan las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en el cambio climático. Conjuntamente, se revisa la importancia de los bosques como sumideros o reservorios de carbono para enfrentar el aumento de concentración de GEI, y la deforestación como causante principal de emisiones de GEI en el Perú.

Frente al problema expuesto se explican las estrategias de mitigación y adaptación al cambio climático, introduciendo la agricultura sostenible adaptada al clima (ASAC) como las estrategias más pertinentes para la caficultura en las regiones nororientales del Perú.

Finalmente se revisan las medidas de mitigación y adaptación asumidas por el Perú para los sectores forestal y agrícola y, en particular, para el sector cafetalero para crecer y/o mantener la productividad y calidad, a la vez de contribuir a reducir las emisiones de GEI haciendo frente a los efectos del cambio climático.



## Cambio climático en el Perú. Vulnerabilidad y retos en el sector agrícola.

### ¿Qué es el cambio climático y cómo afecta a la agricultura en el Perú?

El cambio climático es un cambio significativo y persistente en el estado medio del clima o en su variabilidad, y es atribuido tanto directa como indirectamente a la actividad humana (IPCC, 2013). En Perú las características del clima han cambiado lenta pero sostenidamente durante los últimos años; el cambio se manifiesta principalmente en un aumento de temperatura, acompañado de variaciones importantes en el patrón de las precipitaciones y en la frecuencia de eventos climáticos extremos.

Según el Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI) la superficie perdida por desastres relacionados con factores meteorológicos aumentó en un promedio anual estimado de 37 059 ha entre 1995 y 2007 (Vargas, 2009) y 49 138 ha entre 2008 y 2013. Puno, Tacna, Piura, Cusco y Apurímac concentraron el 60 % de las hectáreas afectadas entre 2008 y 2013, principalmente por fenómenos como heladas y sequías (INEI, 2014). El cambio climático se está convirtiendo en un tema crucial para las empresas, operadores y técnicos del sector primario, quienes deben tomarlo en cuenta durante la planificación y ejecución de actividades en sus territorios de suministro.

### Vulnerabilidad al cambio climático en el sector agrícola

La vulnerabilidad es el riesgo de los impactos negativos debido al cambio climático. Es multidimensional y varía en función del carácter, magnitud y de la variación climática a la que está expuesto un sistema natural o humano (como por ejemplo una parcela de cultivo, una familia, una comunidad, el territorio de una cuenca, entre otros) a su sensibilidad y capacidad adaptativa (IPCC, 2001).

El Perú es un país particularmente vulnerable al cambio climático, debido principalmente a:

- La presencia de zonas costeras bajas.
- Zonas expuestas a inundaciones, sequía y desertificación.
- Ecosistemas montañosos frágiles y zonas propensas a desastre.
- La alta vulnerabilidad se encuentra también asociada a la alta dependencia de sectores primarios sensibles al cambio climático, como el agrícola con una débil capacidad de respuesta debido a la fragilidad del sector (Robiglio *et al.* Baca, 2017).

Además, la población rural en el Perú es altamente vulnerable por los niveles de pobreza, a lo que se suma su dependencia de la provisión de servicios ecosistémicos que pueden verse alterada por los efectos del cambio climático.

### Efectos, impactos y retos

Los posibles efectos negativos que el Perú sufrirá debido al impacto del cambio climático son los siguientes (MINAM, 2016):

- Peligro de extinción de flora y fauna (reducción de la biodiversidad) en la Amazonía.
- Pérdida de cultivos vulnerables al cambio climático, como el maíz, la papa y el arroz que forman parte de la canasta básica familiar.
- Daños en la infraestructura vial (89 % de la cual es altamente vulnerable a eventos climáticos).
- Reducción de 60 % de los reservorios de agua dulce en 40 años (considerando el 2013 como año base), principalmente en la región de la Sierra, con la desaparición de manantiales y fuentes hídricas durante la estación seca.
- Incremento de incendios forestales y expansión de plagas que afectan cultivos debido al aumento en temperatura.
- Cambios en la distribución de comunidades biológicas.
- Desertificación y erosión del suelo.
- Incremento de enfermedades zoonóticas, diarreicas, transmitidas por vectores, desnutrición, entre otras.
- Incremento en caudal y contaminación del agua debido a desglaciación en las cabeceras de cuencas.

En el sector agrícola, más allá de la pérdida de hectáreas por desastres, el cambio climático impacta directamente la capacidad productiva de los cultivos. El Plan de Gestión de Riesgo y Adaptación al Cambio Climático en el sector Agrario 2012-2021 (PLANGRACC-A) (MINAG & FAO, 2012) prioriza acciones ante cuatro peligros de origen climático: heladas, sequías, friajes e inundaciones. Estos factores influyen directamente sobre:

- El desarrollo del cultivo (fenología, daños directos a las plantas, enfermedades, plagas).
- Las necesidades de manejo de un cultivo a lo largo del año (calendario de manejo y de cosecha).
- La idoneidad de las áreas a partir de las nuevas condiciones climáticas.
- La necesidad de proteger el cultivo en la fase poscosecha para conservar su calidad.
- Los impactos indirectos del cambio climático afectan a los ecosistemas que proveen los servicios ambientales de los que dependen la producción y la seguridad alimentaria de los productores, y terminan exacerbando los problemas asociados con situaciones de pobreza y falta de capacidades (Robiglio *et al.* Baca, 2017).

Frente a este panorama, el principal reto es mejorar la capacidad de adaptación de las familias rurales. La capacidad de adaptación de una familia depende de un conjunto de factores habilitantes que incluyen aspectos institucionales de políticas públicas y de gobernanza, que determinan el acceso a la innovación, a las inversiones en tecnologías e infraestructuras. Cuenta también los medios de vida de la familia, su nivel de información, conocimiento y capacidad de invertir recursos.

## Efecto invernadero y emisiones GEI

¿Qué es el efecto invernadero?

¿Qué son los GEI y cuáles son sus efectos en la actualidad?

La alteración en la composición de la atmósfera acentúa la variabilidad climática debido al incremento del efecto invernadero. Los siguientes conceptos y gráficos nos pueden ayudar a entender mejor el origen del cambio climático, con la finalidad de comprender cómo influye en la producción de café y cuáles son los desafíos por enfrentar.



### Efecto invernadero

Cuando la luz solar atraviesa la atmósfera hasta llegar a la superficie terrestre, una parte es liberada al espacio y la otra parte es retenida en la atmósfera e irradiada de regreso a la superficie terrestre, haciendo posible que se caliente. (NASA, 2016).

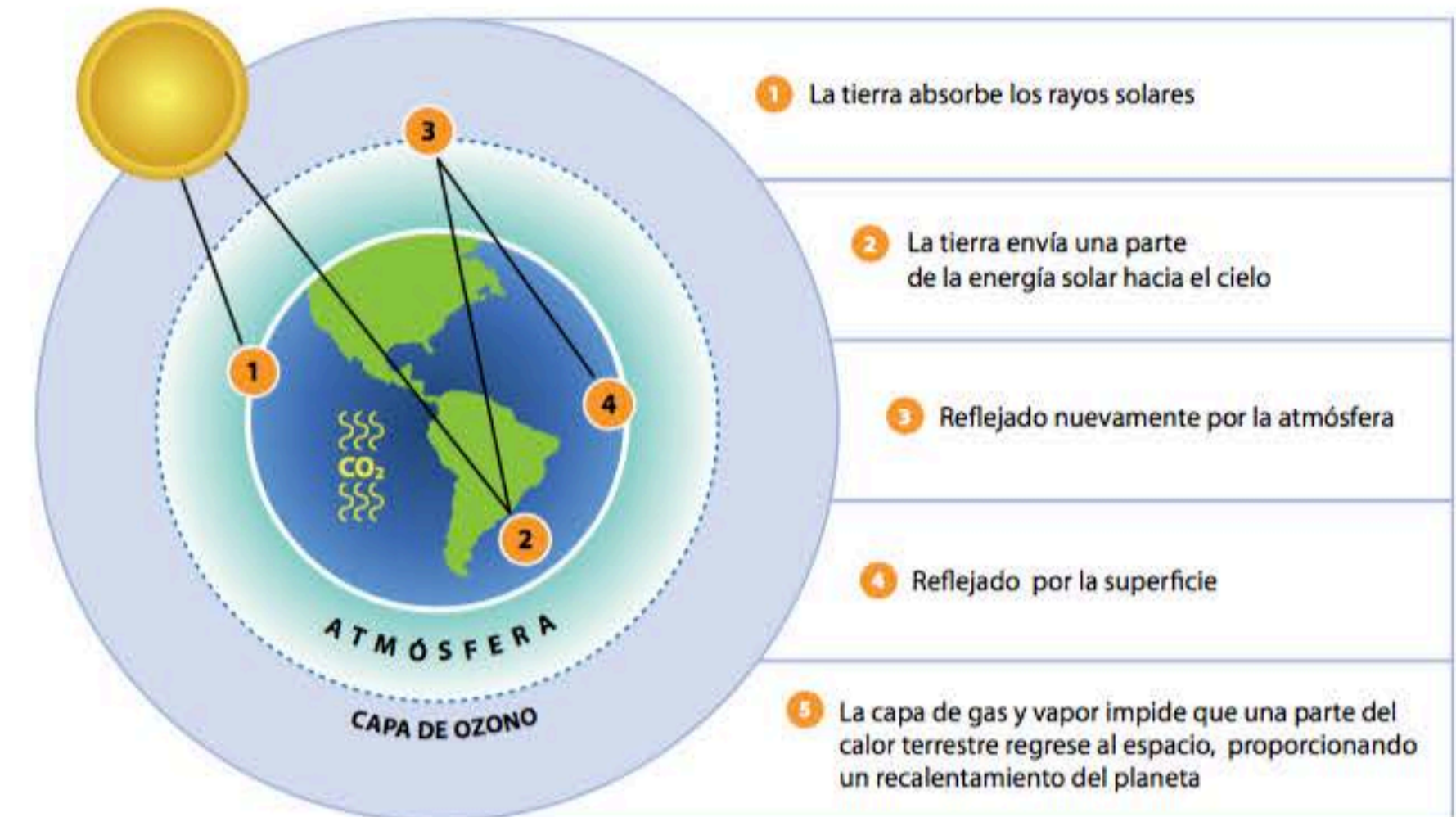
### Gases efecto invernadero (GEI)

La atmósfera se compone de gases como vapor de agua (H<sub>2</sub>O), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), entre otros. Estos gases se conocen como gases de efecto invernadero (GEI) porque son los encargados de almacenar el calor solar en la atmósfera e irradiarlo nuevamente a la superficie terrestre, creando el efecto invernadero.

### Aumento de emisiones de GEI

Los GEI han existido siempre y regulado la temperatura en la Tierra. Sin embargo, la actividad humana está siendo responsable del aumento desmedido de los GEI. Al haber más GEI, el calor no se libera al espacio sino que se queda retenido en la atmósfera, elevando la temperatura de la superficie de la Tierra, factor principal del cambio climático.

Gráfico 1.2 Efecto invernadero



Fuente: Adaptado de Schepp et al. 2010

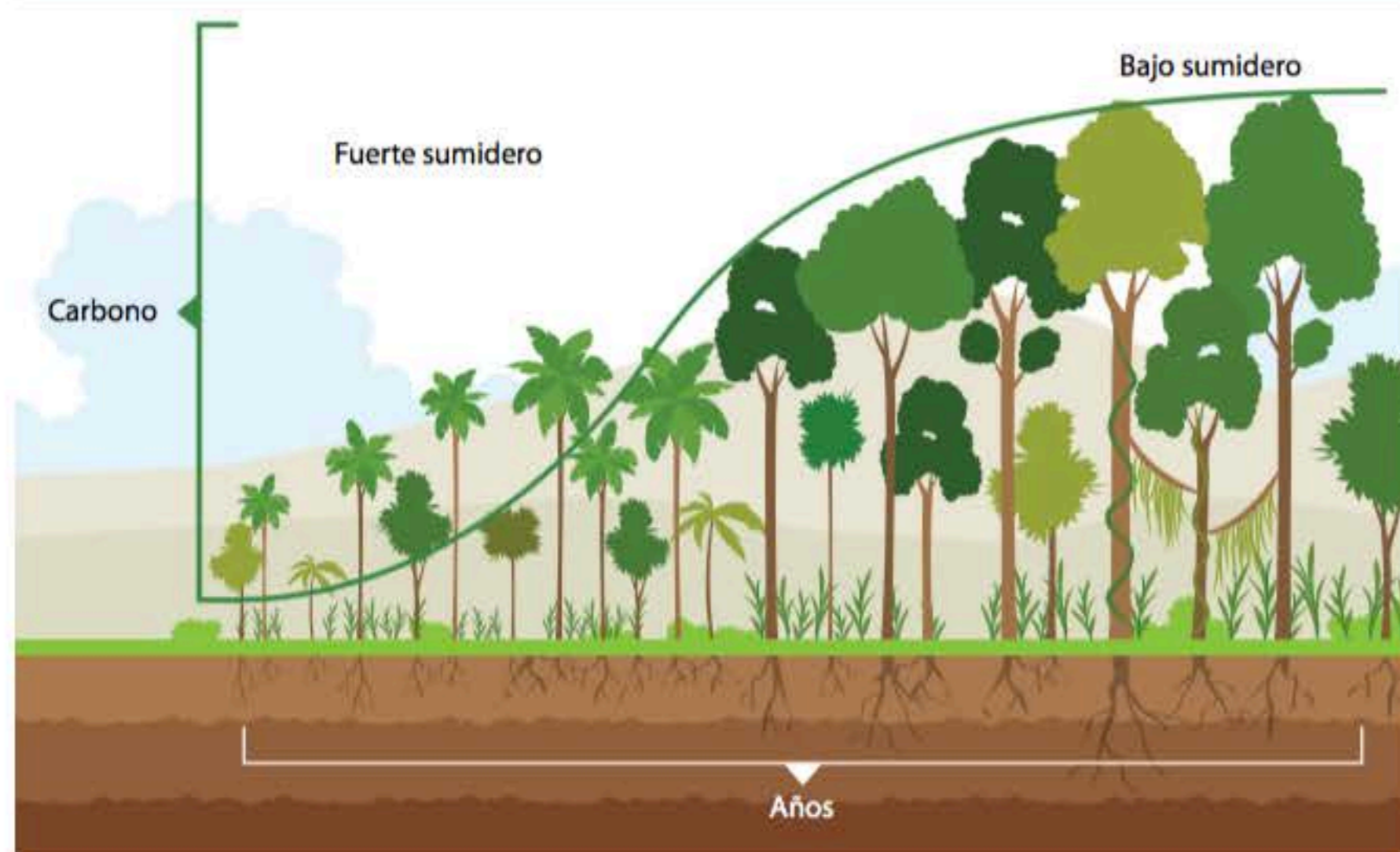
## La importancia de los bosques como sumideros y reservorios

Los bosques cumplen dos funciones muy importantes con relación al CO<sub>2</sub>, la de sumideros y reservorios.

- Cumplen la función de sumidero cuando capturan o absorben el CO<sub>2</sub> de la atmósfera a través de la fotosíntesis (como los árboles al crecer) y lo transforman en biomasa (cortezas, madera, hojas, ramas).
- Cumplen la función de reservorio cuando mantienen almacenado el CO<sub>2</sub> (principalmente en la biomasa del bosque).

De esta manera, durante su crecimiento, los bosques pasan de ser fuentes sumideros a fuentes reservorios. Los bosques, en ausencia de alteraciones importantes, cuentan con el potencial más alto de almacenamiento de carbono a largo plazo (de 20 a 50 años según la especie y las condiciones del sitio) (IPCC, 2000). Esto se debe a que la mayoría de la biomasa, y especialmente la vegetación leñosa, están constituidas por un 50 % de carbono y contribuyen, además, al almacenamiento del carbono en el suelo por medio de la acumulación de la materia orgánica (Schneider, 1989. Citado por Dávalos et al, 2008). En especial, los bosques tropicales son los bosques con mayor potencial de mitigación por su gran capacidad de almacenar carbono.

Gráfico 1.2 Los bosques como sumideros y reservorios



### La deforestación, fuente principal de emisiones de GEI en el Perú

En el Perú, la deforestación que se está extendiendo en la Amazonía es actualmente la principal fuente de emisión de GEI. La deforestación, definida como la eliminación de la vegetación forestal y su sustitución por otro uso de la tierra como por ejemplo los cultivos en Amazonia, representa el 62 % de las emisiones para el sector USCUS (Uso de Suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura). Mientras que el cambio de uso, que es un cambio en la gestión o uso de un terreno, representa el 8 %. (MINAM, 2016).



#### Emisión de GEI de finca de los productores familiares

Las emisiones de GEI en fincas de los productores familiares se deben a diferentes actividades extractivas y productivas vinculadas tanto al tipo de cultivo como a las prácticas agronómicas y de transformación de los productos. Algunos ejemplos de actividades emisoras son:

- Tala de madera.
- Conversión de bosques en cultivos o pastos.
- Aplicaciones de fertilizantes con tecnología inapropiada o en cantidades no adecuadas al tipo de suelo.

- Vertimiento de aguas residuales contaminantes en quebradas.
- Nula o mala fermentación de residuos sólidos (residuos agrícolas, compost, residuos de aguas mieles).
- Empleo de tipos de energía y/o combustibles contaminantes durante las fases de transformación y transporte del producto.

### ¿Cómo se miden las emisiones de GEI?

Actualmente existen herramientas para realizar mediciones de GEI a nivel de finca, como el Cool Farm Tool (CFT), desarrollada por el Sustainable Food Lab en colaboración con la Universidad de Aberdeen y Unilever, entre otras organizaciones mundiales. Esta herramienta calcula los kilogramos de CO<sub>2</sub>-e por hectárea o los kilogramos de CO<sub>2</sub>-e por kilogramo de producto (ver Anexo 1 para más detalles).

### Mitigación y adaptación

Para hacer frente al cambio climático es necesario: 1) reducir las emisiones de GEI a la atmósfera para que su concentración pueda disminuir gradualmente y el aumento de la temperatura sea menos rápida, 2) minimizar el impacto, preparándonos para afrontar los cambios futuros. Estas estrategias se conocen como mitigación y adaptación.

#### Mitigación

Incluye medidas, políticas, tecnologías y prácticas que permiten:

- Limitar y reducir las emisiones de GEI a la atmósfera.
- Mejorar los sumideros de los GEI para aumentar su capacidad de absorción.

En mitigación las medidas tienen como objetivo principal aumentar la capacidad de almacenamiento de carbono de los cultivos, de los suelos y evitar o reducir las emisiones de GEI a lo largo de la cadena productiva.

#### Adaptación

Se refiere a las iniciativas y medidas de ajuste necesarias para:

- Responder efectivamente a los eventos climáticos.
- Reducir la vulnerabilidad de los sistemas naturales y humanos frente a los efectos reales o esperados del cambio climático.

En adaptación en agricultura las medidas sirven para reducir la exposición y la vulnerabilidad del cultivo mientras que aumentan la capacidad de adaptación del productor. Estas medidas pueden adoptarse a corto o largo plazo, dependiendo de la gestión del riesgo climático y de los cambios que se quieran hacer, para poder enfrentar los cambios del clima actuales y proyectados para el futuro.

### La agroforestería como práctica sinérgica de mitigación y adaptación

Las medidas de adaptación y de mitigación pueden implementarse de manera independiente o sinérgica. La conservación de los bosques es la opción de mitigación más importante en el Perú, ya que permite preservar los reservorios de carbono existentes y reducir las emisiones debidas a la conservación de los bosques en cultivos. Evitar la deforestación y agroforestar las áreas de no bosque es una combinación de medidas de mitigación y adaptación. Por un lado los bosques (primarios, secundarios o originados por las actividades de reforestación y agro-reforestación) funcionan como sumideros y reservorios de GEI y, por otro, proveen servicios ecosistémicos esenciales de soporte a la actividad productiva, reduciendo así la vulnerabilidad al cambio climático y la exposición a los riesgos asociados.

### Agricultura sostenible y adaptada al clima (ASAC)

La agricultura sostenible y adaptada al clima (ASAC) promueve un proceso de transformación de los sistemas de producción mediante la introducción de prácticas agrícolas que reduzcan la sensibilidad del cultivo y al mismo tiempo minimicen las emisiones de GEI. El principio de la agricultura sostenible y adaptada al clima (ASAC), conocida en inglés como Climate-Smart Agriculture (CSA), fue desarrollado por la FAO en 2010 y se centra explícitamente en los objetivos en los objetivos mencionados. Para los productores familiares que tienen que hacer frente a la variabilidad climática, a la degradación de los recursos naturales y a la inseguridad alimentaria, los objetivos de ASAC son: mejorar la producción de alimentos y aumentar la resiliencia de sistemas agrícolas y medios de vida.

### Algunos aspectos relevantes sobre ASAC:

- ASAC se enfoca en mejorar la seguridad alimentaria aumentando la productividad y los ingresos de manera sostenible y adaptada al cambio climático, reduciendo las emisiones GEI y mejorando los sumideros (FAO, 2010).
- El principio de la ASAC es identificar y reducir las disyuntivas (trade-offs) y promover sinergias, integrando estos objetivos en la toma de decisiones sobre sistemas productivos en los territorios vulnerables y a lo largo de las cadenas de valor a corto, mediano y largo plazo.
- ASAC contribuye a una gama de objetivos nacionales de seguridad alimentaria y de desarrollo y requiere coordinación a través de los sectores agrícolas y otros sectores relacionados, tales como energía y agua. Abarca múltiples niveles y proporciona sinergias entre producción, adaptación y mitigación.

Gráfico 1.3 objetivos de la ASAC



### Las estrategias de mitigación y adaptación para los sectores forestal y agrícola en el Perú

Perú forma parte del conjunto de países que en 2016 firmaron el Acuerdo de París y consecuentemente está diseñando la implementación de sus CDN (Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional), en las cuales se ha comprometido a reducir el 20 % de sus emisiones hacia el 2030 con fondos propios, más un 10 % condicionado al apoyo internacional.

Para alcanzar sus metas de CDN, el país está desarrollando estrategias de mitigación sectoriales, incluyendo a los sectores agricultura y USCUSS (Cambio de uso a partir de la cobertura forestal). Entre ellas:

REDD+, dirigida a transformar las trayectorias de cambio de uso de la tierra y deforestación.

Medida Nacional de Mitigación Apropriada (NAMA, por su acrónimo en inglés), corresponde al conjunto de políticas sectoriales acompañado por medidas institucionales, financieras y técnicas dirigidas a la reducción de las emisiones de GEI a través de la promoción de un cambio en las prácticas y tecnologías aplicadas por los actores a lo largo de todo el sector productivo (Suber & Robiglio, 2016). Actualmente se han planeado y están en fase de diseño las NAMAs agrícolas para cacao, café, palma aceitera y ganadería. Los CDN de Perú también incluyen objetivos de adaptación que aún no están definidos en el detalle de cada sector.

Para definir las pautas y el alcance de los procesos adaptativos, los países formulan planes de adaptación identificando sus intervenciones prioritarias. La mayoría de las acciones que se presenta en este tipo de planes se relaciona con la forestería, la agricultura y la piscicultura. El "Plan de Gestión de Riesgo y Adaptación al Cambio Climático en el sector Agrario, período 2012-2021" (MINAG & FAO 2012) prioriza, por ejemplo, acciones a nivel de distrito frente a cuatro peligros climáticos: heladas, sequías, friajes e inundaciones.

Perú ha empezado la formulación del Plan Nacional de Adaptación frente al cambio climático en el 2015. Para el sector agricultura, el Plan tiene el objetivo de reducir el impacto del cambio climático en la actividad agraria, mientras que para el sector forestal busca impulsar la gestión integral del territorio con enfoque de paisaje. Ese último es aplicado para reducir la vulnerabilidad de las poblaciones locales y su seguridad alimentaria, y aumentar la resiliencia de los bosques frente al cambio climático. Este enfoque es fundamental por la planificación de la expansión de la producción de café en el futuro en las áreas de bosques de protección. Se considera de suma importancia conservar y recuperar este capital natural adoptando prácticas productivas y de manejo territorial que eviten la deforestación y la ulterior degradación.

### **Mitigación en café: una urgencia nacional**

#### **Las emisiones de GEI en el sector cafetalero peruano**

En el 2016 se estimó la línea de base nacional de emisiones GEI para la NAMA Café encontrando un promedio de 20 kg CO<sub>2</sub>e por kg de café pergamino resultado fuertemente mayor a otros países de Centroamérica (Suber *et al* Robiglio, 2016, -Ver Anexo 2). Se evidencia como principales fuentes de emisiones el cambio de uso de la tierra y la transformación. El cambio de uso de la tierra es responsable del 51 % de las emisiones, siendo la conversión de bosques en cultivos responsable del 49 %. A la transformación se le atribuye un valor estimado alrededor del 46 %, siendo la falta de manejo de las aguas mieles, responsable del 42 % (ver anexo 2).

Los fertilizantes no juegan un papel muy grande en la emisión de GEI en el sector cafetalero del Perú. Sin embargo, su utilización inapropiada, basada en fórmulas no específicas para el tipo de suelo y condiciones locales (temperatura, exposición, pluviosidad, entre otros), es reconocida como una de las razones de la baja productividad. Actualmente para mantener los niveles de producción se desarrollan dos estrategias de manejo: i)el aumento en el uso de fertilizantes sobre las parcelas existentes para incrementar la productividad o ii)el establecimiento de nuevos cafetales en áreas forestales aprovechando de la fertilidad inicial de estos suelos para aumentar el volumen producido.

### **Aumento de la productividad y reducción de las emisiones**

El sector cafetalero contribuye de forma significativa a las emisiones que se le atribuyen tanto al sector USCUS como al sector Agricultura, así como a la degradación del capital natural sobre el cual se basan las estrategias de adaptación que se tienen que desarrollar en territorios altamente vulnerables, como son los territorios de las cuencas de producción de café.

La necesidad de aumentar o mantener niveles de producción por responder a la demanda del mercado no obstante la baja productividad, amplificada por las pérdidas ocasionadas por la roya es, sin duda, la causa primaria de establecimiento de nuevas plantaciones que mayormente se dan por deforestación de áreas de bosque primario (45%) y de purmas (25%) (HYPERLINK \l "Suber & Robiglio, 2016).

Es urgente que el sector cafetalero pueda desvincular el "crecimiento productivo" de la "expansión de superficie y aumentar la producción a través de un proceso de intensificación productiva. La continua conversión de bosques; sea que se trate de bosques primarios, secundarios o degradados en cultivos es una práctica con la cual el sector y los territorios cafetaleros tienen que acabar asumiendo los costos de la intensificación. En línea con los acuerdos internacionales estipulados, el sector cafetalero se ve directamente interesado por políticas de mitigación y adaptación al cambio climático. Se evidencia en la Estrategia Nacional de Cambio Climático y la Estrategia Nacional de Bosque y Cambio Climático, que dan las pautas para realizar y adaptar las actividades relacionadas con emisiones y con bosques, ya sea a través de colaboraciones intersectoriales como con medidas sectoriales.

Un ejemplo de medida sectorial es la NAMA-café, que prioriza un cambio en las prácticas y tecnologías aplicadas por los actores a lo largo de la cadena productiva de café para lograr objetivos de aumento de productividad y reducción de las emisiones. ■



CAPÍTULO 2



**EL IMPACTO DEL  
CAMBIO CLIMÁTICO  
Y LOS NIVELES DE  
ADAPTACIÓN:  
EL CASO DEL  
NORORIENTE  
PERUANO**



En el presente capítulo se revisa, de manera más específica, el contexto geográfico y productivo de la producción de café en el nororiente peruano, los niveles de exposición según las zonas altitudinales en las que se ubican las áreas de producción de café, los posibles impactos y las medidas de adaptación que se deben ir asumiendo ahora mismo.

Lo que se busca es entender, de manera específica, las características, desafíos y retos de la producción de café en Amazonas, Cajamarca y San Martín. En este sentido, y asumiendo la importancia de conocer la realidad para prever y planificar futuras acciones, se abordan los siguientes temas:

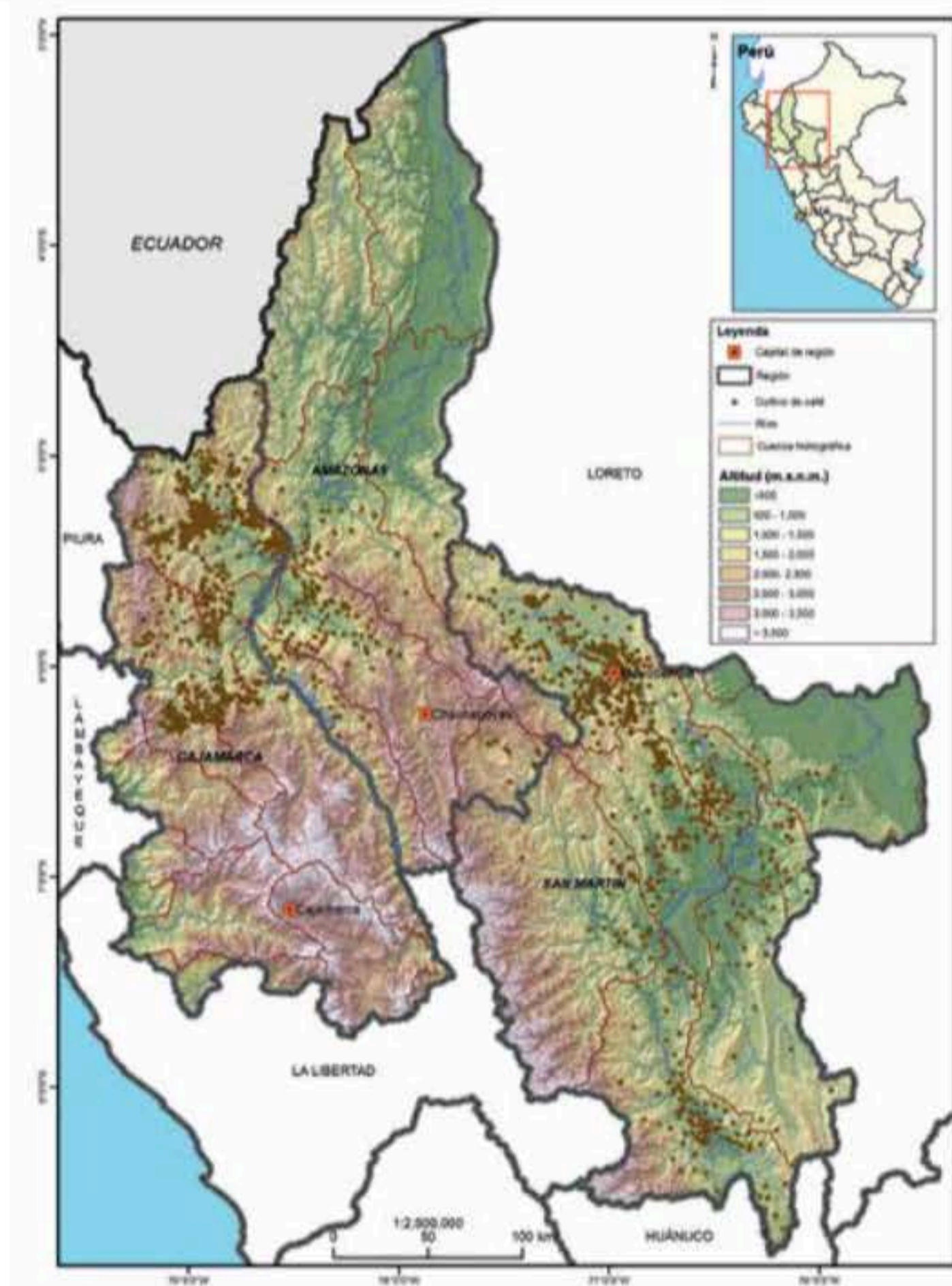
- Zonas altitudinales en las que se ubican las áreas de producción de café.
- Efectos del cambio climático en las diferentes zonas altitudinales.
- Retos a enfrentar.
- Distritos en condiciones de vulnerabilidad intermedia a alta.
- Distritos que no experimentarán cambios significativos.
- Distritos con nuevas oportunidades.

## Contexto geográfico y productivo

### La producción de café en el nororiente peruano

Esta guía se enfoca en Amazonas, Cajamarca y San Martín, regiones del nororiente peruano que formaron parte del estudio de Impacto del cambio climático sobre la cadena de valor del café en el nororiente del Perú (Robiglio et al, 2017). Estas regiones concentran el 62.3 % de la superficie total de café cultivada en el país, con por lo menos 185 000 familias que contribuyen a la producción de casi la mitad de la producción nacional de café.

Mapa de la región del estudio: San Martín, Cajamarca y Amazonas



En el año 2015 San Martín fue la región con más superficie sembrada de café (41 520 ha), seguida por Cajamarca (21 639 ha) y Amazonas (9768 ha). Las provincias con más superficie sembrada son Moyobamba (18 043 ha), San Ignacio (12 739 ha) y Rodríguez de Mendoza (8391 ha). En términos de producción anual, en 2015 las regiones ocupan el mismo orden: San Martín, 41 250 toneladas; Cajamarca, 21 640 toneladas; Amazonas, 9769 toneladas. El grueso de la producción se concentra en pocos distritos correspondientes a seis provincias.

En este contexto, los productores de café son una parte importante de la población rural. La mayoría de ellos son productores pequeños y especializados en café con unidades productivas de menos de 10 ha, bajo nivel de diversificación (uno o dos sistemas productivos asociados, por ejemplo ganadería o cultivos de panllevar) y bajo acceso al crédito y asociatividad.

El sector nororiental es estratégico para la conservación del patrimonio natural del Perú y de los servicios ecosistémicos esenciales como el aprovisionamiento del agua, conservación del suelo y regulación climática en las principales cuencas de la Amazonía alta. Estas tres regiones nororientales contienen siete millones de hectáreas de bosques (casi el 10 % de la superficie de bosques a nivel nacional) y cinco millones de hectáreas de tierras protegidas.

La Tabla 1 muestra la distribución de la cobertura forestal y de los usos de la tierra. San Martín resulta ser la región más deforestada debido a la expansión de cultivos como el café en las zonas altas, y más recientemente de la palma aceitera en las zonas de selva baja; así como también a la construcción de infraestructuras (MINAM, 2015). Reducir el proceso de conversión de los bosques en cultivos y promover procesos de recuperación de las funciones ecológicas de las áreas deforestadas y degradadas, a través del establecimiento de cultivos, se ha vuelto una necesidad estratégica en estas áreas.

Estas acciones buscan garantizar la provisión de servicios ecosistémicos esenciales para la adaptación, así como dar soporte a una producción de café estable y sostenible, en el largo plazo, que contribuya a la mitigación de las emisiones GEI.

**Tabla 1. Cobertura forestal, usos de la tierra y productores en Amazonas, Cajamarca y San Martín**

Características	Amazonas	Cajamarca	San Martín	
Superficie de bosque 2015 (ha)	2 862 600	352577	3 401 571	
Pérdida de bosque 2001-2015 (ha)	65 388	13 287	382 058	
Cantidad total de productores	69 562	339 979	90 471	
Cantidades totales de productores en los distritos amazónicos	43 858	75 844	90 471	
Superficie agropecuaria total (ha)	1 766 565	1 409 333	1 323 260	
Superficie agropecuaria en los distritos amazónicos (ha)	1 362 545	410 629*	1 323 260	
Uso de la tierra (%)	Monte y bosques	83 %	35 %	55 %
	Purmas	5 %	12 %	8 %
	Cultivos permanentes	4 %	16 %	14 %
	Cultivos anuales	2 %	5 %	7 %
	Pastos naturales	5%	21%	6%
Superficie de café (ha)	28 377	62 710	93 688	

Elaboración: ICRAF.

## Modelos de exposición y posible impacto en el largo plazo determinan los niveles de adaptación

### Características, desafíos y retos de la producción de café en Amazonas, Cajamarca y San Martín

Zonas altitudinales en las que se ubican las áreas de producción de café. De manera general, en las regiones nororientales la producción cafetalera se concentra entre los 500 y 2000 m s. n. m. Para simplificar, en la caracterización de las áreas productivas se distinguen tres zonas altitudinales: zona baja (<1200 m s. n. m.), zona media (>1200 hasta los 1500 m s. n. m.) y zona alta (>1500 m s. n. m.).

**Tabla 2. Zonas altitudinales en las que se ubican las áreas de producción de café**

<b>ZONAS BAJAS</b>	Ubicadas en las partes bajas de las cuencas, se caracterizan por presentar una topografía menos accidentada con suelos ligeramente inclinados y profundos. El paisaje es plano - ondulado. En estas zonas el clima es cálido y las temperaturas máximas pueden llegar a superar los 30 °C. Debido a que las temperaturas en las zonas bajas son mayores, los cafetos desarrollan los granos en menor tiempo y las cosechas se inician primero que en las zonas medias y altas. Sin embargo, la rapidez del llenado reduce el peso y la calidad de los granos (ver calendario fenológico).
--------------------	---

<b>ZONAS MEDIAS</b>	Se caracterizan por tener una topografía accidentada con cadenas de montañas y colinas. Las características son muy variables y presentan elementos de las zonas bajas y altas dependiendo de las condiciones locales. En general, las vertientes presentan pendientes de más de 30 %. Los suelos son muy superficiales en las montañas y varían de moderadamente profundo a profundo en los paisajes colinosos. Los suelos derivados de material calcáreo presentan una relativa fertilidad. El clima es más templado y cálido que en las zonas bajas, con temperaturas promedio de 25 °C aproximadamente.
<b>ZONAS ALTAS</b>	Se caracterizan por tener una topografía más accidentada, con laderas de pendientes mayores al 50 %. Muchas áreas son áreas de protección y el potencial productivo es principalmente forestal. Sin embargo, algunos parches del territorio tienen condiciones climáticas favorables para las actividades productivas como, por ejemplo, el café. El clima es templado y húmedo, con una temperatura promedio de 20 y 22 °C. El potencial de esta zona es mayormente forestal.

Fuente: MINAGRI (www.minagri.gob.pe)

### Efectos del cambio climático en las diferentes zonas altitudinales

El cambio climático tendrá un impacto importante en la futura producción de café en el nororiente peruano (Robiglio et al., 2017). En el año 2030 y bajo un escenario con nivel intermedio de emisiones GEI (Bunn y Castro 2016), se estima que más del 30 % de las áreas actualmente aptas experimentarán cambios en las condiciones climáticas actuales y tendrán que enfrentar ajustes importantes en sus sistemas de producción. También se observan cambios importantes en las áreas que van a permanecer aptas. En las zonas altas, probablemente a partir de los 2000 m s. n. m., nuevas áreas se podrían volver idóneas para el cultivo de café ya que será climáticamente viable.

Las áreas de transformación que se encuentran en las zonas bajas, a menos de 1000 m s. n. m., se convertirán en áreas no aptas para producir café antes del año 2030, un plazo relativamente breve. Sin embargo, San Martín presenta la situación más complicada ya que la caficultura se concentra en las zonas bajas, en altitudes de 500 a 1500 m s. n. m., por lo que experimentarían una pérdida de su aptitud. Distritos altamente productivos como Moyobamba, y otros ubicados en el extremo sureste como Tocache, Uchiza y Alto Biavo, necesitarán la articulación de una estrategia sólida de transformación (Figura 17).

### Retos a enfrentar

Bajo estas condiciones de exposición, el productor puede seguir produciendo y mejorando la cantidad y calidad de su producción, adaptándose gradualmente a las variaciones del clima y a los efectos derivados de los eventos extremos. De hecho, las capacidades necesarias para realizar el proceso de la adaptación gradual requieren de las capacidades básicas para enfrentar cualquier proceso de adaptación.

A largo plazo, los productores se enfrentan al reto de adaptarse a la gran incertidumbre climática, la cual puede ser potencialmente desfavorable para la producción de café, especialmente en las zonas bajas. La necesidad de fortalecer los aspectos productivos y tecnológicos mencionados en la sección anterior será aún más pronunciada a largo plazo. Será especialmente importante tener acceso y ser capaz de adoptar con éxito las nuevas tecnologías, así como adquirir la capacidad de gestionar los procesos de transformación productiva y posiblemente de cambios de estrategias de medios de vida.

En esencia, los resultados nos indican que el cambio climático afectará significativamente las actuales áreas aptas al cultivo del café, con pérdidas y ganancias, y cambios en los niveles de aptitud por conversiones entre las zonas agroclimáticas. En general, se espera una redistribución de los valores que definen las zonas agroecológicas con un cambio consecuente de la distribución de la aptitud.

En términos de producción primaria, las zonas más bajas serán las zonas más desventajadas donde la viabilidad de la producción de café disminuirá de manera significativa. Esto ya se proyecta de manera clara en las entrevistas a los productores. En las áreas intermedias y altas se modificará la aptitud sin perder la posibilidad de producir; algunas áreas se mantendrán estables, otras disminuirán el nivel de aptitud y finalmente otras lo mejorarán. Además de equilibrar las áreas que se pierden, nuevas áreas se volverán aptas por la migración hacia arriba de las condiciones favorables al cultivo descritas en el Capítulo 3.

### **Distritos en condiciones de vulnerabilidad intermedia a alta**

En distritos actualmente estratégicos para la producción nacional los productores se encuentran en condiciones de alta vulnerabilidad.

Las zonas bajas de San Martín (Moyobamba, Bajo Biavo, Sauce, Alto Biavo) y de Cajamarca (Chirinos, San Ignacio) presentarán condiciones desfavorables principalmente por el aumento de calor y la reducción de humedad. En estas zonas la exposición es muy elevada, así como la sensibilidad especialmente a plagas y enfermedades. Los productores son muy vulnerables a los impactos actuales y futuros por su dependencia del café y su incapacidad de invertir en medidas de adaptación como prácticas, tecnologías innovadoras o diversificación estratégica. Además, en muchos casos, debido al tamaño pequeño y la constitución de su predio, estos no van a poder introducir medidas por recuperar y conservar las funciones de los ecosistemas naturales, alimentando un círculo de retroalimentación entre vulnerabilidad al cambio climático y degradación de los recursos naturales.

En las zonas intermedias de los mismos distritos (San Ignacio, San José de Lourdes, Tabaconas, Saposoa, etc.), las condiciones de alta variabilidad local debido a la topo-

grafía no permiten definir un patrón de exposición claro, que discrimine los niveles de alcance de los procesos de adaptación impuestos por las nuevas condiciones.

En general, dependiendo del contexto local, se pueden esperar situaciones con alta exposición pero con elevados niveles de incertidumbre. Como en el caso precedente se requieren intervenciones sustanciales para aumentar la resiliencia a través de la introducción y adopción de nuevos sistemas de cultivo, tecnologías y prácticas de conservación de los sistemas naturales. También se encuentran condiciones de exposición baja, donde se va a mantener el mismo nivel de aptitud actual o una mejor, en donde existen oportunidades de enfocarse en mejorar la productividad y la calidad sin necesitar grandes inversiones. En estas áreas, el nivel de exposición varía, con un nivel de sensibilidad intermedia y limitada capacidad de adaptación, aunque en algunos contextos locales puedan ser más favorables debido a una mejor institucionalidad (mejor acceso al crédito y un mayor nivel de organización y asociatividad, como en el caso de Lonya Grande). La vulnerabilidad de la producción primaria en estas áreas varía entre intermedia y alta.

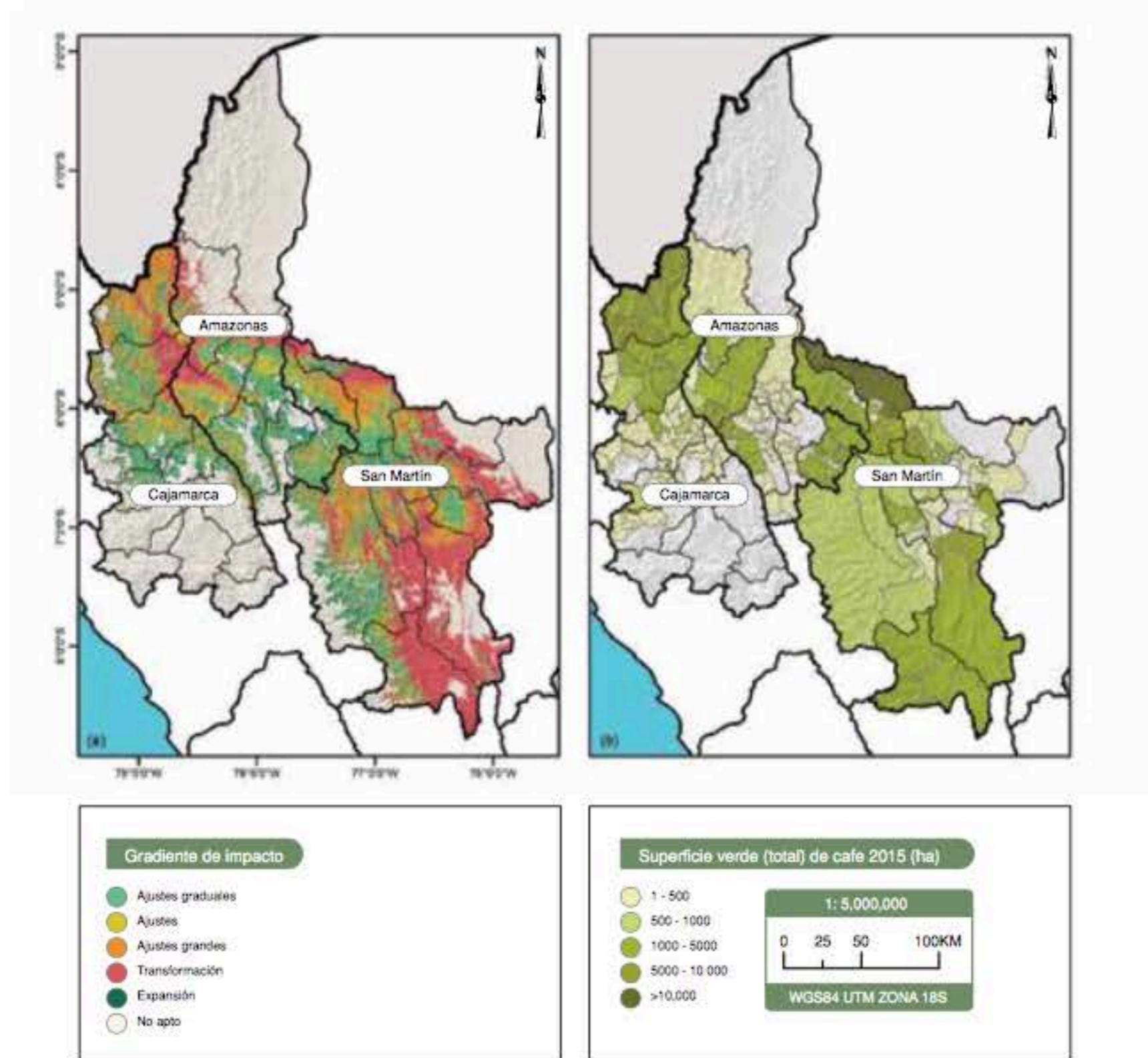
### **Distritos que no experimentarán cambios significativos**

En las tres regiones se encuentran también muchas áreas que no experimentarán cambios significativos: en Amazonas 39 % del área; en Cajamarca 37 %; y en San Martín 24 %. En estas áreas de ajustes graduales será importante considerar las intervenciones necesarias para que aumente la productividad, como por ejemplo en La Coipa, en la provincia San Ignacio en Cajamarca. En San Martín, estos ajustes serán necesarios en zonas medias, entre los 1000 y 2500 m s. n. m. en distritos como Soritor, Alonso de Alvarado y Jepelacio, en el norte de la región. En Amazonas, estos ajustes serán necesarios en distritos ubicados al sur de la región, como Omia, en la provincia Rodríguez de Mendoza.

### **Distritos con nuevas oportunidades**

Las áreas de expansión, que corresponden a zonas de nuevas oportunidades, se ubicarán a mayor altitud que las áreas en las que actualmente es posible encontrar café, desplazándose estas hacia el sur de las tres regiones. En Amazonas, será posible encontrarlas en zonas más altas, entre los 2500 y 3000 m s. n. m., al sur de la región, en distritos en los que la superficie actual total (verde) de café es mínima (<50 ha) o nula como en Molinopampa, Sonche y Cheto. En Cajamarca, distritos poco productivos en la actualidad como Cutervo, Chalamarca y Santa Cruz, en las provincias de Cutervo y Santa Cruz, respectivamente, tendrían áreas de expansión. En San Martín, estas áreas se ubicarán al suroeste, en distritos como Huicungo y Campanilla, donde la superficie de café no es tan extensa.

Mapas de gradiente de impacto por región al año 2030.



De la comparación de los dos mapas se evidencia la distribución geográfica del (a) gradiente de impacto por las estrategias de adaptación en relación con (b) los distritos y su superficie total (verde) de café (ha) en el año 2015, que van a experimentar una gradiente de impacto para sus estrategias de adaptación. Fuente: producción total (MINAGRI).

**Conocer la realidad para prever y planificar futuras acciones**

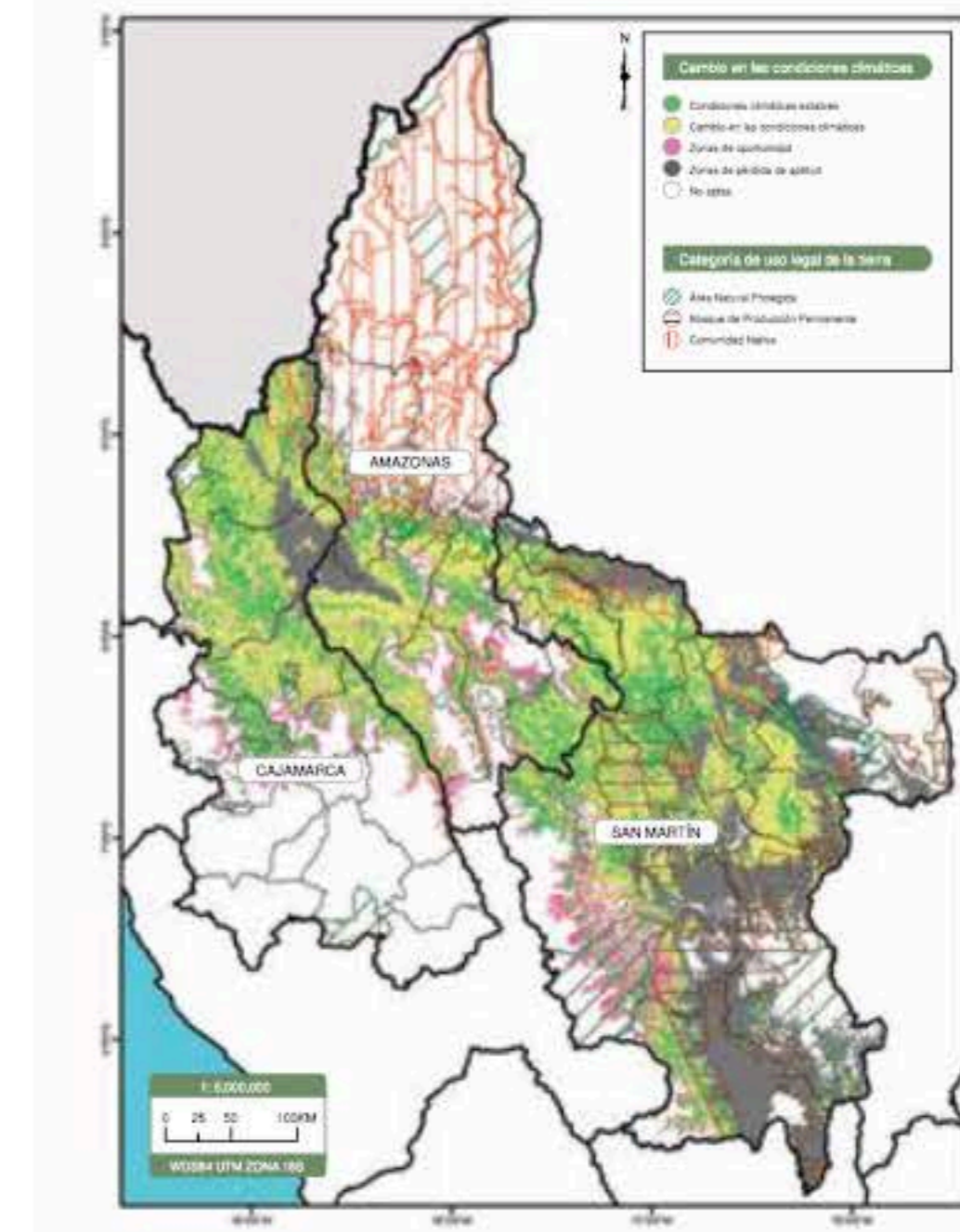
Entender las condiciones actuales y futuras de exposición de las áreas de producción de café es esencial para planificar las acciones de soporte al desarrollo de una caficultura resiliente a los eventos climáticos, a su variabilidad y a los efectos acumulados del cambio en el largo plazo.

- En Amazonas es probable que no se observen cambios sustanciales en las zonas que actualmente presentan un clima frío-seco (FS) y caliente-moderado (CM). Sin embargo, el 14 % de la superficie actual podría perder su aptitud; las zonas bajas de los distritos de Bagua Grande y La Peca presentan un mayor riesgo de pérdida de superficie apta.

- En Cajamarca, el riesgo de pérdida de áreas aptas es del 14 %. Estas áreas coinciden con distritos actualmente altamente productivos como San Ignacio, La Coipa, y Bellavista, ubicados en el norte de la región.
- En San Martín, el riesgo de pérdida de áreas aptas se ubica, similarmente, en los distritos donde el café es más importante: Moyobamba, ubicado al norte, y Bajo Biavo, Pólvara, Uchiza y Tocache, ubicados al sur.

Las nuevas áreas aptas para el cultivo de café, al ubicarse a mayor altitud, pueden convertirse en nuevas fronteras de deforestación con importantes consecuencias sobre el patrimonio nacional de biodiversidad. También podrían tener efectos negativos sobre la capacidad de proveer servicios ecosistémicos fundamentales en las mismas zonas de producción de café, como la conservación de microclimas favorables y del agua, la reducción del riesgo de erosión, derrumbes y deslizamientos, y la pérdida de suelos. Para cada contexto, es importante evaluar la pertinencia de la práctica a la reducción de los impactos y los beneficios en términos de estabilización o incremento de la productividad del cultivo principal, además de la contribución a la reducción de las emisiones GEI.

Mapa de condiciones climáticas vs. categoría de usos de la tierra



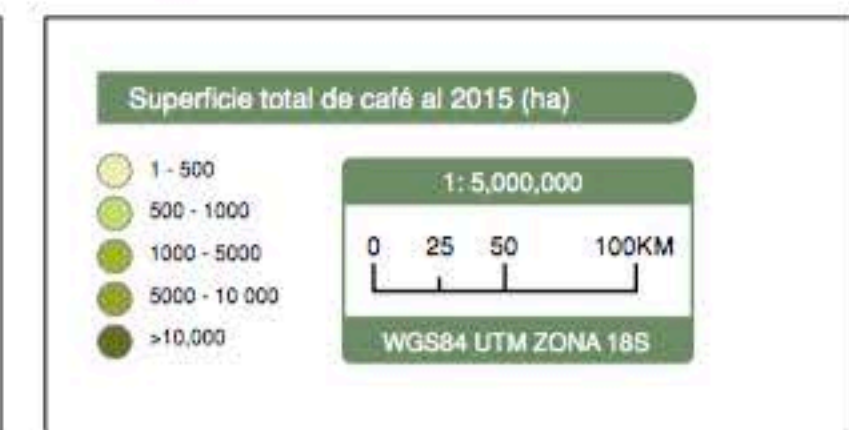
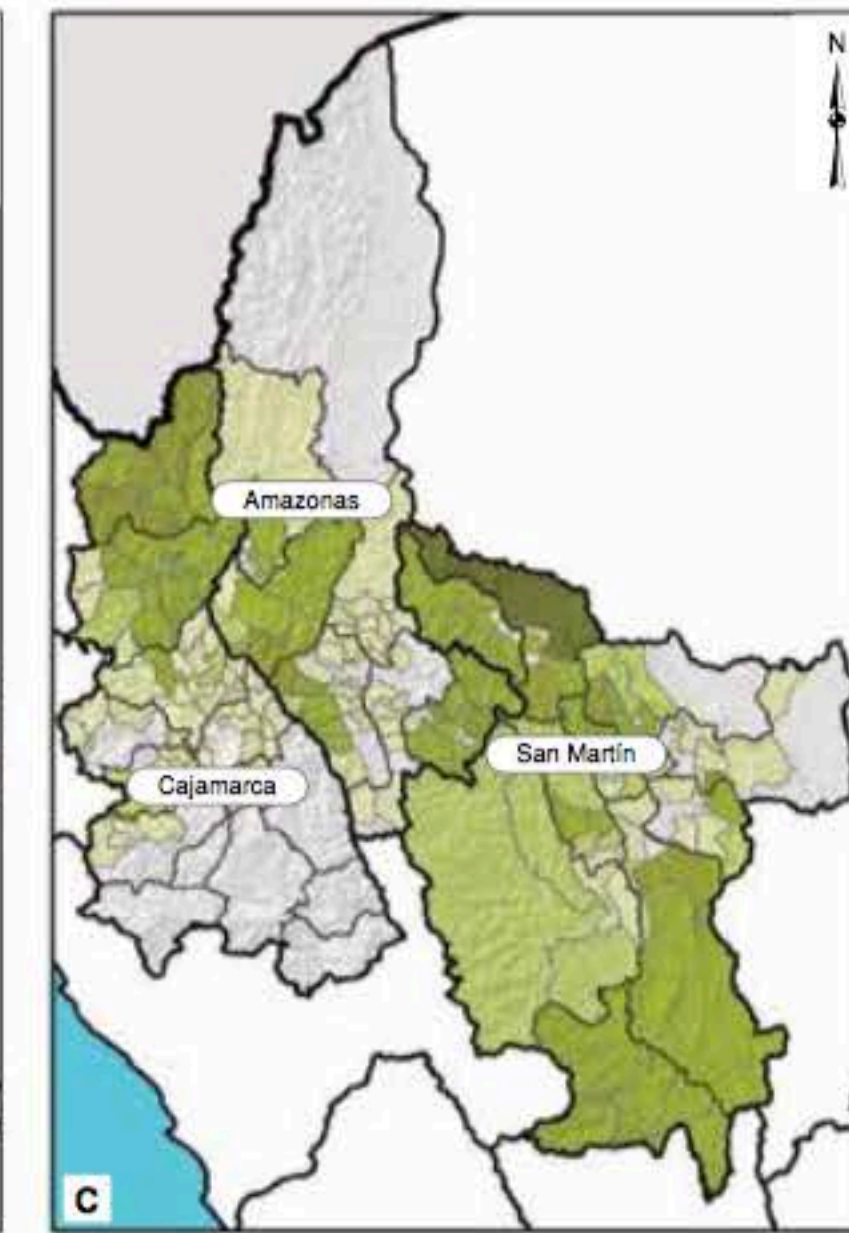
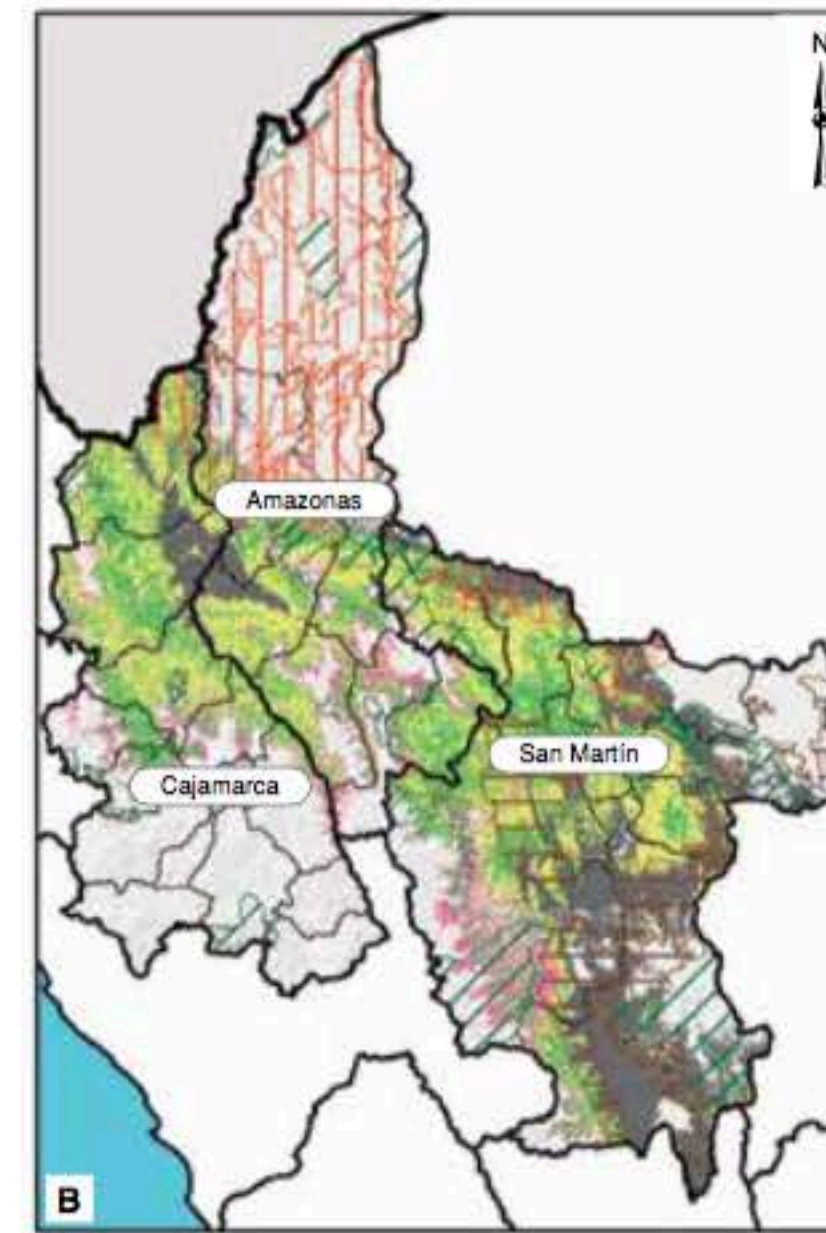
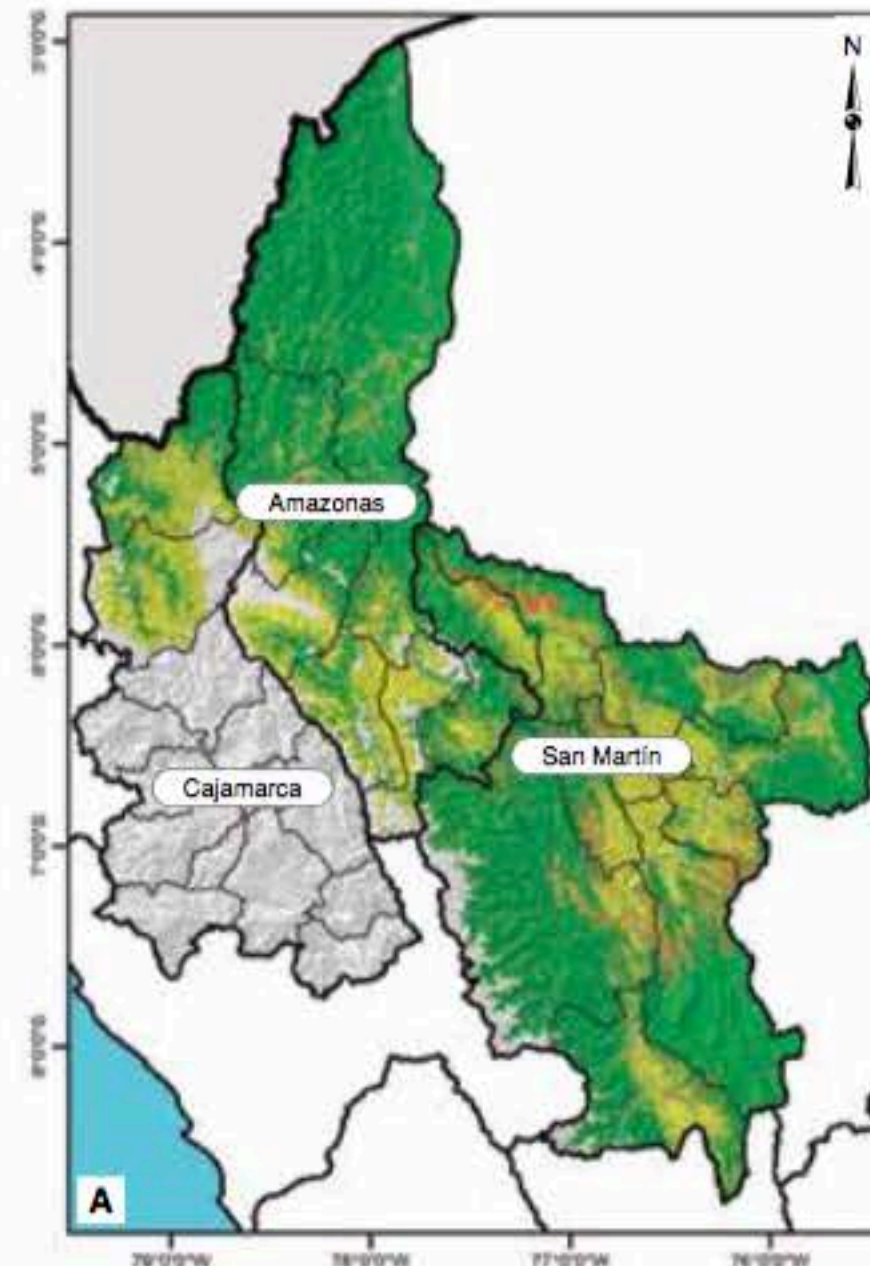
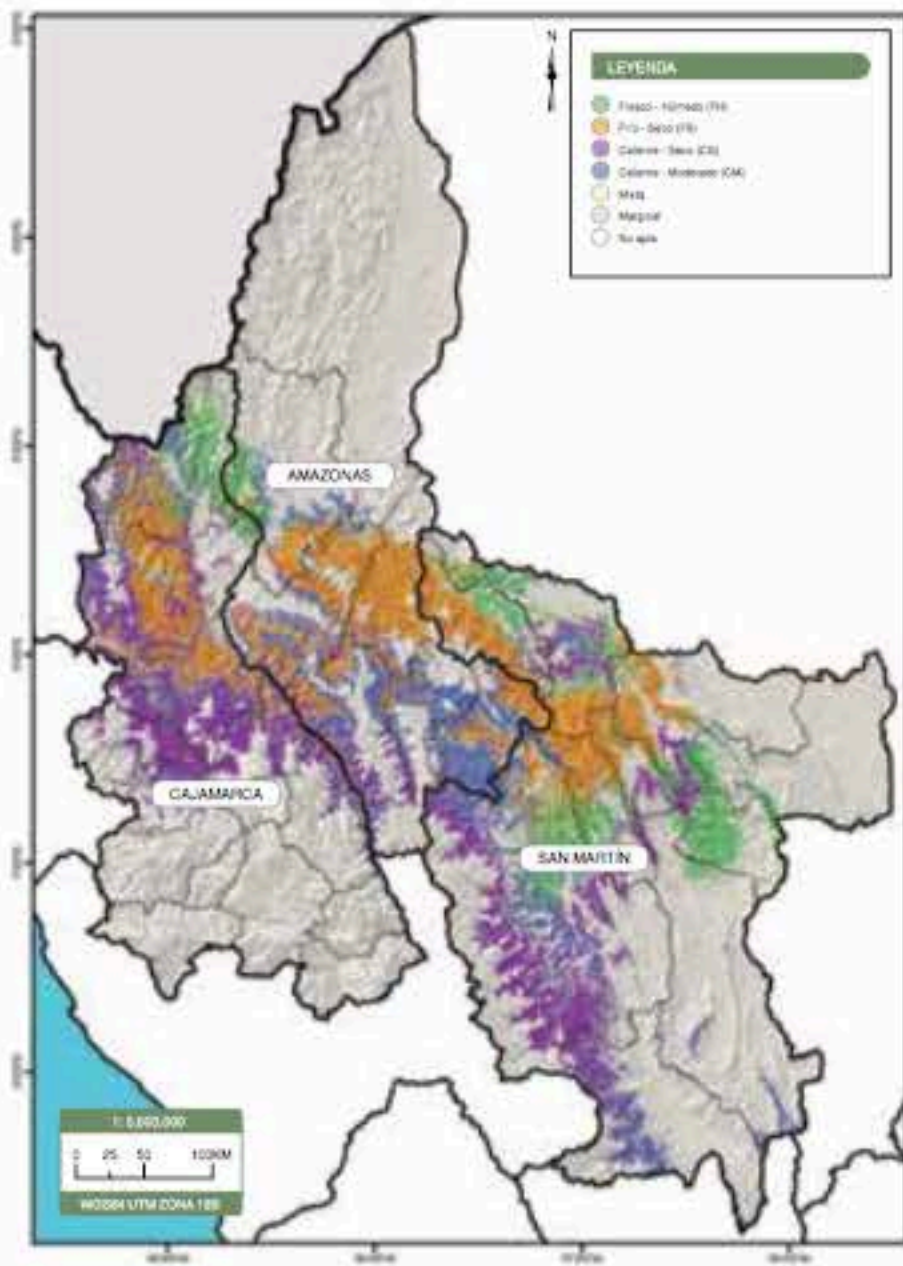
Fuente: ICRAF



Mapa de áreas según los grupos climáticos para producción de café en el año 2030

Mapas: Comparación entre: a) mapa de bosque y pérdida de bosques;

b) cambio en las condiciones climáticas, y c) superficie total (verde) de café a nivel de distrito



De la comparación de los tres mapas se evidencia cómo territorios de los distritos con gran producción de café van a ser afectados por los cambios en términos de pérdida y de ganancia. Las áreas de ganancia se encuentran en áreas boscosas (a), protegidas o en comunidades nativas (b), o en áreas de protección según la Capacidad de Uso Mayor. ■

CAPÍTULO 3



**IMPACTOS Y  
CONSECUENCIAS  
DE LOS EVENTOS  
CLIMÁTICOS A NIVEL  
LOCAL**



Este capítulo aborda temas vinculados a las manifestaciones del clima y sus impactos sobre la producción de café. Primero se aborda de manera general la relación del café con el suelo y el clima, y el ciclo fenológico del café.

Luego se enfoca en las características, impactos y consecuencias del clima en la producción de café en las regiones nororientales del Perú. En este sentido, los temas que desarrolla son los siguientes:

- Principales eventos climáticos que impactan negativamente en la producción de café.
- Riesgos para el sistema de producción y comercialización del café.
- Riesgos de impacto sobre los medios de vida de los productores.
- Riesgos de impacto por zonas.

## Manifestaciones del clima y sus impactos sobre la producción de café

El principal objetivo de la comprensión de los elementos del clima que actualmente y a futuro van a influenciar la producción de café corresponde a la identificación de las buenas prácticas para reducir sus impactos. Por esto se necesita entender cuáles son los eventos climáticos y aspectos del clima que se manifiestan a lo largo de las diferentes fases: producción, poscosecha y comercialización.

### El café en relación al suelo y al clima

#### El ambiente propicio para el cultivo del café

La mayoría del café cultivado en el mundo pertenece a la especie *Coffea arabica* (USDA 2012) originaria de Etiopía, donde crece espontáneamente en el sotobosque como arbusto perenne (Wintgens, 2004). El café es muy sensible a los cambios del clima. Para que el cultivo del café sea económicamente viable, es preciso tener un clima con temperaturas medias anuales de unos 20 °C y más de 1200 mm de precipitación anual (DaMatta y Ramalho, 2006). Las temperaturas superiores a 30 °C durante períodos prolongados reducen los rendimientos de la planta (DaMatta, 2004) y las heladas durante semanas, o incluso días, pueden llegar a matar la planta (Op. cit). Un período seco corto de menos de 40 mm de precipitación por mes promueve una floración uniforme y aumenta el rendimiento, pero si el período seco dura más de tres meses se reduce el rendimiento (Wintgens, 2004).

A nivel local, el cultivo del café necesita una combinación idónea de temperatura diurna y nocturna, disponibilidad de agua y días secos, horas de luz e intensidad del sol, viento, características edáficas y topográficas del terreno (Wintgens, 2004). Las condiciones óptimas para el cultivo corresponden a cinco horas de sol en promedio por día, una temperatura nocturna de 17 a 18 °C y una temperatura diurna de 22 a 23 °C; viento moderado (25 km/hora) (adaptado de Tucker et al., 2010), suelos aluviales y coluviales profundos, con una textura franco arenosa o franco arcillosa (Coste, 1968; Wintgens, 2004), condiciones de acidez entre 5 y 6 de pH, así como tierras planas o ligeramente onduladas por su buena capacidad de retención de agua (Tabla 2.1).

#### Consideraciones sobre las variedades en el Perú

En el Perú se cultiva principalmente *Coffea arabica* L. y de este género se derivan las variedades Típica (Typica, Común, Nacional), la primera variedad cultivada en América, la variedad Bourbon de porte alto y las variedades Caturra, Mundo Novo, Catuai y Catimor de porte bajo.

Las variedades cultivadas en el nororiente peruano son: Típica, Caturra, Bourbon, Pache, Mundo Novo y los híbridos resistentes a la roya del cafeto. Estos híbridos provie-

nen del cruzamiento del híbrido Timor que cuenta con genes de resistencia a la roya, con variedades susceptibles a roya como Caturra, dando origen a diversos "Catimores" como Castillo, Gran Colombia, Costa Rica, entre otros.

Las variedades de café empleadas no determinan la productividad per se sino que es necesario considerar también los diversos elementos fisiológicos que intervienen en la producción del café. Por ejemplo, es importante evaluar la interacción de los factores externos como el clima y el suelo con el material genético empleado en cada una de las zonas cafeteras (Arcila et al, 2007).

Es esencial tomar en cuenta las limitantes locales a la cultivación para identificar la idoneidad de las áreas al cultivo y separar los impactos del cambio climático de otros factores locales que pueden repercutir en los bajos niveles de productividad observadas.

#### Características del suelo

Las principales características edáficas que influyen en el crecimiento, la productividad y la calidad del café son: la profundidad del suelo, el pH, el contenido de materia orgánica, la textura y la pendiente (Tabla 3.1).

Tabla 3.1 Características del suelo y topografía que limitan el cultivo de café

Características del suelo	Mínima	Máxima
Profundidad (cm) Crecimiento y penetración de las raíces	Suelos en formación, con menos de 40 cm de profundidad, limitan el crecimiento de la raíz principal y de las raíces laterales, lo cual reduce la absorción de nutrientes y agua para la planta (Coste, 1968).	NA
pH del suelo Absorción de los elementos esenciales	<4.5 limita la absorción de Cu y Zn y, causa toxicidad por Aluminio y Mn (Valencia s/f). < 5, limita la absorción de elementos esenciales P, Ca, Bo, K y Mg.	> 6.5 limita la absorción de Fe (Hierro), esencial para el cafeto.
Materia orgánica (%) Propiedades físicas químicas y biológicas	< 2%	>8 % incrementa la relación Carbono/Nitrógeno en el suelo y la acidez por el alto contenido de nitrógeno, esto puede limitar la absorción de P, K y Mg (Sierra & Rojas, s/f).
Textura Retención de agua y nutrientes, susceptibilidad a erosión	Arenosa: limitada capacidad de retención de agua y nutrientes, alta susceptibilidad a la erosión, niveles críticos de déficit de agua (Arcila et al, 2007).	Arcillosa: limitada permeabilidad y poco espacio poroso para el oxígeno, niveles críticos de exceso de humedad (Arcila et al, 2007).
Pendiente (%) Se relaciona a las otras características de profundidad, retención hídrica, etc.	Suelos planos, con buena profundidad y textura (aire, agua y nutrientes bien distribuidos y actividad biológica) (Arcila et al, 2007).	> 45 % (25°), en general más superficiales, retienen menos agua, propensos a la erosión.

Elaboración: ICRAF.

Otras características importantes del suelo son la densidad aparente, la capacidad de intercambio catiónico (CIC), la distribución de los espacios porosos en la solución del suelo, la cantidad de agua que pueden almacenar, la temperatura y la disponibilidad de minerales (Arcila et al, 2007).

### Condiciones climáticas

Las principales variables que afectan directamente el desarrollo del cultivo son la temperatura y la precipitación (máxima o mínima) (ver Tabla 3.2).

**TABLA 3.2 Temperatura y precipitación mínima y máxima que afectan el cultivo del café**

Variable	Mínima	Máxima
Temperatura (°C)	< 15 °C pueden afectar los frutos del café y hasta causar la muerte de plantas (Tucker et al., 2010).	> 30 °C pueden causar quemadura de hojas, flores y frutos, reducción de la producción por estrés hídrico, incremento de granos vanos y de plagas.
(mm)	< 800 a 1200 mm pueden causar estrés hídrico, reducción de la producción y de la calidad del café (Wintgens, 2004).	> 2000 mm de precipitación, sin meses con poca o ninguna precipitación para inducir la floración, pueden causar reducción de la floración e incremento de enfermedades (Wintgens, 2004).

### El ciclo fenológico del café

Conocer la fenología del café es importante para entender la relación entre los eventos climáticos y la producción, y para identificar cuáles son las prioridades de intervención en las diferentes fases. El ciclo fenológico es el tiempo transcurrido entre una cosecha a otra, dura doce meses y tiene cuatro etapas bien marcadas.

- La primera etapa es la floración. En esta etapa las yemas vegetativas se convierten en yemas florales y el tiempo de duración es de tres meses.
- La segunda etapa es el cuajado y llenado del fruto. En esta etapa se produce el llenado intenso del grano y dura cuatro meses.
- La tercera etapa es la cosecha. En esta etapa se forman nuevas yemas y hay un menor crecimiento radicular. La cosecha dura tres meses.
- La cuarta etapa es el descanso. En esta etapa no se produce desarrollo de ramas ni hojas. Tiene una duración de dos meses (Marín, 2012) (ver Gráfico 3.1).

**Gráfico 3.1 Ciclo fenológico del cultivo de café**



### Elementos del clima local en el nororiente peruano.

Características, impacto y consecuencias en la producción de café

Por su extensión y complejidad orográfica, los territorios cafetaleros del nororiente peruano presentan una gran variedad de condiciones altitudinales, topográficas, de orientaciones y pendientes de las vertientes. A nivel local esto resulta en diferentes condiciones de exposición a los rayos solares, la luz, los vientos y las lluvias, así como a diferentes niveles de humedad.

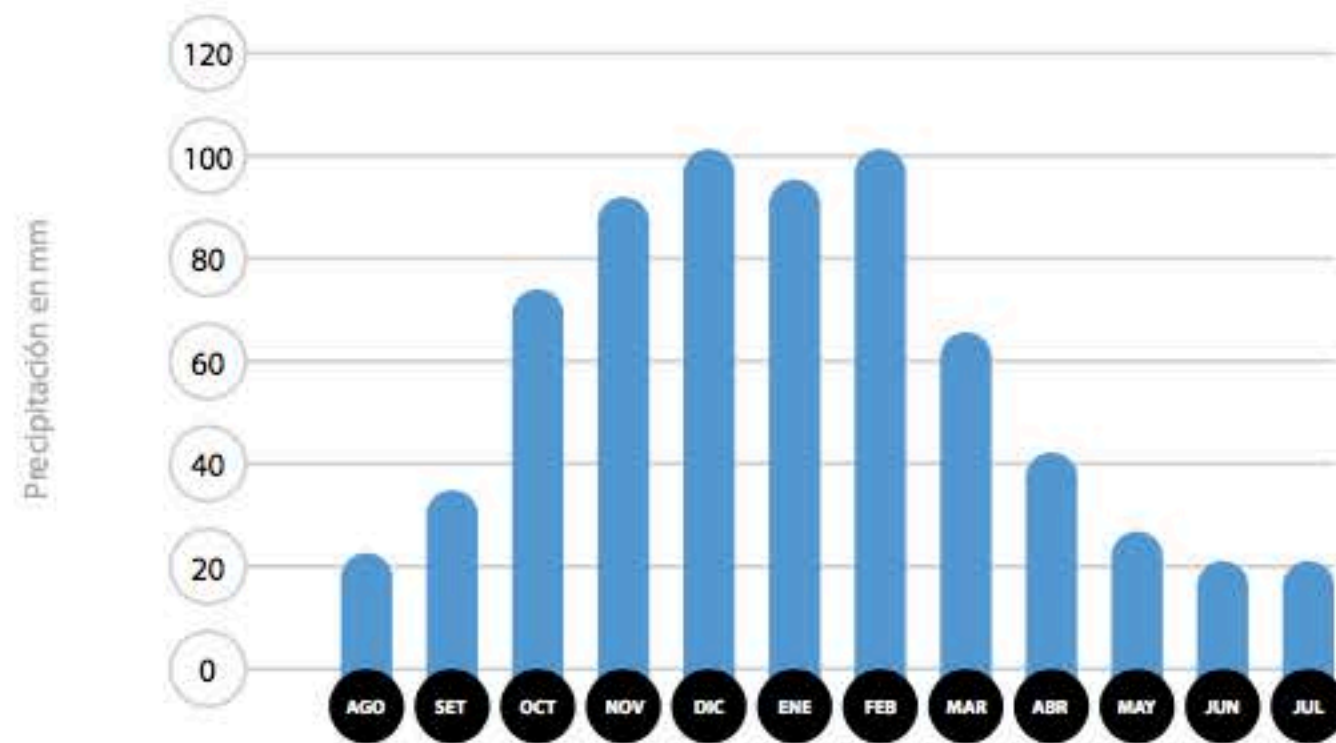
Para identificar las intervenciones adecuadas en apoyo a la adaptación de los sistemas productivos se necesita tomar en cuenta las determinantes del microclima local y los patrones de cambio en los eventos climáticos observados por los productores en los últimos años. Los patrones presentados por los modelos de impacto de cambio climático (ver Capítulo 2) se quedan como referencia general para poder identificar el alcance de los esfuerzos necesarios en el largo plazo.

En el nororiente peruano, en general, el clima se caracteriza por dos estaciones climáticas principales: estación lluviosa y estación seca (SENAMHI, 2016; SENAMHI, 2013).

- La estación lluviosa se inicia entre octubre y noviembre y se prolonga hasta abril o mayo. Durante la estación lluviosa la humedad del ambiente es alta y la temperatura es moderada (22 °C en promedio), dependiendo de las zonas. En las zonas altas las temperaturas mínimas pueden bajar a menos de 15 °C.

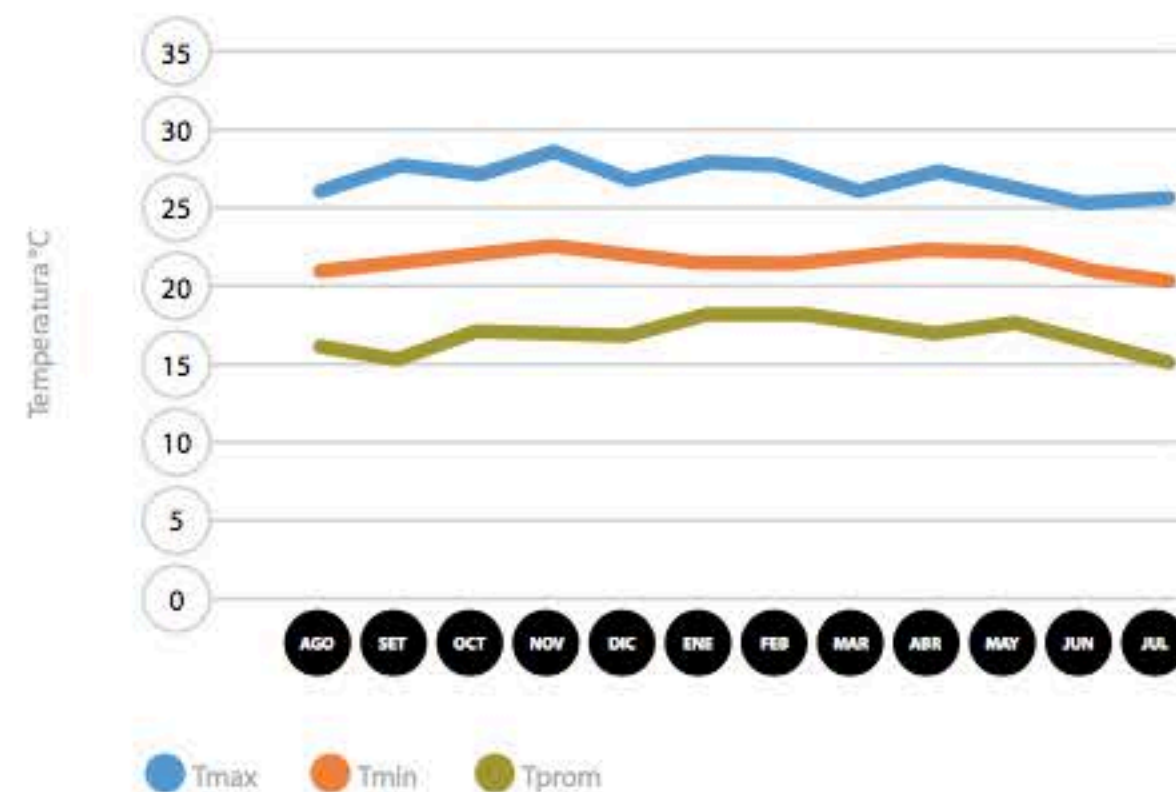
- La estación seca abarca desde junio hasta septiembre u octubre. En esta estación las temperaturas son más elevadas y pueden superar los 28 °C en las zonas bajas. La humedad ambiental es baja y las lluvias pueden estar ausentes durante el mes o ser mínimas (20 mm/mes).

**Gráfico 3.2 Precipitaciones promedio de la Selva Norte**



Fuente: SENAMHI, 2016.

**Gráfico 3.3 Temperaturas promedio de la Selva nororiental**



Fuente: SENAMHI, 2016.

### Principales eventos climáticos que impactan negativamente en la producción de café

A partir de una revisión de literatura y de los resultados de talleres realizados en las regiones, se identificaron seis eventos climáticos principales que generan daños directos e indirectos en la producción de café. Estos corresponden a la intensificación y acentuación de eventos anómalos en las estaciones secas y lluviosas, principalmente debido a cambios en el patrón de distribución de las precipitaciones y de la variación de temperaturas.

El nivel de impacto depende del nivel de exposición del sitio considerado. Los efectos directos se refieren al impacto directo de los elementos que caracterizan cada evento sobre las plantas de café. Este varía según la variedad de café, las especies de árboles asociados, y los arreglos espaciales y temporales del asocio, entre otros (ver en el capítulo 4). Entre los efectos indirectos se consideran todos los efectos sobre los recursos naturales e infraestructuras que soportan las funciones productivas y de comercialización: disponibilidad de agua en calidad y cantidad, salud del suelo, servicios de polinización, así como infraestructuras de transformación poscosecha y de comercialización. Los efectos directos se dan a nivel del cultivo en las parcelas y los indirectos se dan a nivel de las fincas y del territorio. Estos efectos determinan consecuencias que impactan directamente en las capacidades y medios de vidas de los productores contribuyendo a su vulnerabilidad.

Tabla 3.3 Impactos de los eventos climáticos

Eventos climáticos y sus características	Impacto directo e indirecto
<p><b>1) Lluvias intensas</b>                      Son precipitaciones fuertes o muy fuertes con intensidad mayor a 15 milímetros por hora. Incrementan la humedad relativa dentro del cafetal y del ambiente en general. Inhiben la diferenciación de las yemas florales. Pueden causar floraciones múltiples y acelerar la caída del fruto. Provocan deficiencias de nitrógeno por dilución del elemento y reducción del crecimiento de la planta. Producen escorrentías que pueden originar erosión de los suelos y pérdida de elementos minerales y orgánicos.</p>	<p>Reducen los rendimientos y la calidad de los frutos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Proliferación de patógenos que afectan el cultivo como: la roya, el ojo de pollo y el arañero.</li> <li>• Se dificulta y alarga el proceso de secado. Esto puede provocar el amarilleamiento del grano, la contaminación de los granos con hongos y, en consecuencia, la pérdida de calidad física debido al "manchado del grano". La erosión del suelo puede implicar una reducción de fertilidad a nivel de la parcela. También puede provocar el deslizamiento de tierra o de barro hacia los ríos y quebradas, colmatándolos y pudiendo ser causa de desbordes o inundaciones.</li> </ul>
<p><b>2) Lluvias dispersas</b>                      Son precipitaciones "aisladas" que se producen en la estación seca; en general son lluvias intensas y de corta duración.</p>	<p>Inducen la floración del café, pero si las lluvias no se mantienen para que se produzca el cuajado y el llenado del grano, las floraciones se perderán o los granos serán de baja calidad.</p>
<p><b>3) Sequías</b>                      Son periodos de condiciones anormalmente secas y calientes durante un tiempo suficiente para causar un desequilibrio hidrológico; las sequías causan el déficit de agua en el suelo y esto afecta la absorción de agua en las plantas.</p>	<p>El tipo de impacto sobre la planta depende de su edad y fase vegetativa y fenológica en la que encuentra.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• En plantas pequeñas causan retraso en el crecimiento; en plantas grandes causan quemadura de flores en la etapa de floración; embolsamiento de los frutos en la etapa de crecimiento de éstos (a lo que se le denomina "granos vanos").</li> <li>• Las plantas presentan síntomas de deficiencia de nutrientes (amarilleamiento de hojas, menor crecimiento de brotes, deformación de hojas y brotes, entre otros síntomas).</li> <li>• En casos extremos, las plantas pueden secar.</li> </ul> <p>A nivel de cuenca, las sequías reducen los caudales de los ríos subterráneos y superficiales y aumentan la evapotranspiración del suelo, dificultando el aprovechamiento en agua.</p>
<p><b>4) Altas temperaturas</b>                      Son situaciones anómalas donde las temperaturas del aire superan a los 30 °C. Las altas temperaturas aceleran los procesos fisiológicos de la planta, apresurando la absorción de nutrientes, agua, crecimiento de las hojas, flores y frutos, transpiración, etc.</p>	<p>La aceleración de los procesos fisiológicos puede afectar los rendimientos (peso de los granos) y la calidad sensorial en la medida que una absorción acelerada reduce el tiempo de translocación de azúcares y nutrientes al fruto.</p> <p>Las temperaturas altas contribuyen al crecimiento rápido de las poblaciones de insectos plaga (broca, querasas, minador de hojas, otros).</p>
<p><b>5) Vientos fuertes</b>                      Son corrientes de aire que se mueven a velocidades fuertes (&gt;40 km/h) en una determinada dirección.</p>	<p>Pueden provocar daño mecánico en las plantas de café; desecamiento de las hojas intensificando la transpiración en la planta y la deshidratación de los tejidos; romper las ramas de los árboles de sombra, tumbar árboles viejos o secos.</p> <p>En la etapa de floración pueden tumbar las flores. Provocan erosión eólica en suelos sin cobertura y con bajo contenido de agua.</p>

<p><b>6) Friajes</b>                      Son el descenso brusco de la temperatura a 10 o 12 °C (dependiendo de la intensidad del fenómeno), producido por una corriente de aire que invade la Amazonía peruana de sur a norte. Este fenómeno se produce entre 5 y 7 veces por año, entre los meses de mayo y septiembre. Los friajes producen también descarga de lluvia y nieve, aumento de la presión atmosférica, así como aumento de la velocidad de los vientos e inundaciones.</p>	<p>Pueden afectar el crecimiento y la fructificación de las plantas de café.                      En casos extremos pueden causar la muerte de las plantas (secamiento, paloteo de ramas).</p>
---	--

La modificación de la estacionalidad es una de las manifestaciones más evidentes del cambio climático por la cual se observan periodos secos más prolongados que antes, pudiendo durar desde julio hasta enero o febrero. En consecuencia, el inicio o final de la época de lluvias es cada vez más difícil de predecir. Además, durante la temporada seca se producen lluvias dispersas. Debido a los cambios en la estacionalidad, algunos eventos se pueden superponer y el daño que pueden generar es más intenso:

- Al final de la estación lluviosa, si las épocas de friaje se adelantan, pueden coincidir con las lluvias intensas, aumentando la humedad ambiental y el riesgo de incremento de algunas enfermedades como ojo de pollo y pie negro.
- Las lluvias dispersas durante la estación seca pueden inducir floraciones que luego no cuajan debido a que el periodo de lluvias no es continuo y la cantidad de agua no es suficiente para el cuajado y crecimiento del grano.
- En la estación seca y durante los friajes se producen vientos fuertes, estos aumentan el riesgo de daño mecánico en las plantas.
- La distribución de estos eventos a lo largo del año influye en la fenología del café, impactando las diferentes fases. Los fenómenos climáticos son más intensos y frecuentes cada año, esto se demuestra en las anomalías de las precipitaciones y las temperaturas.
- Los periodos secos muy prolongados estresan a las plantas, entonces se produce muerte de raíces y menor absorción de nutrientes, principalmente durante las fases de floración y cuajado de frutos. Entonces, la producción se reduce debido al estrés sufrido por las plantas. Esto influye en la productividad y en el calendario de actividades de realización del manejo y la cosecha.

Gráfico 3.4 Fenómenos climáticos

FENÓMENOS	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL
	FLORACIÓN			LLENADO DE GRANO			COSECHA			DESCANSO		
Lluvias intensas						XXX	XXX	XXX				
Lluvias dispersas		XX	XX	XX							XX	XX
Sequías	XX	XX	XX	XX	XX					XX	XX	XX
Altas temperaturas	XXX	XX	XX								XXX	XXX
Vientos Fuertes	XX	XX									XX	XX
Friajes										XX	XXX	XX

Fuente: SENAMHI

### Síntesis de las consecuencias

Es importante evaluar en cada contexto de intervención las posibles consecuencias de los eventos descritos y de su combinación. Las consecuencias más severas son: la pérdida e irregularidad en la producción y la disminución de la calidad (física y de tasa) debido a daños mecánicos directos; cambios en los procesos de crecimiento de la planta y en su ciclo fenológico; y pérdida debido al ataque de plagas y enfermedades, incluso durante el proceso de transformación poscosecha.

Es importante observar que se genera una cadena de impactos y mecanismos de retroalimentación entre los diferentes factores, como por ejemplo:

- El incremento de la humedad relativa dentro de los cafetales aumenta la incidencia de enfermedades como la roya, el ojo de pollo y el arañero.
- Las altas temperatura y las sequías debilitan las plantas, causando muerte de raíces. En consecuencia las plantas se vuelven más sensibles al ataque de hongos e insectos. Además, los insectos plaga se incrementan debido a que las temperaturas altas acortan su ciclo biológico y estos se reproducen más rápido, causando daño en frutos, hojas, raíces, tallos y ramas.

A nivel de las parcelas y territorios se observa, en general, una disminución y degradación de la capacidad de proveer servicios ecosistémicos de soporte a los procesos productivos, principalmente con relación a la salud del suelo y a la regulación de los procesos hídricos y microclimáticos.

### Riesgos para el sistema de producción y comercialización del café

- Reducción de la producción. Los fenómenos climáticos impactan sobre el cultivo y afectan el crecimiento de las plantas y la fenología.
- Irregularidad en la productividad. La pérdida de estacionalidad y los fenómenos climáticos producen cosechas escalonadas y variabilidad en la productividad.
- Disminución de la calidad. Se reduce la calidad física y de tasa debido a granos vanos y baja concentración de azúcar y nutrientes.
- Aumento de la necesidad de utilizar insumos. En periodos muy húmedos la incidencia de plagas y enfermedades se incrementa y los productores tienen que invertir más para controlarlas. En periodos muy secos los insumos (fertilizantes, foliares, fungicidas, insecticidas u otros) se incrementan cuando se requiere recuperar las plantas del estrés.
- Aumento de la necesidad de utilizar mano de obra. Se requiere de más mano de obra para la aplicación de los insumos, el control de plagas y enfermedades, y las cosechas dispersas.

### Otras consecuencias

También es importante considerar los impactos que no afectan directamente el sistema productivo pero sí las fases de transformación y comercialización, como:

- Disminución de la calidad. Las lluvias intensas y el alto nivel de humedad ambiental provocan que el café lavado se amarillee y pueda adquirir hongos debido a la falta de calor, perdiendo calidad en el secado.
- Daño en infraestructuras (carreteras). Las lluvias intensas provocan deslizamientos de tierra y barro, bloqueando las carreteras o formando cárcavas, lo que dificulta el acceso a las comunidades y a las fincas de los productores.
- Interrupción del transporte. El daño en las carreteras debido a los derrumbes interrumpe el transporte, aislando a las poblaciones e incrementando el tiempo de llegada a sus comunidades.

### Riesgos de impacto sobre los medios de vida de los productores

Dependiendo de la localización de las parcelas, de las características del sistema productivo y del nivel de aplicación de buenas prácticas, el impacto puede modificarse. También depende de la manifestación de los eventos climáticos que puede variar durante los años, determinando una gran variabilidad en la capacidad productiva (en términos de cantidad y calidad) del sistema.

En general, los productores cafetaleros se encuentran expuestos al riesgo que disminuya sensiblemente la rentabilidad. ¿Por qué?

- De mantenerse la misma cantidad de insumos, mano de obra e infraestructura, el nivel productivo y la calidad bajarían.
- Para mantener niveles productivos constantes es necesario invertir en insumos, mano de obra e infraestructuras adicionales. Como por ejemplo, para reducir el avance de las plagas y las enfermedades; lograr un buen crecimiento de frutos, maduración y calidad de los granos en el secado.
- Los costos de comercialización pueden aumentar debido a un aumento de los costos de transporte.

Como consecuencia, esto implica un riesgo de incremento del endeudamiento. Si los fenómenos climáticos reducen la productividad y la calidad de su café, la rentabilidad de su producción también se reduce. Por lo tanto, para que los productores puedan continuar produciendo tienen que solicitar préstamos o adelantos de cosecha de las empresas y de los intermediarios.

### Riesgos de impacto por zonas

Al planificar una intervención de apoyo a los productores en sus estrategias de adaptación del sistema de cultivo es importante considerar el grado de exposición a las diferentes manifestaciones climáticas tomando en cuenta su distribución e intensidad por zonas.

Tabla 3.5 Fenómenos por zonas. colores en relación a la intensidad

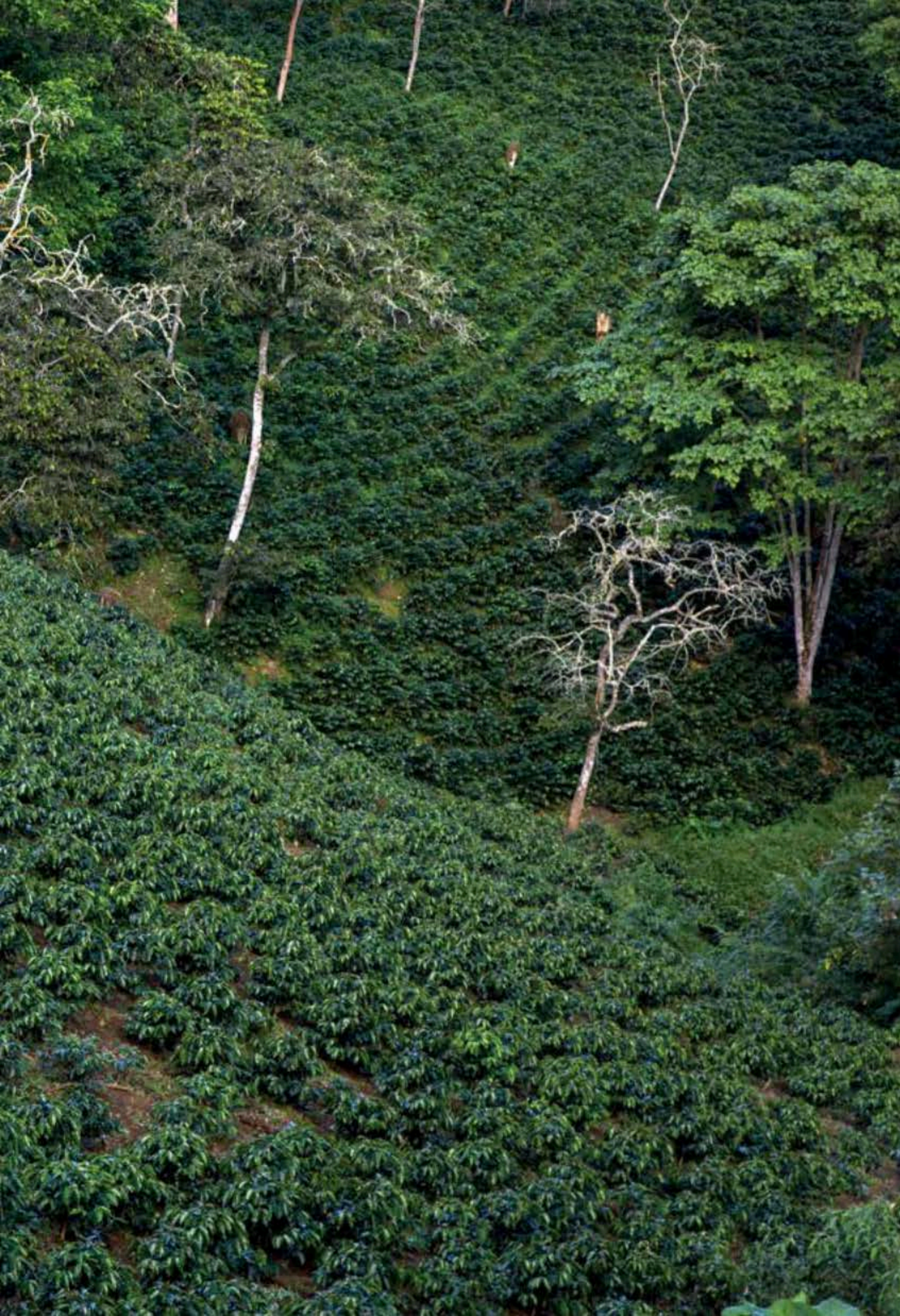
Fenómeno	Problemas		
	Zona Alta	Zona Media	Zona Baja
Lluvia intensa	Ataques severos de enfermedades y plagas intensas (ojo de pollo, roya, arañero).	Ataques de enfermedades (hongos-rancha, ojo de pollo).	Presencia de enfermedades y plagas (ojo de pollo, roya, arañero), amarilleamiento de hojas.
	Los frutos se dañan.	El grano de café no crece, se cae, sale mal; se reducen los rendimientos y la calidad.	Se caen los granos, se reducen los rendimientos y la calidad.
	Fuerte erosión de suelos y derrumbes en zonas con mayor pendiente.	Erosión y derrumbes en las zonas con mayor pendiente.	
	No se puede secar el café.		
Friajes	Fuerte quemado de hojas, caída de flores, los granos no cuajan, quemadura y caída de los frutos.	Fuerte quemado de hojas; los frutos se negrean y se caen; los granos no crecen (mayo y junio).	A veces los granos se queman y se caen al suelo. También, los granos maduros se quedan vanos.
	Fuerte ataque de ojo de pollo.		A veces el fruto el fruto no crece, la planta lo aborta y las hojas se caen.

Sequía	El grano de café no crece.	Lo rendimientos se reducen; los granos a veces se quedan pequeños y se caen.	Alta reducción de los rendimientos porque los granos de café no crecen y se caen de las ramas.
	Aumenta la presencia de broca.	Se incrementa la broca.	Fuerte aumento de las plagas (broca, cogollero, minador, arañero, ojo de gallo).
			Las plantas y el suelo se secan.
Vientos	Fuertes daños. Se rompen las ramas de los árboles y caen sobre las plantas de café, tumba el café.		
Temperatura	Se incrementa la temperatura.	Temperaturas muy altas afectan el llenado del grano y la maduración.	Altas temperaturas afectan severamente la floración y cuajado de los granos.

CAPÍTULO 4



**PRÁCTICAS Y  
TECNOLOGÍAS CSAC**



Este capítulo expone las diferentes prácticas básicas de manejo sostenible en la producción de café en el marco de las acciones de producción y mitigación adecuadas a las regiones nororientales del Perú.

Con la intención de adoptar aquellas prácticas que permitan mantener o mejorar el nivel de productividad y calidad y aumentar la resiliencia del cultivo, se hace especial énfasis en los sistemas agroforestales y su potencial en la producción de café, la conservación del medio ambiente y la adaptación al cambio climático.

Se busca ofrecer una mirada integral a las diferentes prácticas y tecnologías de caficultura sostenible y adaptada al clima (CSAC); sus posibilidades y limitaciones en distintos contextos:

- Utilización de variedades tradicionales y mejoradas.
- La agroforestería y los beneficios de las interacciones entre los árboles y el cultivo, así como el uso de la agroforestería multiestrato y los árboles como barreras vivas y demarcación de linderos.
- Otras prácticas y tecnologías a nivel de la parcela como: siembra contra la pendiente, desmalezado alto, coberturas y barreras, terrazas, microzonificación, drenes y zanjas, y riego y fertilización.
- Por último, se revisan algunas prácticas y tecnologías de cosecha y poscosecha como: cosecha selectiva, secadores solares y tratamiento de aguas mieles.



## Prácticas y tecnologías CSAC (Caficultura Sostenible Adaptada al Clima)

Para los cafetaleros que tienen que hacer frente a los impactos del cambio climático, el reto principal es mantener o mejorar el nivel de productividad y calidad y aumentar la resiliencia del cultivo. Esto significa transformar los sistemas productivos mediante la introducción de prácticas que reduzcan la sensibilidad del cultivo y al mismo tiempo minimicen las emisiones GEI. El principio de la agricultura sostenible y adaptada al clima aplicada al café, o Caficultura sostenible adaptada al clima (CSAC), se centra explícitamente en esos objetivos.

CSAC se enfoca en lograr un aumento de la productividad de manera sostenible y adaptada al cambio climático y reducir las emisiones GEI mejorando los sumideros. El principio es identificar y reducir las disyuntivas entendiendo las barreras y limitaciones de la implementación de cada práctica (trade-offs) y promover sinergias entre las prácticas integrando estos objetivos en la toma de decisiones.

El diseño y planeamiento de una intervención en el marco de la promoción de una caficultura sostenible y adaptada al clima, necesita contar con opciones de prácticas y tecnologías que permitan limitar el impacto de los eventos climáticos y sus consecuencias reduciendo la sensibilidad del cultivo. Esto es fundamental para mantener o aumentar los niveles de producción y mejorar la calidad del café. Estas prácticas, en lo

posible, deben también presentar cobeneficios en mitigación contribuyendo a reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> o almacenar carbono en los sumideros. En la Tabla 4.1 presentamos la matriz que describe el impacto de las prácticas en productividad, mitigación y adaptación al cambio climático.

Hemos visto cómo el nivel de impacto del cambio climático puede variar por zonas dependiendo de las características locales de exposición y de la intensidad de los eventos climáticos. También varía en relación a la sensibilidad del cultivo en la parcela. El café cultivado fuera de las condiciones agroclimáticas idóneas puede presentar condiciones de fuerte sensibilidad ante los eventos. Otra condición de sensibilidad del café se debe a la falta de o insuficiente aplicación de las prácticas de manejo necesarias.

Es muy importante para cada contexto identificar las principales amenazas relacionadas con los impactos del clima y la sensibilidad de los sistemas para poder identificar la intervención CSAC más eficaz. Esta puede constar de un conjunto de prácticas genéricas que localmente se adecuan a las necesidades de los productores y al contexto socioecológico local.

A continuación presentamos un listado de prácticas generales y tecnologías para la implementación de una caficultura sostenible y adaptada al clima. La aplicación de las prácticas de soporte para una caficultura sostenible es una condición imprescindible para reducir la sensibilidad del cultivo. Además, algunas de estas prácticas son capaces de contribuir a la reducción de las emisiones y mejora de los sumideros.

En los contextos donde el impacto del cambio climático es más intenso, estas prácticas necesitan complementarse con prácticas específicamente orientadas a reducir la sensibilidad y mejorar la capacidad de adaptación del sistema.

Tabla 4.1 Matriz de prácticas generales y tecnologías CSAC vs. impactos

PRÁCTICA/IMPACTO	SOPORTE DIRECTO AL CULTIVO				CONSERVACIÓN DEL SUELO	REGULACIÓN DEL MICRO-CLIMA				Control de Plagas y enfermedades	FERTILIDAD Y CICLO DE LOS NUTRIENTES		MITIGACIÓN	
	Regula las funciones fisiológicas de la planta (crecimiento)	Regula las funciones fisiológicas de la planta (fructificación)	Permite mantener cantidad y calidad	Protección del cultivo (reduce daño mecánico)	Control de la erosión y velocidad de escorrentía	Control de la circulación del aire (viento)	Regulación de la humedad del aire	Regulación de la temperatura del aire	Regulación de la temperatura del suelo		Mejora la fertilidad del suelo (N2)	Mejora el ciclo de los nutrientes	Aumenta el almacenamiento de Carbono	Reduce las emisiones
Agroforestería	A. Simple y multies-trado	✗	✗		✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗		✗	
	B. Barreras vivas	✗			✗	✗	✗			✗			✗	
	C. Linde-ros				✗	✗	✗						✗	
Siembra en contra de la pendiente					✗							✗		
Desmalezado alto	✗				✗					✗		✗		
Coberturas vivas de suelo	✗				✗						✗	✗	✗	
Barreras muertas					✗	✗								
Coberturas muertas					✗									
Terrazas	✗				✗									
Micro-zonificación														
Drenes, zanjas y acequias de drenaje	✗				✗									
Riego y fertirriego	✗	✗											✗	
Cosecha selectiva			✗											
Secadores solares			✗			✗	✗							
Tratamiento de aguas mieles														✗

## Prácticas básicas de manejo sostenible

En esta sección se presenta una breve descripción de las buenas prácticas de manejo que son las que pueden condicionar el estado sanitario del sistema productivo. Es importante, antes de definir una intervención con miras a la reducción del impacto del cambio climático, considerar si los productores ya están aplicando estas prácticas y cuáles son los resultados.

Las buenas prácticas de manejo se deben realizar luego de un diagnóstico adecuado de la parcela o de la finca y del sitio, para establecer un diseño adecuado a las condiciones del lugar y de los productores. Es de suma importancia planificar las actividades para organizar en el tiempo un buen calendario agrícola compatible con las otras actividades de la familia.

En la fase de establecimiento de una nueva parcela es necesario realizar una selección rigurosa de la variedad (utilizando variedades mejoradas para una producción resistente a plagas y enfermedades) y de la semilla. Para obtener plantas sanas y vigorosas se debe instalar un germinador y un vivero con características estándar y estar bien manejadas. Se debe identificar las especies arbóreas que se asociarán al cultivo del café (ver agroforestería), de modo que incrementen el nivel de diversidad dentro del sistema y contribuyan con la sombra, nutrición y otros servicios para mejorar las funciones en el agroecosistema. La fertilización se debe realizar de manera balanceada según los resultados de los análisis de suelo, la edad de la planta y la variedad. El control de las plagas y enfermedades se debe realizar a través de estrategias de manejo integrado de plagas y enfermedades (MIPE). Se tiene que hacer un manejo adecuado de las malezas para que no compitan con el cultivo, y realizar las podas para el rejuvenecimiento de las plantas. También se requiere realizar un buen manejo del beneficio poscosecha, el almacenamiento y el transporte para continuar manteniendo la calidad del café obtenido.

Tabla 4.2 Prácticas de manejo del cultivo de café

- |   |                                   |
|---|-----------------------------------|
| • Diagnóstico y planificación             | • Manejo integrado de plagas      |
| • Diseño del sistema                      | • Manejo de malezas               |
| • Selección de variedad                   | • Poda y tipos de poda            |
| • Selección de semilla                    | • Manejo y conservación de suelos |
| • Instalación de germinadores y viveros   | • Beneficio poscosecha            |
| • Elección y manejo de especies asociadas | • Almacenamiento                  |
| • Fertilización o abonamiento balanceado  | • Transporte                      |

Dependiendo de cómo se aplican, estas prácticas pueden contribuir de manera indirecta o directa a los procesos de adaptación y mitigación porque proponen un uso sostenible del suelo y de los insumos, y el mantenimiento de la capacidad productiva de las plantas reduciendo la necesidad de expandir el cultivo a nuevas áreas.

De particular importancia es la elección del sitio donde se renovarán o establecerán nuevos cafetales. Por ejemplo, establecer nuevos cafetales en áreas degradadas, pastos y purmas, permite por un lado evitar las emisiones por deforestación y, por otro, aumentar la biomasa de los reservorios de menor alcance. Las metas nacionales en mitigación (ver Capítulo 1) y los aspectos legales relacionados al de cambio de uso son de fundamental importancia para una producción sostenible, formal y en línea con las estrategias del país y de las regiones.

Es muy importante que un técnico conozca la estructura espacial de un territorio y la distribución de los diferentes componentes como la cobertura vegetal y los diferentes usos de la tierra, la red hidrológica, la topografía, la ubicación de los centros poblados y de las infraestructuras.

Al mismo tiempo, es importante reconocer si en el área considerada existen intervenciones que deberían ser prioritarias, como en el caso de una intervención agroforestal que mitigue el riesgo causado por una pendiente inestable, o contribuya a la conservación del agua, o a la restauración de un área degradada (por ejemplo, en el marco del Plan Nacional de Recuperación de las Áreas Degradadas que SERFOR está liderando).

Finalmente, es importante saber si en el área considerada está autorizado el cambio de uso y la conversión de bosques en cultivos, o cuáles son las pautas legales para obtener la autorización de la autoridad responsable. Esto se determina en relación con los documentos de zonificación forestal en las regiones en las cuales ha sido aprobada, o con la zonificación ecológica y económica (ZEE) o, simplemente con la clasificación de la Capacidad de Uso Mayor (CUM) (ver ZEE de la región).

## Utilización de variedades tradicionales y mejoradas

El café tiene variedades tradicionales cultivadas y variedades mejoradas o híbridos. Utilizar variedades mejoradas para incrementar la producción y la resistencia a plagas y enfermedades y a través de un manejo integrado de estas últimas, es una práctica de adaptación que permite aumentar el rendimiento y la calidad del café cultivado.

Para elegir una variedad o híbrido adecuado se debe tener en cuenta ciertos criterios de selección:

- Condiciones agroclimáticas con relación a la altitud. Las variedades tradicionales por su óptimo nivel de crecimiento y desarrollo pueden ser cultivadas en todos los rangos altitudinales (mencionados para café arábica). Los híbridos, para expresar un alto nivel de desarrollo en productividad y calidad de taza, se limitan a zonas medias y bajas (menor de 1500 m s. n. m.), debido a que han sido desarrollados en países centroamericanos y Brasil, donde las altitudes no superan los 1500 m s. n. m.

- Suelo. Los híbridos, por tener genes del híbrido Timor y provenientes de *Coffea Canephora* son más resistentes en suelos marginales, y también son más tolerantes a sequías prolongadas y a los nemátodos.

- Nivel de capacidad de manejo del productor. Los híbridos son más exigentes en nutrientes por lo que requieren un nivel alto de fertilización y de precisión.

- Origen de la semilla. Las variedades tradicionales pueden ser propagadas de plantas de la misma finca o de otras fincas. Los híbridos no se pueden propagar por semilla, sino que se deben comprar plántulas clonadas o adquirir semillas del cruzamiento F1 o H1.

- Procedencia de la semilla. El conocimiento sobre el comportamiento de la semilla en el lugar de procedencia nos da como referencia el nivel de crecimiento y desarrollo de la misma en las nuevas condiciones del lugar.

### Variedades tradicionales

Las variedades tradicionales son altamente susceptibles al clima, a plagas y enfermedades. Sin embargo, conservan sus características de alta calidad de taza, lo cual es muy apreciado en los mercados internacionales.

*Coffea arabica* representa el 100 % de la producción nacional y de esta se cultivan mayormente las variedades Typica, Bourbon, Caturra, Pache y Catimor (INIA, 2009). Cada variedad tiene sus propios requerimientos, cuyo conocimiento es necesario para implementar las prácticas de manejo adecuadas a la variedad en el contexto agroclimático en el cual se encuentra.



PLATE XI.—*Coffea arabica* (Coffee). (From *Journal of Experimental Pharmacology and Medical Botany*.)

Tabla 4.3 Variedades tradicionales de café en el Perú y sus principales características

Variedades tradicionales	Porte	Nivel de productividad	Principales características
Typica	Alto (3 m)	Medio a bajo	Es susceptible a la roya, tolerante al ojo de pollo y al minador. Resistente a condiciones adversas de baja fertilidad. Buena calidad de taza.
Bourbon	Alto (3m)	20 a 50 % más productiva que la variedad Typica	Se siembra a distanciamientos amplios. Es susceptible a la roya y la cercospora. Recomendado para zonas frías y de difícil maduración. Presenta poca resistencia al viento. Grano más pequeño que la Typica y tiene buena calidad de taza.
Caturra	Bajo, compacto (1.8 m)	Alto	Se cultiva de forma intensiva con plena exposición solar. Requiere podas productivas frecuentes, constante fertilización y suelos de buena fertilidad. Es muy susceptible a la roya y resistente al viento. Grano relativamente pequeño respecto la Typica.
Pache	(1.80 m)	Constante	Recomendado para suelos con buena fertilidad y para zonas de 1200 m s. n. m. Resistente al viento.

### Híbridos (variedades mejoradas)

Híbridos como el Mundo Novo, 'Catuaí' y Timor son reconocidos principalmente por su buena calidad de taza y por aportar características de resistencia a enfermedades y plagas.

Los híbridos resistentes a la roya *Hemileia Vastatrix* han sido creados a partir del híbrido Timor y la variedad Caturra. Estos híbridos son resistentes a la roya y alcanzan alta productividad, pero tienen altas demandas nutricionales y son más susceptibles al ojo de pollo. La calidad de taza de los híbridos resistentes es menor en zonas altas por encima de los 1500 m s. n. m.



Híbrido 'Catuaí'

Gráfico 4.1 Híbridos (variedades mejoradas) de cafés

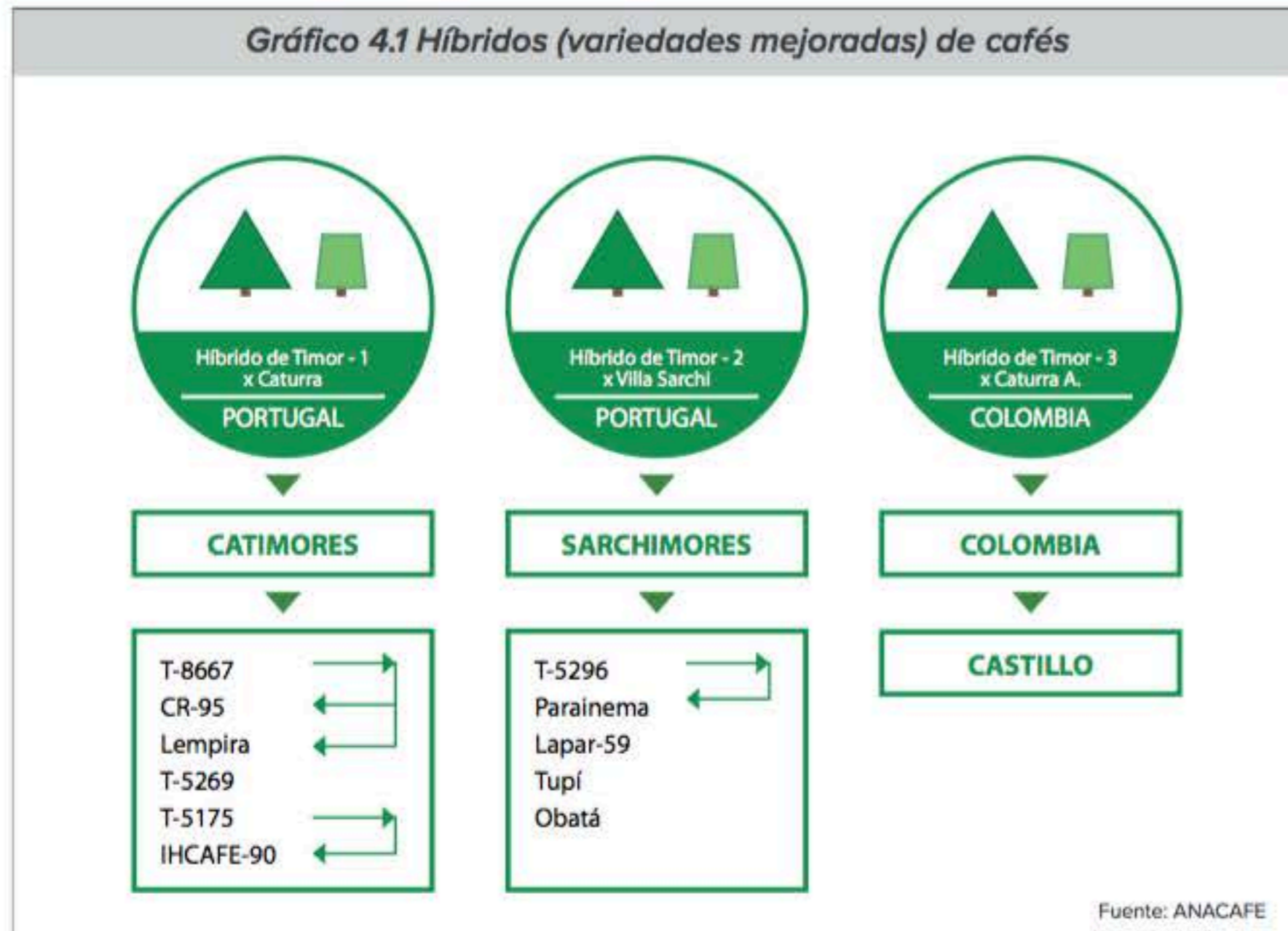


Tabla 4.4 Híbridos provenientes del cruce del híbrido Timor con la variedad Caturra y sus principales características

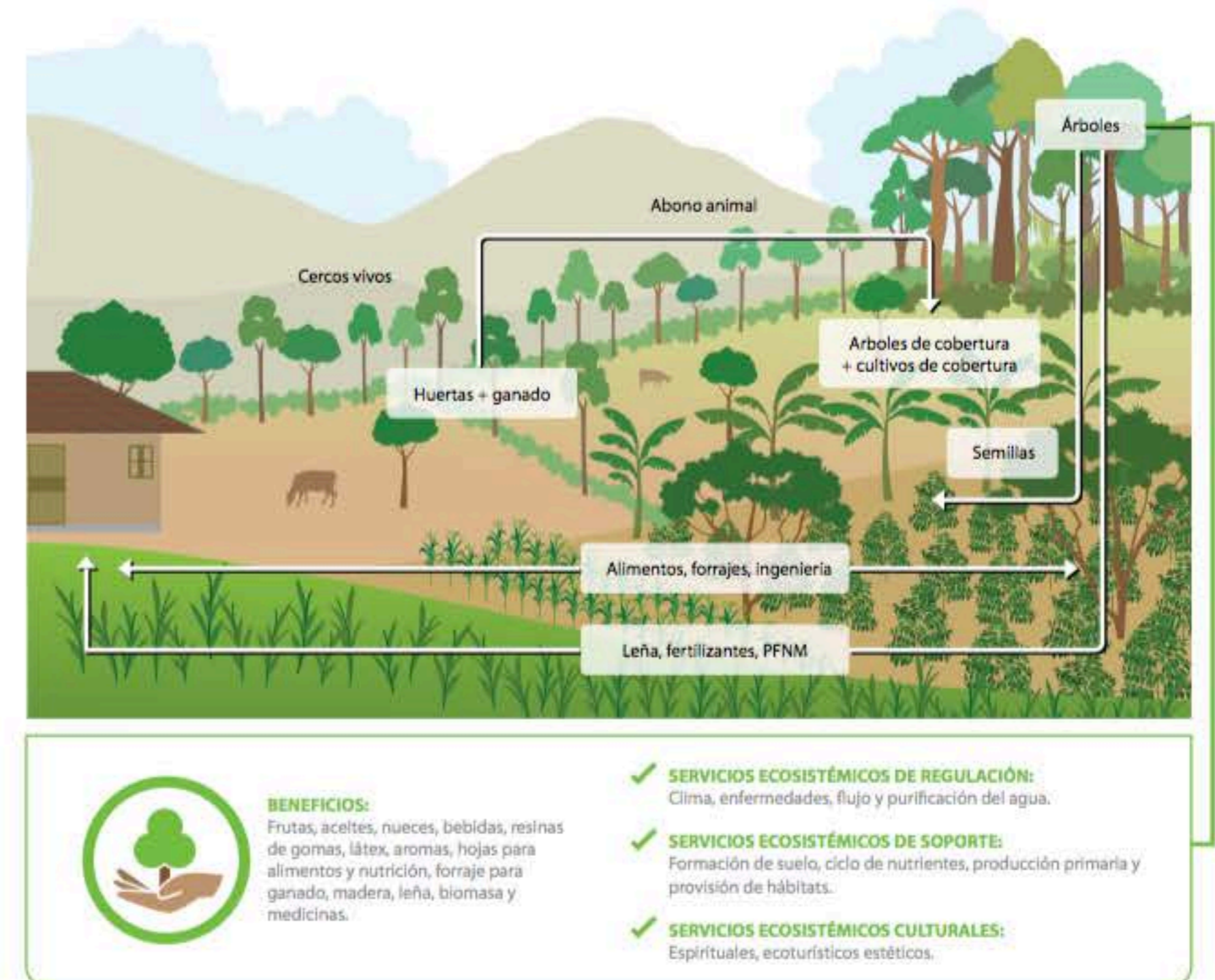
Híbridos	Características generales
Catimores	<ul style="list-style-type: none"> <li>• T-5269. De porte variable, vigor y producción media-alta. Bien adaptado a zonas de baja y media altitud con taza estándar.</li> <li>• T-5175. Con características de alto vigor y producción. Mala calidad de taza en zonas altas. En años de déficit de lluvia, presencia significativa de grano negro en zonas bajas. No se recomienda ampliar su área de cultivo.</li> <li>• T-8667 y variedades derivadas "Costa Rica 95" y "Lempira". Todos son de porte bajo homogéneo, vigor y producción alta. Se adaptan bien a zonas de media altitud y altura. Taza estándar o menos que estándar. Algunas plantas con roya.</li> </ul>
Colombia y Castillos regionales	Variedades resistentes a la roya. Alta productividad y excelente calidad de taza.
Sarchimores	Sarchimores IAPAR 59, TUPÍ, OBATÁ. Son variedades productivas y vigorosas.

## Agroforestería

### Beneficios de las interacciones entre los árboles y el cultivo

La agroforestería con café consiste en la asociación de especies arbóreas (forestales y frutales) con el cultivo, y su gestión para mejorar la productividad, rentabilidad, diversidad y sostenibilidad del sistema productivo y de los medios de vida de los productores. El café es una especie de sotobosque y, por lo tanto, es benéfica su asociación con árboles que proveen un adecuado nivel de sombra. Los beneficios agroecológicos de la agroforestería con café se basan en la interacción directa entre los árboles y el cultivo:

Gráfico 4.2 Agroforestería



- Los árboles actúan como barreras rompevientos; regulan la radiación solar y la temperatura, y disminuyen la demanda de agua reduciendo la evapotranspiración.
- Pueden favorecer el acceso del agua al cultivo y mejorar la humedad del suelo extrayéndola de una mayor profundidad.

- Los árboles también producen hojarasca que contribuye a conservar la humedad del suelo y lo protege de la erosión. Además, la hojarasca brinda al suelo materia orgánica y nutriente cuando se descompone.

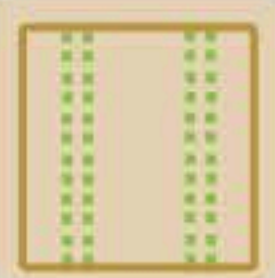


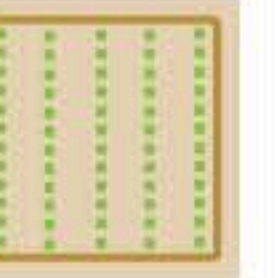

- En suelos con fuertes pendientes o laderas, las raíces de los árboles ayudan a minimizar el riesgo de erosión y contribuyen a su conservación, a la vez que incrementan el nivel de carbono del suelo. Los árboles de sombra también contribuyen de manera importante a la captura de dióxido de carbono de la atmósfera.

Gracias a las interacciones de los árboles con el cultivo, la agroforestería contribuye de manera positiva al incremento de la productividad de las parcelas, a la adaptación del sistema productivo y de los medios de vida del productor al cambio climático, a la mitigación de su impacto y al incremento de los sumideros de carbono.

### El manejo del espacio

Los árboles asociados pueden presentar diferentes arreglos espaciales (Figura 2) y esta combinación provee el aumento y la diversificación de la producción que garantiza la sostenibilidad y el fortalecimiento del desarrollo social y económico de las familias cafetaleras.

**Gráfico 4.3 Arreglos espaciales**

Barreras rompevientos	Árboles plantados en tres bolillos	Árboles plantados al cuadrado	Cultivos en callejones	Barreras protectoras de ríos y fuentes
				
Barreras de protección en el interior de la parcela para regular la circulación del viento.	Los árboles se encuentran a una distancia regular de los vértices de un triángulo ideal	Los árboles se encuentran a una distancia regular de los vértices de un cuadrado.	Los árboles se encuentran en líneas o surcos con separaciones entre cada línea. En los callejones se cultiva el café.	Los árboles se colocan para preservar la cantidad y calidad del agua.






Fuente: Adaptado de Farfán (2012, p. 25-26)

### Agroforestería simple y multi-estratos

La agroforestería es una práctica que se aplica asociando cultivos con árboles, en los sistemas de café existen diversos tipos de arreglos espaciales, donde el componente arbóreo forma un piso superior. La cubierta de la copas de los árboles varía desde muy abierta o muy cerrada, también la disposición o estratificación vertical de los componentes puede ser simple o estar dispuesta en varios estratos (multi-estratos).

Existen diferentes terminologías empleadas para definir un sistema de producción de café bajo sombra. A continuación, se presenta un ejemplo adaptado de Centroamérica para los distintos tipos de manejo (Perfecto et al, 2005).

**Gráfico 4.4 Tipologías de sistemas de producción**

TIPO	FIGURA	TIPO DE MANEJO	% DE SOMBRA
Rústico extractivista		Rústico	71-100
Complejo multi-estratos		Tradicional policultivo	41-70
Simple multi-estratos		Comercial policultivo	31-40
		Monocultivo con sombra	10-30
Sin sombra		Monocultivo sin sombra	0

Fuente: Adaptado de Perfecto et al. (2005, p.438).

## El manejo de la sombra

El manejo de la sombra en la agroforestería tradicional es el manejo del componente arbóreo de la asociación agroforestal, esencial para maximizar el beneficio de la adaptación de los árboles. Entender cómo se puede manejar la sombra es fundamental para establecer una nueva parcela agroforestal, o para convertir un cultivo sin sombra en sistema agroforestal. Manejar la sombra incluye la definición de:

- El porcentaje de sombra adecuado.
- El número de especies arbóreas.
- El arreglo espacial horizontal y vertical de cultivo/árbol.
- Los árboles de sombra deben manejarse como un cultivo más y, por lo tanto, requieren de cuidado constante.

El manejo de los árboles es parte importante de las prácticas agroforestales. Algunas especies necesitan ser podadas. Otras, mantienen de manera natural una sombra clara y una buena filtración; presentan pocas ramas (pequeñas y/o orientadas verticalmente), y pueden mantener o perder sus hojas parcial o totalmente durante periodos favorables a la maduración del cultivo.

Puede ser que el costo por mano de obra adicional o conocimiento técnico para manejar la especie sea elevado y que el productor no pueda mantener el nivel de inversión a mediano y largo plazo. Si no se dispone de mano de obra ni de conocimientos prácticos para ello, o si los agricultores están ocupados atendiendo otras necesidades productivas de la finca, los árboles pueden no aportar los beneficios deseados. La agroforestería implica una amplia gama de especies de árboles que están conservados, regenerados, plantados y manejados, que interactúan con el café.

En el Perú existe un gran número de especies arbóreas con potencial para ser empleadas en asociación con cultivos perennes en los diferentes contextos agroecológicos de la selva baja (por debajo de 400 m s. n. m.), la selva alta (entre 400 y 1000 m s. n. m.) y la yunga (entre 1000 y 2500 m s. n. m.) (Robiglio et al, 2015). Sin embargo, para la gran mayoría de estas especies no existe suficiente información sobre las características, usos, rendimientos y técnicas de establecimiento y manejo en agroforestería.

Tabla 4.5 ¿Cuáles son las mejores especies?

- Las que tienen un sistema radical fuerte, profundo, que no se desarrolla en el mismo espacio que las raíces del café\*.
- Las que no compiten por nutrientes y, en especial, por los mismos nutrientes y en las mismas cantidades que el café\*.
- Las que fijan nitrógeno.
- Las que producen abundante biomasa y tienden a aumentar la materia orgánica del suelo gracias a la descomposición de hojas y ramas.
- Las que pueden convivir con otras especies (sombra mixta o estratificada).
- Las que dejan pasar una buena cantidad de luz. Es decir, de sombra rara.
- Las que aportan beneficios económicos adicionales como producción de madera, leña y forraje.
- Las que presentan resistencia o baja susceptibilidad a plagas y enfermedades y no son huéspedes de plagas o enfermedades del cultivo principal.

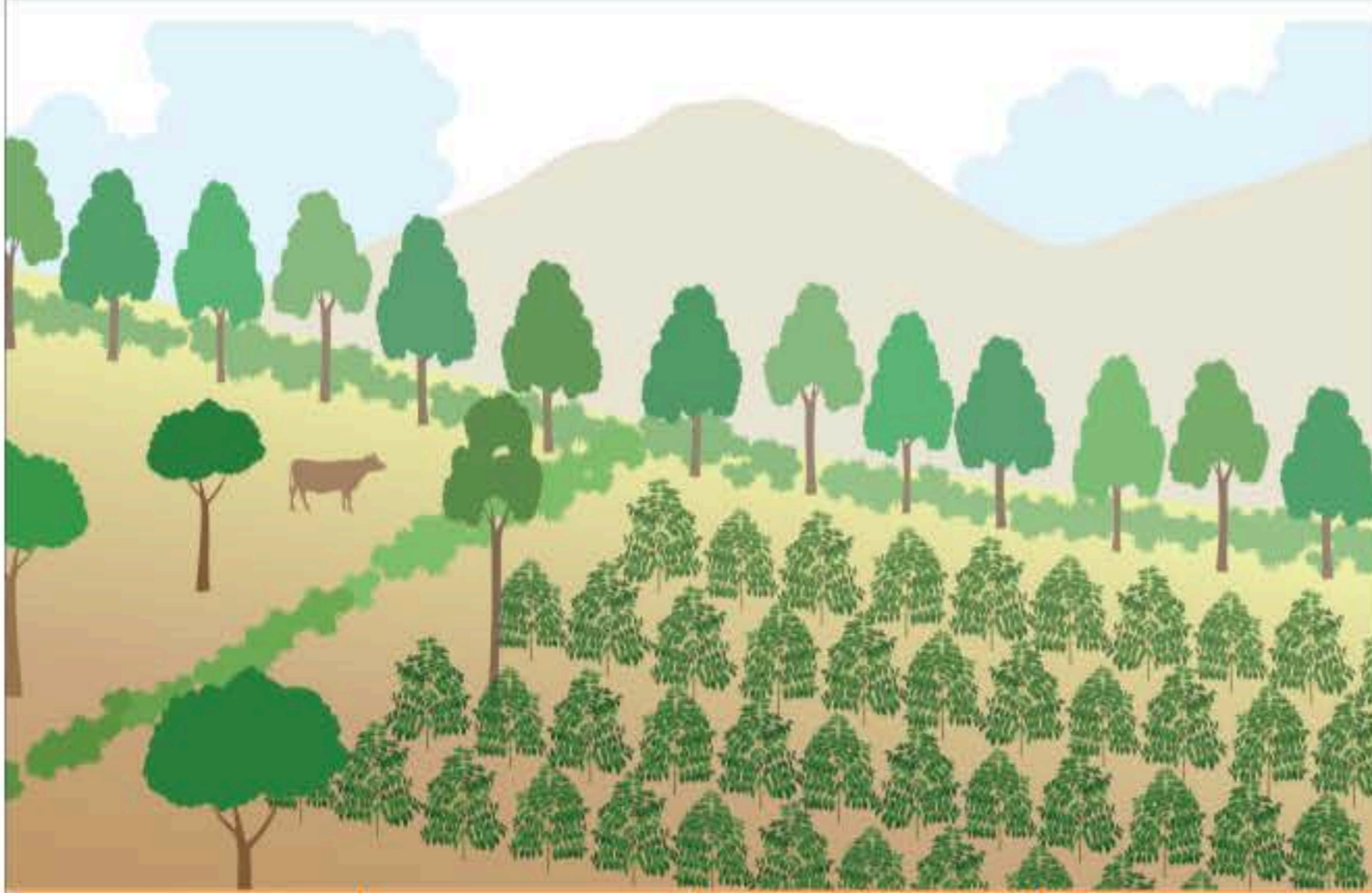
\*La importancia de esto va a depender del arreglo espacial.

Gráfico 4.5 Barreras vivas arbóreas o arbustivas



Descripción	Funciones	Criterios	Limitaciones
Serie de hileras de árboles o arbustos con crecimiento denso, sembrados contra la pendiente y dispuestos de tal forma que permiten reducir la velocidad del viento.	Disminuir la erosión debido a la reducción de la velocidad de escorrentía. Dependiendo de las especies utilizadas y del arreglo espacial, pueden también contribuir a la reducción de la erosión eólica, a la conservación del suelo gracias al sistema radicular y a reducir la entrada de enfermedades. También contribuye a la mitigación aumentando el carbono almacenado.	Cuando se dan lluvias intensas asociadas con vientos fuertes y en sitios de pendiente >15 %.	Costos de establecimiento y mantenimiento.

Gráfico 4.6 Linderos



**Descripción**

Combinación de árboles o arbustos en los bordes de las parcelas, dispuestos de tal forma que permiten reducir la velocidad del viento.

**Funciones**

Disminuir la pérdida de suelos debido a que interceptan el agua de la lluvia reduciendo su velocidad. Contribuyen a la reducción de la erosión eólica, así como al almacenamiento del carbono.

**Criterios**

Criterios. Cuando se dan lluvias intensas asociadas con vientos fuertes y en sitios de pendiente >15%.

**Limitaciones**

Costos de establecimiento y mantenimiento.

Otras prácticas y tecnologías a nivel parcelario

Gráfico 4.7 Siembra contra la pendiente



**Descripción**

Esta práctica consiste en sembrar los cafetos siguiendo las curvas de nivel y distribuidos a tres bolillos, con las hileras en contra de la pendiente.

**Funciones**

Control de la erosión y reducción de la velocidad de la escorrentía superficial, regulación hídrica en el suelo y mejora del ciclo de nutrientes.

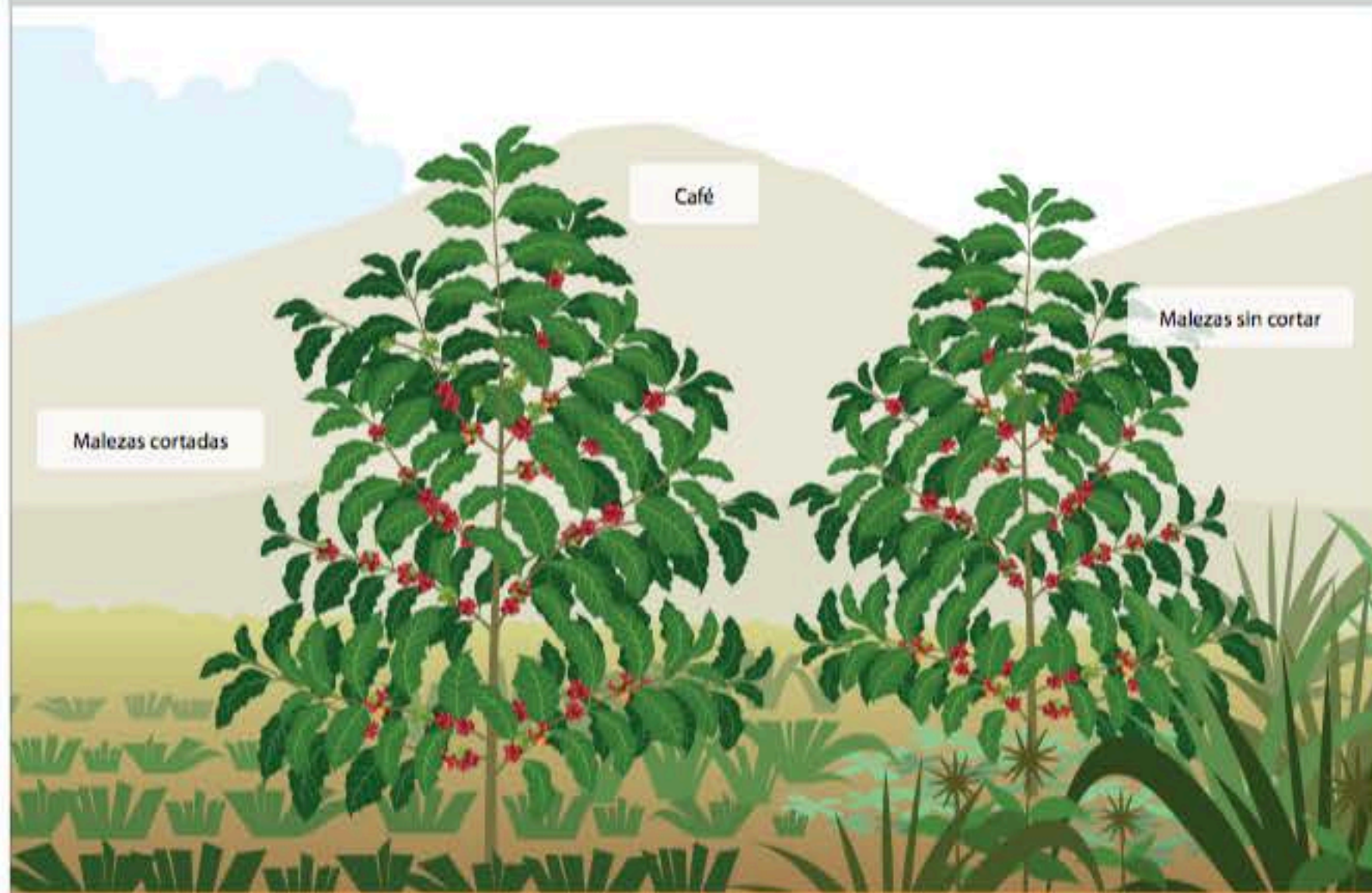
**Criterios**

Se requiere cuando los terrenos tienen pendientes mayores al 15 % y las lluvias son intensas.

**Limitaciones**

Alto costo de mano de obra en implementación. Necesidad de mano de obra calificada para hacer el trazo a curvas de nivel y necesidad de asesoramiento técnico.

Gráfico 4.8 Desmalezado alto



**Descripción**

Es un desmalezado que mantiene un mínimo de cobertura, debido a que las malezas son cortadas a unos centímetros del suelo, sin arrancarlas totalmente. El corte se hace teniendo en cuenta la precipitación, la textura y la topografía del suelo.

**Funciones**

Control de la erosión y reducción de la velocidad de la escorrentía superficial, regulación hídrica y regulación de la temperatura del suelo, mejorar el ciclo de nutrientes y ayudar en el control de plagas y enfermedades.

**Criterios**

Se realiza antes de la floración de las malezas y de la producción de semillas.

**Limitaciones**

Alto costo de oportunidad en comparación con los herbicidas.

Gráfico 4.9 Coberturas vivas de suelos



**Descripción**

Consiste en usar plantas para cubrir el suelo de los callejones y alrededor de las plantas de café. La siembra se realiza en líneas continuas.

**Funciones**

Proteger los suelos de la erosión y recuperar o mantener la fertilidad de los mismos.

**Criterios**

Suelos arenosos, zonas con lluvias intensas, sequías y altas temperaturas.

**Limitaciones**

Altos costos por la necesidad de un control constante de la cobertura.

Gráfico 4.10 Barreras muertas



**Descripción**

Materiales inertes (muros de piedra, troncos, ramas o rastrojos) colocados siguiendo las curvas de nivel y en contra de la pendiente.

**Funciones**

Evitar la erosión y reducir la velocidad del agua de escorrentía, lo que mejora la función de regulación hídrica en el suelo.

**Criterios**

Zonas con alta intensidad de lluvias, suelos con pendientes mayores a 15 %, suelos arcillosos y arenosos, y cafetales con bajo porcentaje de sombra.

**Limitaciones**

Alto costo de implementación.

Gráfico 4.11 Coberturas muertas



**Descripción**

Utilización de los residuos provenientes de las podas, desyerbas, recalces, zoqueos y desperdicios de cosecha que se dejan para la protección del suelo en los callejones del cafetal (Mulch).

**Funciones**

Control de la erosión y regulación hídrica en el suelo.

**Criterios**

Zonas con fuertes sequías, altas temperaturas. Suelos arenosos y suelos con bajo contenido de materia orgánica.

**Limitaciones**

Necesidad de mano de obra.

Gráfico 4.12 Terrazas



**Descripción**

Terraplenes formados en los surcos de siembra, contruidos en contra de la pendiente. La infraestructura permite sembrar las plantas de café perpendiculares al suelo y le aseguran un buen anclaje de las raíces.

**Funciones**

Control de la erosión y reducción de la velocidad de la escorrentía superficial, contribuyen a regular la temperatura y el agua del suelo, y mejoran las funciones fisiológicas de la planta durante el crecimiento.

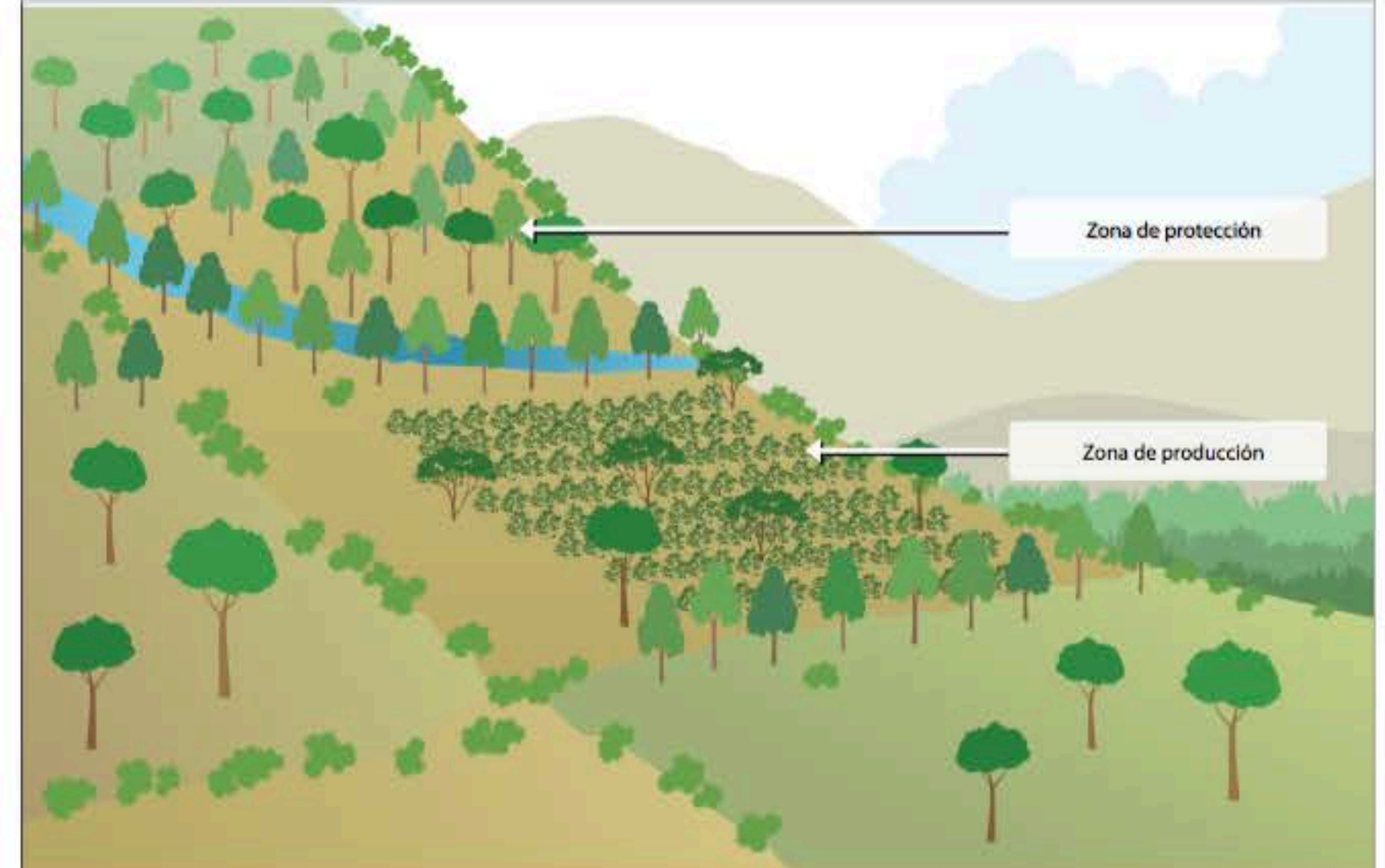
**Criterios**

Realizar en suelos con pendientes mayores a 20 %.

**Limitaciones**

Alto costo de mano de obra.

Gráfico 4.13 Micro-zonificación



**Descripción**

Implica identificar puntos donde se puede mantener la vegetación y otros donde es necesario aumentar la cobertura con la asociación con árboles y con otras medias de conservación (como instalación de sombra y coberturas vivas). Es importante la preservación y la instalación de zonas arboladas alrededor de los ríos y fuentes para la preservación de la calidad y cantidad de agua en el tiempo.

**Funciones**

Controlar la erosión y circulación del viento.

**Criterios**

Suelos con pendientes mayores a 30 %; zonas con vientos fuertes y lluvias intensas.

**Limitaciones**

No se evidencian.

Gráfico 4.14 Drenaje e infiltración



**Descripción**

Canales para retirar el exceso de agua de lluvia que llega al suelo del cafetal o para infiltrarlo. De acuerdo a la cantidad de lluvia que llega al suelo del cafetal se pueden construir acequias a desnivel, acequias a nivel o zanjas de drenaje. Al depender de la pendiente: a mayor pendiente, más ancha la zanja.

**Funciones**

Mejorar las funciones fisiológicas de la planta (crecimiento). Controlar la erosión y la reducción de la velocidad de la escorrentía superficial. Regular la temperatura y la cantidad de agua en el suelo.

**Criterios**

En zonas con lluvias intensas.

**Limitaciones**

Alto costo de mano de obra y asistencia técnica de calidad.

Gráfico 4.15 Riego por aspersión y fertirriego



**Descripción**

Los sistemas de riego conducen el agua a través de tuberías para proveer de agua adicional a las plantas de café, además del agua de las lluvias, y así contribuir en el crecimiento y desarrollo de las mismas. El riego por aspersión simula la lluvia. El fertirriego se realiza a través del goteo de mangueras o cintas de riego, y permite regar al mismo tiempo que fertilizar las plantas.

**Funciones**

Mejorar las funciones fisiológicas de la planta (crecimiento, fructificación). Regular la temperatura y el agua en el suelo. Mejorar el ciclo de nutrientes.

**Criterios**

En zonas con problemas de sequías y altas temperaturas.

**Limitaciones**

Necesidad de mano de obra calificada y costo de la infraestructura.

## Prácticas y tecnologías de cosecha y poscosecha

Gráfico 4.16 Cosecha selectiva



**Descripción**

Consiste en cosechar los frutos en forma escalonada, siguiendo su proceso de maduración.

**Funciones**

Sirve para adaptarse a las consecuencias de las floraciones irregulares, maximizar la recolección de frutos maduros y asegurar la calidad física y de taza del café cosechado.

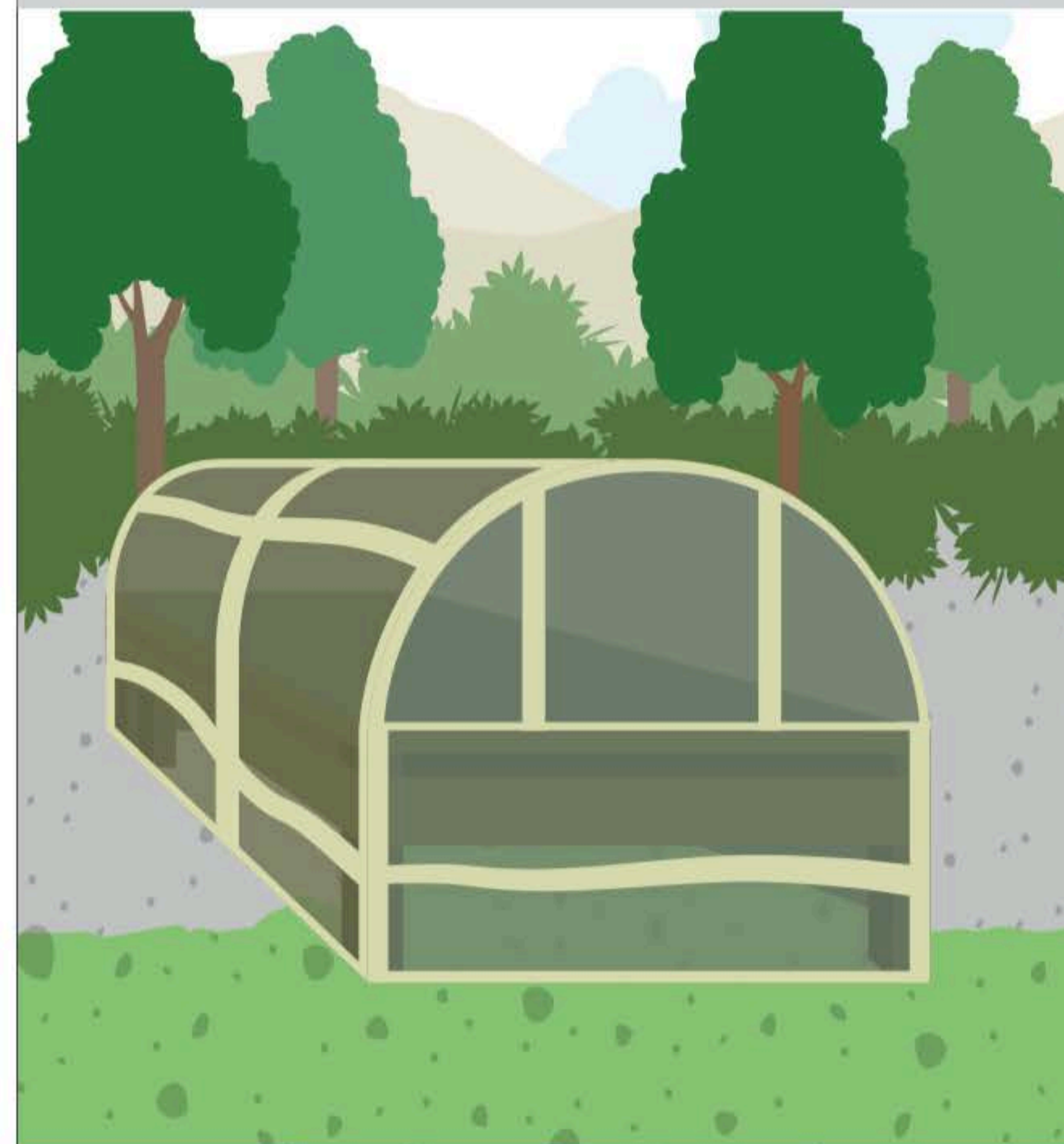
**Criterios**

Cuando se dan lluvias dispersas o lluvias intensas que determinan la floración irregular.

**Limitaciones**

Necesidad de personal permanente para la cosecha.

Gráfico 4.17 Secadores solares



**Descripción**

Infraestructuras diseñadas para realizar el secado de café pergamino húmedo. Estas infraestructuras utilizan la radiación solar y el viento para secar el café, con la circulación del aire caliente que ingresa, facilitando el secado.

**Funciones**

Mantener la cantidad y calidad de café. Controlar la circulación del aire. Regular la humedad del aire.

**Criterios**

En zonas con lluvias muy intensas.

**Limitaciones**

Alto costo de la infraestructura y asistencia

Gráfico 4.18 Tratamiento de aguas mieles



**Descripción**

Infraestructura de pozas construidas para realizar la descontaminación de las aguas mieles, provenientes del despulpado, desmucilaginado y lavado del café. Filtran y decantan los residuos contaminantes del agua.

**Funciones**

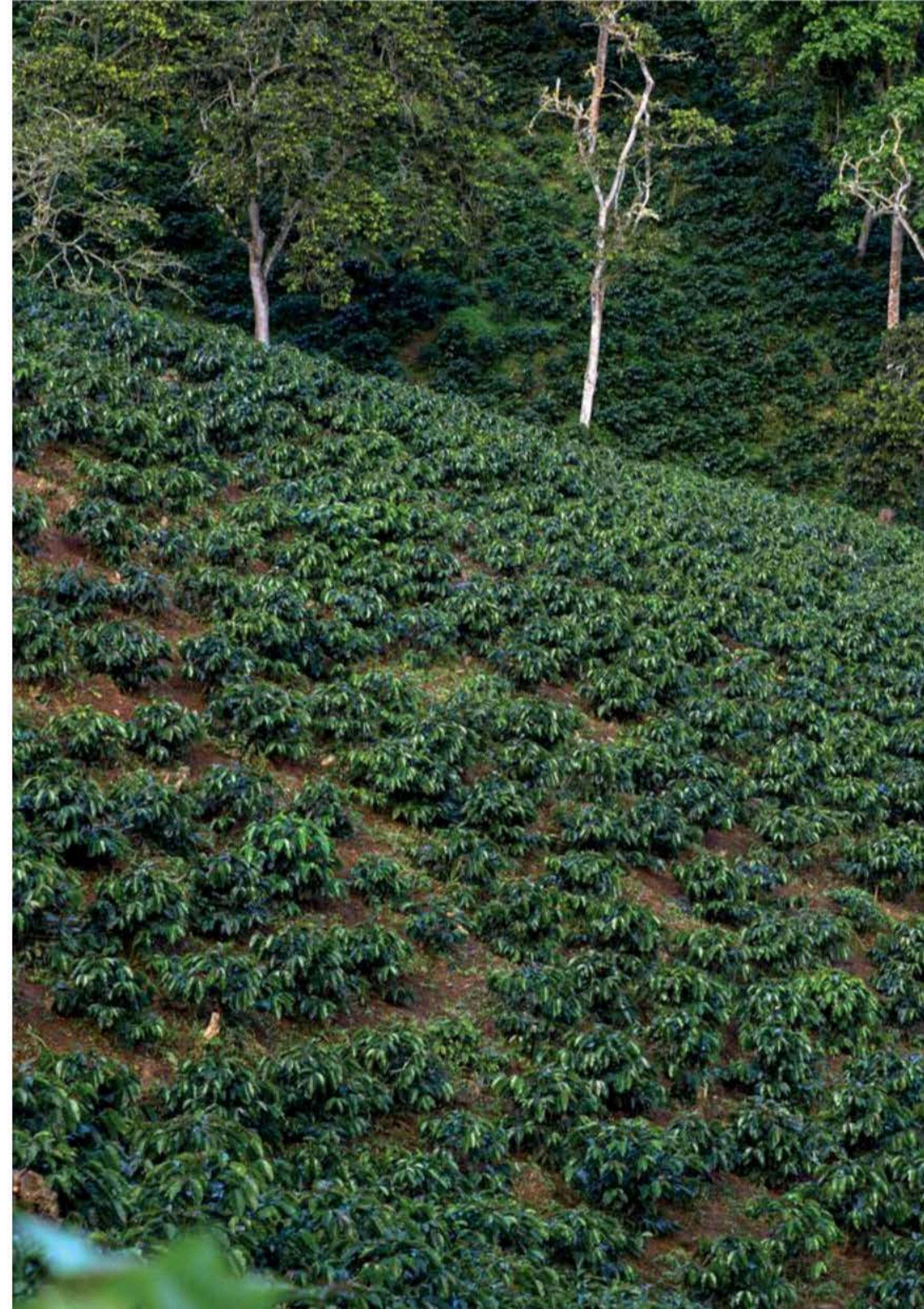
Reducir las emisiones de metano y otros gases de efecto invernadero. Evitar contaminación del agua y suelo.

**Criterios**

En zonas productoras de café.

**Limitaciones**

Alto costo de infraestructura y asistencia técnica especializada



CAPÍTULO 5



**LA INTEGRACIÓN DE  
PRÁCTICAS CSAC  
EN EL SISTEMA  
DE MANEJO Y LA  
POSCOSECHA**



## Planificar la implementación de prácticas CSAC

Para poder reducir el impacto del cambio climático y mitigar sus efectos sobre la producción de café es importante integrar las prácticas y tecnologías presentadas en el capítulo precedente. La oportunidad de integrar una práctica, o un conjunto de ellas, depende del contexto agroecológico local y de los riesgos e impactos de los eventos relacionados con el cambio climático, a los cuales los productores se encuentran expuestos. En un contexto determinado, por ejemplo en una zona altitudinal definida, las prácticas propuestas tienen que responder a las características de sensibilidad del sistema productivo en el momento de la evaluación, a las condiciones socio económicas de los productores, a sus necesidades y a su capacidad de integrar nuevas prácticas en sus actividades de manejo y poscosecha.

Para integrar las prácticas CSAC de manera adecuada y eficaz es indispensable iniciar con un diagnóstico del contexto agroecológico y socio económico local, y de los problemas que los productores están enfrentando bajo las condiciones actuales y las que tendrán que enfrentar en el futuro. La información relacionada con las zonas altitudinales y su exposición e impacto futuro van a ser muy útiles en este ejercicio. Esta información va a determinar la necesidad de adaptación; como por ejemplo, el alcance de las estrategias de adaptación que el productor tiene que adoptar. Además, la información sobre el contexto local va a establecer si hay oportunidades de reducción de emisiones; por ejemplo, por reducción de las prácticas de cambio de uso y deforestación, o incremento de sumideros de carbono a través de la adopción de prácticas agroforestales.

El nivel de apoyo que el productor va a necesitar para la implementación de su estrategia va a depender del nivel de exposición, del impacto del cambio climático y de sus capacidades. En el diagnóstico (que se puede hacer de manera participativa con organizaciones de productores o a nivel de centro poblado, comunidades o micro-cuencas) es importante tomar en cuenta lo que los productores perciben, las prácticas CSAC que ellos ya están implementando, la valoración de los saberes locales, los factores de éxito en la implementación de estas prácticas y su posible escalamiento. La implementación de CSAC necesita tomar en cuenta el contexto institucional, legal y político de los territorios en los cuales se pretende intervenir. Además, aspectos vinculados a los costos y disponibilidad de mano de obra, así como al acceso a créditos y financiamientos, que muchas veces son barreras importantes en la implementación de las prácticas.

## Diagnóstico de sensibilidad y capacidad de adaptación

Al planificar las intervenciones CSAC se tiene que tomar en cuenta la capacidad del productor para implementar las nuevas prácticas. Esto se evalúa en relación con el análisis de su perfil a partir de un diagnóstico de sensibilidad y capacidad de adapta-

ción. El diagnóstico debe proveer información sobre las condiciones actuales del cultivo y de la finca del productor, los riesgos vinculados al cambio climático, los recursos con los que el productor cuenta y las características del sitio en el cual opera. A partir de esto se puede diseñar una intervención CSAC adecuada.

El enfoque propuesto se basa en el análisis de las “capacidades” del productor (Rogbiglio et al., 2017), que reconoce que los productores se ven afectados por el cambio climático de diferentes maneras (sensibilidad) y tienen diferentes capacidades para actuar, comprometerse, adaptarse y transformar sus sistemas de cultivo (capacidad de adaptación). Analizando los recursos de un productor se puede estimar el impacto que el cambio climático va a tener sobre estos recursos e identificar la forma en la que se puede utilizar un recurso para hacer frente a los retos relacionados con estos impactos en el corto plazo, así como prepararse para enfrentar problemas en un futuro más lejano. El enfoque de capacidades hace referencia al enfoque de Medios de vida sostenibles (MVS), que considera los siguientes aspectos:

**Capital natural.** Abarca los recursos naturales de la finca como la calidad del suelo y el acceso al agua, aspectos topográficos como la orientación y la pendiente, la cubierta vegetal, y otros componentes naturales.

**Capital humano.** Abarca las capacidades de los productores en el manejo de la finca, como por ejemplo, el nivel de educación y de experiencia, la actitud, la cultura.

**Capital social.** Abarca las redes sociales, familiares y de trabajo, y la pertenencia a organizaciones y asociaciones.

**Capital financiero.** Incluye las fuentes de ingresos y el acceso a sistemas financieros locales (en el caso del crédito, corresponde a la disponibilidad de garantías), los ahorros, el capital de trabajo y la capacidad de inversión.

**Capital físico.** Incluye el patrimonio del productor como inmuebles, maquinarias, herramientas y otros recursos productivos.

Gráfico 5.1 Enfoque de capacidades



Aplicando el enfoque de MVS, la capacidad de un productor depende de sus activos y recursos (natural, financiero, social, humano y físico) así como de su aptitud y conocimiento. Una de las características más importantes de este enfoque es que va más allá de la visión financiera. Permite integrar aspectos ambientales vinculándose al riesgo ambiental, social y financiero, de manera que resulta ideal para analizar la sensibilidad y el potencial de los productores en el marco de adopción de prácticas CSAC.

### Evaluación de la sensibilidad del productor

En el estudio del impacto del cambio climático sobre la cadena de valor se identificaron indicadores del estado de los recursos del productor y su familia, y del impacto directo o indirecto que está habiendo.

**Recurso natural.** Regularidad, en el tiempo, de los niveles productivos y de la calidad del café (una alta productividad y calidad mantenida a través del tiempo muestra un bajo nivel de sensibilidad del sistema de café); de la calidad de los suelos y la disponibilidad de agua; de la capacidad de respuesta ante los eventos climáticos pasados y el impacto de las plagas y enfermedades.

**Recurso humano.** La salud y las enfermedades relacionadas con fenómenos climáticos que hayan afectado a la familia, como incremento de bronquitis, asma y otros. También es indispensable conocer el nivel de seguridad alimentaria de la familia.

**Recurso físico.** La accesibilidad y transporte desde la finca a los centros poblados más cercanos y centros de acopio del café es muy importantes para el acceso a insumos como fertilizantes, semillas, herramientas, así como para el transporte de la familia y de sus productos comerciables.

**Recurso financiero.** El impacto potencial sobre los ingresos. Cuando las familias son más dependientes del ingreso por la venta del café, son más sensibles que las familias que diversifican con otras actividades y tienen varios ingresos.

### Evaluación de la capacidad de adaptación

La capacidad de adaptación presenta múltiples niveles. Los indicadores identificados para conocer el nivel de capacidad de adaptación de los sistemas y de las familias son:

**Recurso natural.** Las características de los cafetales (en cuanto a calidad del suelo, acceso al agua, utilización de semillas de calidad; aplicación de buenas prácticas de establecimiento, manejo y administración de los costos de producción; implementación de sistemas agroforestales) y la composición de la finca (implementación de acciones de adaptación, tierras disponibles como bosques residuales por conservar o purmas por mejorar).

**Recurso humano.** Nivel de conocimiento sobre los impactos del cambio climático y nivel de acceso a la información.

**Recurso físico.** Calidad de la infraestructura por los procesos de poscosecha.

**Recurso financiero.** Acceso a créditos y diversificación de ingresos.

### Planificación para la adopción de prácticas CSAC

La planificación para la adopción de prácticas CSAC incluye criterios para hacer recomendaciones al productor con base en el diagnóstico de sensibilidad y capacidad de adaptación. Las etapas fundamentales en la planificación del proceso de integración de las prácticas CSAC incluyen:

- Análisis de los resultados del diagnóstico.
- Planteamiento del problema o de los problemas climáticos.
- Identificación de los eventos climáticos y sus riesgos con relación a las zonas y a la temporada (lluvias intensas, sequías, friajes, otros), como al impacto que tienen y al plazo en el cual se van a manifestar.
- Planteamiento de las prácticas CSAC (individuales o en conjunto) por implementar a corto, mediano y largo plazo para responder a los fenómenos climáticos.
- Toma de decisiones para la planificación de actividades de implementación. Los productores pueden desarrollar sus calendarios de actividades para el año o para más tiempo (5, 10, 15, 20 años).

Existen limitaciones para la implementación de algunas prácticas (ver capítulo 4) relacionadas con las capacidades del productor para implementarlas. Por ello, es indispensable planificar y prepararse para la implementación de las actividades necesarias (por ejemplo buscar financiamiento, capacitarse, informarse). Se tiene que verificar y monitorear el avance de las metas, tratando de que la planificación sea flexible y adaptable para el productor.

### Planteamiento de las prácticas CSAC

- 1) Análisis de resultados del diagnóstico.
  - Sensibilidad. Con base en el estado de los recursos y tipo de sistema de café.
  - Capacidad de adaptación. Con base en el estado de los recursos y en la capacidad de implementación (por ejemplo, tamaño de la finca).
- 2) Fenómenos climáticos (exposición con relación a zonas altitudinales y topografía).
  - Eventos: lluvias intensas, sequías, vientos fuertes, friajes, altas temperaturas. Distribución a lo largo del año.

### 3) Implementación de prácticas CSAC por periodos.

#### A corto plazo:

- Selección de la variedad y de la semilla según el clima del lugar y los escenarios de CC, las tecnologías adoptadas y los recursos disponibles (por nuevas parcelas).
- Microzonificación de la parcela según la pendiente de la parcela.
- Siembra en contra de la pendiente a curvas de nivel y tres bolillos, dependiendo de la pendiente de la parcela.
- Agroforestería.
- Instalación de terrazas antes de la siembra, dependiendo de la pendiente de la parcela.

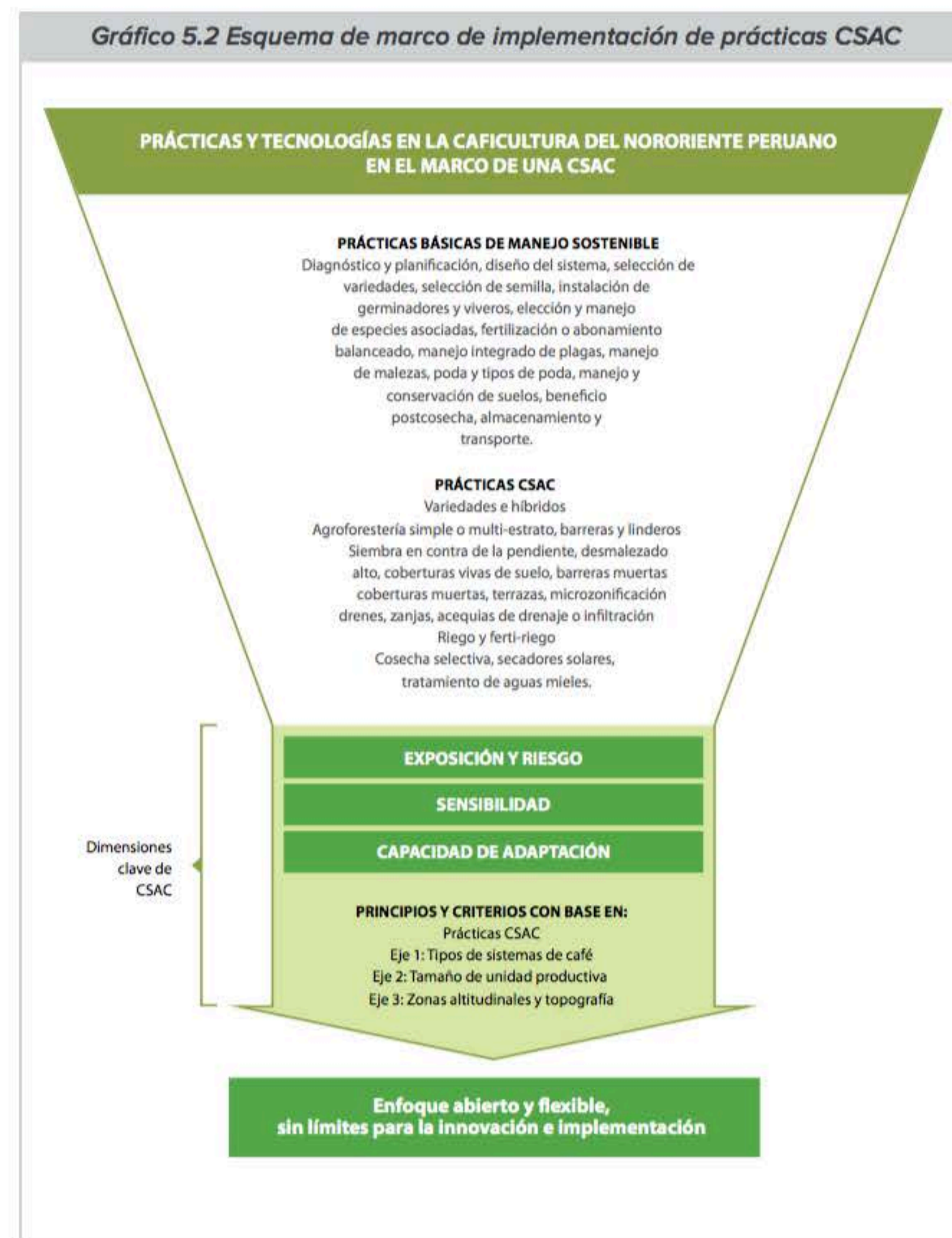
#### A mediano plazo:

- Cobertura viva o muerta.
- Barreras vivas o muertas.
- Drenes, zanjas o acequias de drenaje, dependiendo de la pendiente y el nivel de lluvias.
- Riego o fertirriego.
- Tratamiento de aguas mieles.

#### A largo plazo:

- Agroforestería.
- Terrazas.
- Zanjas de drenaje.
- Linderos de árboles.
- Barreras vivas con árboles.

Gráfico 5.2 Esquema de marco de implementación de prácticas CSAC



| ANEXOS

## ANEXO 1

### Calculadora para medir emisiones “Cool Farm Tool” (CFT)

La calculadora Cool Farm Tool (CFT), desarrollada por el Sustainable Food Lab en colaboración con la Universidad de Aberdeen y Unilever, entre otras organizaciones mundiales, es una calculadora de emisiones de GEI a nivel de finca, que incluye cálculos de captura de carbono del suelo (disponible en: <https://www.coolfarmtool.org/>). Esta calculadora ha sido diseñada directamente para los productores, tratando de ser clara e intuitiva en su demanda de informaciones y en los resultados proporcionados.

Los valores de incertidumbre asociados a la información básica utilizada por la calculadora varían mucho debido a que, el margen de error de los datos utilizados que derivan del IPCC es conocido, pero el margen de error de los datos incluidos por el usuario no lo es. De todas maneras, se asume que los datos incluidos por el usuario corresponden a la realidad local y específica de cada parcela, y que son confiables. Tener parcelas de medición permanente para cada una de las etapas identificadas incluidas en el CFT y hacer las conversiones adecuadas a los insumos utilizados proporciona solidez a los resultados obtenidos. Eso no evita que el resultado obtenido carezca de un intervalo de incertidumbre asociado y que se desconozca entonces su validez.

La calculadora se divide en secciones y para cada una se necesita información específica sobre:

#### 1) General.

- Tipo de clima y temperatura de la zona de producción, productividad del cultivo.

#### 2) Área de cultivo.

- Superficie bajo el cultivo y características físico-químicas del suelo.

#### 3) Tratamientos aplicados en la parcela.

- Fertilizantes y pesticidas (composición, cantidades, número y modalidades de aplicación) y manejo de los residuos del cultivo (qué se hace con ellos).
- Gestión de la parcela. Cambio de uso de la tierra (en los últimos 20 años).
- Cambios en la labranza de la parcela (en los últimos 20 años).
- Cambios en la cobertura de la parcela (en los últimos 20 años).
- Uso actual de la tierra, con indicaciones sobre especies asociadas (densidad, incremento anual y mortandad por especie).

#### 4) Energía y procesamiento.

- Energía empleada. Fuente y cantidad utilizada.
- Maquinarias. Tipo, combustible empleado y número de operaciones.
- Riego. Método, superficie bajo riego, profundidad del pozo, distancia horizontal, agua utilizada, fuente de energía.
- Manejo de residuos de agua con materia orgánica. Cantidades y tipo de manejo y maquinaria empleada.

#### 5) Transporte.

- Tipo de vehículo, peso y distancia de recorrido.

## ANEXO 2

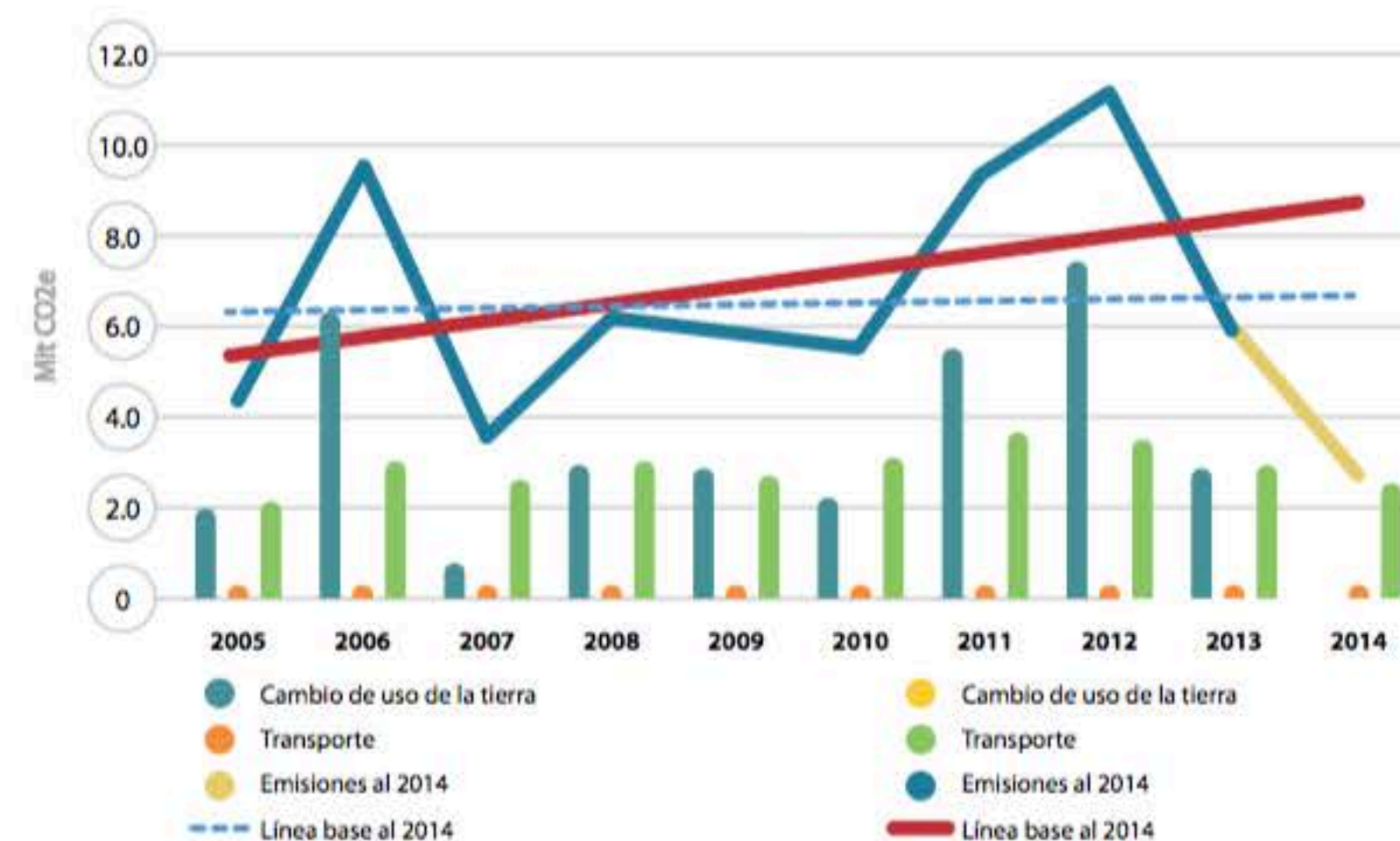
### Línea base NAMA-CAFÉ Perú

La NAMA (Medida Nacional de Mitigación Apropiaada, por sus siglas en inglés) es un conjunto de políticas sectoriales acompañadas de medidas institucionales, financieras y técnicas que buscan reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) a través de la promoción de un cambio en las prácticas y tecnologías aplicadas por los autores a lo largo de todo el sector productivo (Suber y Robiglio, 2016).

En el marco de la Conferencia de las partes (COP 20) de la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático, desarrollado en Lima en 2014, el Ministerio de Agricultura presentó 05 NAMAs (paisaje, café, cacao, palma, ganadería). En concordancia con esa iniciativa, el Perú viene desarrollando la NAMA CAFÉ, la cual contempla como una de sus primeras etapas la estimación de las emisiones y absorciones de GEI para la línea base. El cálculo realizado contempla: el uso de la tierra, manejo, transformación y transporte. Abarcando desde la instalación del cultivo hasta café pergamino.

En el gráfico 01 podemos ver la tendencia de emisiones (Kg CO<sub>2</sub> e/kg de café pergamino) para el periodo del 2005 al 2014.

Gráfico 01 Línea de base de emisiones GEI del sector cafetalero peruano



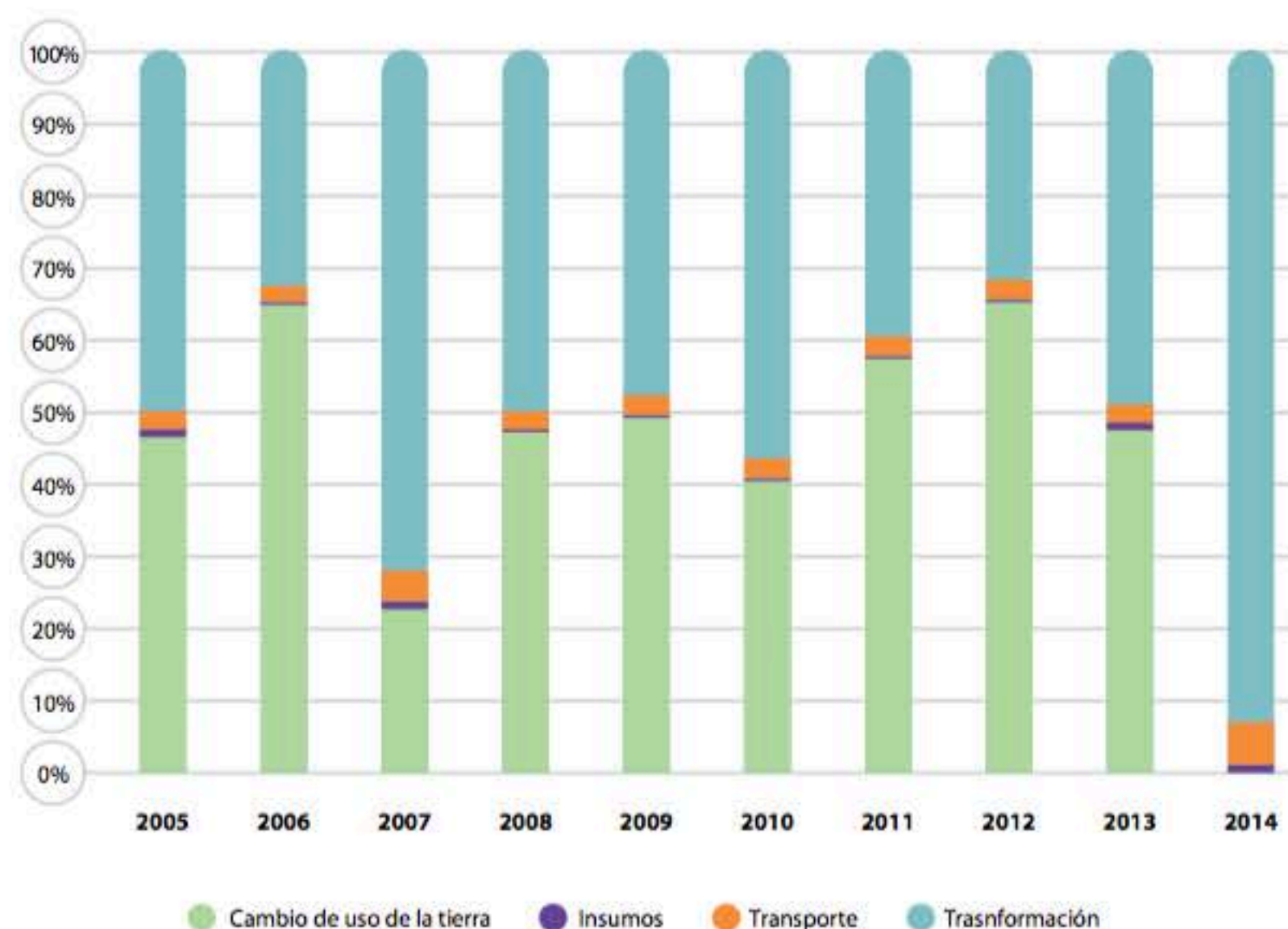
Fuente: elaboración propia

Figura 1. Emisiones por kilogramo de café por componente de línea base (Suber y Robiglio, 2016).

Algo importante de analizar es la representatividad de las fuentes de emisiones de la producción de café. Como se observa en el gráfico 01, la mayor cantidad de emisiones generadas en el proceso de producción de café pergamino proviene del cambio de uso de la tierra, seguido por el de transformación (emisiones generadas por el proceso de fermentación de aguas mieles), transporte y manejo. Las emisiones de café para el periodo de 2005 a 2014 han estado en el rango de entre 14 y 24 kg CO<sub>2</sub>-e por cada kilogramo de café pergamino producido en el Perú.

A nivel acumulativo a la producción de café se le atribuye emisiones anuales entre 4000 y 11 000 toneladas de CO<sub>2</sub> – e (ver gráfico 02).

**Gráfico 02 Contribución porcentual de los componentes a las emisiones anuales del sector**



Fuente: elaboración propia

## ANEXO 3

### Descripción de las regiones nororientales

#### Región Amazonas

La región Amazonas abarca una superficie cercana a 4 millones de hectáreas (3 967 506 ha) y está dividida en 7 provincias y 84 distritos. Tiene una población de más de 400 mil (400 011) habitantes y una densidad de 10 habitantes/km<sup>2</sup> (INEI, 2007). La región se extiende sobre las sub-cuencas de los ríos Mayo y Huayabamba al sureste, el río Utcubamba en la parte central y, los ríos Santiago y Cenepa al norte.

Amazonas ocupa parte de la cordillera oriental de los Andes peruanos, ubicada a lo largo del este de la región, con altitudes que van desde los 1000 hasta los 3400 m s. n. m. y con pendientes del 25 al 75 %. Al sureste de la cordillera se forman las nacientes del río Utcubamba, una zona considerada vulnerable a la erosión y a la pérdida de suelo debido a la fuerte pendiente y alta precipitación. En esta región también se encuentra la cordillera Interandina, la cual presenta altitudes que pueden llegar hasta los 3000 m s. n. m.. La cordillera Interandina está formada por montañas bajas y colinas, con pendientes del 25 al 50 %; planicies y valles de sedimentación, con pendientes del 4 al 15 %. Finalmente, en la región se encuentran la cordillera Subandina que abarca aproximadamente un 70 % de la región y las tierras de las cordilleras el Cóndor, Ventilla-Quinguiza y Campanquiz, terrazas altas y medias de suelos profundos aptos para cultivos permanentes, y tierras en la llanura aluvial de los ríos Marañón, Nieva, y Santiago (IIAP, 2007).

En términos de Capacidad de Uso Mayor (CUM), Amazonas se caracteriza por contar con tierras de protección (82 %), tierras aptas para la producción forestal (16 %) y tierras aptas para cultivos en limpio (1 %) (IIAP, 2007). En la actualidad, la región cuenta con 2 862 600 ha de bosque. Sin embargo, entre 2001 y 2015 ha perdido 65 388 hectáreas de bosques; más del 80 % de esta pérdida se ha producido en pequeños parches menores a 1 ha. Esta pérdida se concentra principalmente en las provincias de Condorcanqui (23 156 ha), Rodríguez de Mendoza (13 314 ha), y Bagua (10 952 ha) (MINAM, 2015).

En Amazonas se encuentran más de 65 mil unidades agropecuarias, con una superficie total de 1 766 565 ha; 43 858 unidades (63 %) se ubican en la zona de selva y abarcan una superficie de 1 362 545 ha. En esta región el 83 % de la superficie agropecuaria está ocupada por monte y bosques, seguido por pastos naturales (5 %), cultivos permanentes (4 %) y cultivos anuales (2 %). El café es el principal cultivo permanente (28 377 ha), seguido por el cacao (13 098 ha) (INEI, 2012).

El Gobierno Regional de Amazonas ha aprobado la zonificación ecológica económica (ZEE) en el año 2007. La ZEE fue aprobada por Ordenanza Regional N.º 200-GRA-CR a nivel macro con una escala de 1:250 000.

## Región Cajamarca

La región Cajamarca abarca una superficie de más de 3 millones de hectáreas (3 317 500 ha) y está dividida en 13 provincias y 127 distritos. Tiene una población de más de 1.4 millones (1 455 201) habitantes y una densidad de 44 habitantes/km<sup>2</sup> (INEI, 2007). Comprende parte de la vertiente occidental de la Amazonía y de la vertiente oriental de la cordillera de los Andes peruanos. Las zonas más altas conforman una altiplanicie que se localiza al sureste de la región por encima de los 3000 m s. n. m., con pendientes de hasta el 80 %, en las que predominan las gramíneas. Las llanuras, terrazas y piedemonte, tanto inundables como no inundables, se ubican en las márgenes de los cursos de agua y presentan suelos fértiles que son aprovechados para el desarrollo de la agricultura (GORECAJ, 2011).

En términos de Capacidad de Uso Mayor (CUM), Cajamarca se caracteriza por contar con: tierras de protección (55 %), tierras aptas para cultivos en limpio (7 %) y asociaciones de grupos de tierras forestales con tierras de protección (15 %) (GORECAJ, 2011). Únicamente el 22 % de la región (771 817 ha) se encuentra dentro del territorio amazónico ubicado al extremo norte, en las provincias de San Ignacio y Jaén y las cuencas de los ríos Chinchipe, Chamaya, y la intercuenca del Alto Marañón en la vertiente del Atlántico. Los bosques cubrían el 45% del territorio amazónico (353 651 ha) en 2015. Entre 2001 y 2015, Jaén y San Ignacio perdieron en total 3998 y 9289 ha de bosque, respectivamente, en superficies pequeñas inferiores a 1 ha (MINAM, 2015).

En Cajamarca se encuentran más de 300 mil unidades agropecuarias (con una superficie total de 1 409 333 ha). De éstas, 75 844 unidades (22%) se ubican en la zona de selva y abarcan una superficie de 410 629 ha. Aquí el 35 % de la superficie de las unidades productivas está compuesta por montes y bosques, seguido por pastos naturales (21 %), cultivos permanentes (16 %) y purma (12 %). El café es el principal cultivo permanente (62 710 ha) (INEI, 2012).

El Gobierno Regional de Cajamarca ha implementado la zonificación ecológica económica (ZEE) en el año 2010 - 2011 como una herramienta de ordenamiento territorial. La ZEE fue aprobada por Ordenanza Regional N.º 018-2010-GRCAI-CR y por el MINAM con Oficio N.º 173-2012-MINAM/VMDERN-DGOT. El Gobierno Regional de Cajamarca aprobó su actualización a escala 1:250 000 por Ordenanza Regional N.º 034-2011-GRCAJ CR.

## Región San Martín

La región San Martín abarca una superficie de más de 5 millones de hectáreas (5 251 483 ha), dividida en 10 provincias y 77 distritos. Tiene una población de más de 750 mil (753 339) habitantes y una densidad de 14.3 habitantes/km<sup>2</sup> (INEI, 2007). La región ocupa parte de las cuencas de los ríos Huayabamba, Alto Huallaga, Medio Huallaga, Bajo Huallaga y Mayo. En la región se distinguen tres unidades geomorfológicas: i) la cordillera oriental, cubierta por bosques, alcanza una altura de más de 3000 m s. n. m., con fuertes pendientes y suelos superficiales, que limitan el desarrollo de los cultivos; ii) la cordillera subandina, con una altura de hasta 1800 m s. n. m., presenta suelos superficiales en las laderas, y suelos más profundos y de origen aluvial en los valles aptos para la actividad agropecuaria y, iii) la llanura amazónica, hacia el noreste, presenta un relieve plano con ligeras ondulaciones que alcanzan altitudes de hasta 200 m s. n. m. (GORESAM, 2005).

En términos de Capacidad de Uso Mayor (CUM), la región San Martín se caracteriza por tener tierras con CUM de protección (75 %), forestal (14 %) y tierras aptas para cultivos en limpio y permanentes (11 %), ubicándose esta última categoría, en las márgenes de los cursos de agua principales (GORESAM, 2005).

Sin embargo, el proceso de ocupación del territorio en la región San Martín y la progresiva conversión del bosque en tierra agrícola, debido a la expansión de cultivos como el café y la palma y la construcción de infraestructura, han colocado a San Martín como la región más deforestada de la Amazonía, con una pérdida total de casi 382 058 ha de bosque entre el 2001 y 2015 (MINAM, 2015). Esta pérdida se localiza en la parte central y norte de la región, en las provincias Mariscal Cáceres y Moyobamba, respectivamente.

En San Martín se encuentran más de 90 000 unidades agropecuarias (con una superficie total de 1 323 260 ha). Sin embargo, el 55 % de la superficie de las unidades agropecuarias está bajo monte y bosque, seguido por cultivos permanentes (14 %), purmas (8 %), cultivos anuales/bianuales (7 %) y pastos (6 %). El café es el principal cultivo permanente (93 688 ha) (INEI, 2012).

El Gobierno Regional de San Martín (GORESAM) ha implementado la zonificación ecológica económica (ZEE) en el año 2005 como una herramienta de ordenamiento territorial. Se espera que la ZEE constituya el instrumento básico para la implementación adecuada (de acuerdo al potencial del territorio) de los nuevos sistemas productivos en la región. Asimismo, la Cooperación Alemana GIZ ha desarrollado una propuesta de zonificación forestal (GIZ, 2014) como punto de partida para un desarrollo sostenible en el marco de la Ley Forestal y de Fauna Silvestre (Ley N.º 29763).

# | BIBLIOGRAFÍA

## CAPÍTULO 01

**FAO** (2010) Agricultura "climáticamente inteligente". Políticas, prácticas y financiación para la seguridad alimentaria, adaptación y mitigación. Roma. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).

**INEI** (2012) Resultados definitivos. IV Censo Nacional Agropecuario 2012. Lima. Instituto Nacional de Estadística e Informática; Ministerio de Agricultura y Riego. (Disponible en: <http://proyectos.inei.gob.pe/web/DocumentosPublicos/ResultadosFinales IVCENAGRO.pdf>)

**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. Field CB, VR Barros, DJ Dokken, KJ Mach, MD Mastrandrea, TE Billir, M Chatterjee, KL Ebi, YO Estrada, RC Genova, B Girma, ES Kissel, AN Levy, S MacCracken, PR Mastrandrea y LL White (eds.). Ginebra, Organización Meteorológica Mundial.

**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. Field CB, VR Barros, DJ Dokken, KJ Mach, MD Mastrandrea, TE Billir, M Chatterjee, KL Ebi, YO Estrada, RC Genova, B Girma, ES Kissel, AN Levy, S MacCracken, PR Mastrandrea y LL White (eds.). Ginebra, Organización Meteorológica Mundial.

**Laderach P, M Lundy, A Jarvis, J Ramírez, PE Pérez, K Schepp y A Eitzinger** (2010) "Predicted impact of climate change on coffee-supply chains" en Leal Filho W (ed) *The Economic, Social and Political Elements of Climate Change*. Berlín, Springer Verlag.

**Lipper L, P Thornton, BM Campbell, (...), EF Torquebiau** (2014) "Climate-smart Agriculture for food security" en Macmillan Publishers Limited (ed) *Nature Climate Change*. Vol 4, diciembre 2014, pp. 1068-1072.

**MINAG & FAO** (2012). Plan de gestión de riesgo y adaptación al cambio climático en el sector agrario, periodo 2012 -2021. Lima. 2012. (Disponible en: [http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/FAO-countries/Peru/docs/Plangracc\\_RESUMEN.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/FAO-countries/Peru/docs/Plangracc_RESUMEN.pdf))

**Robiglio V, M Baca, J Donovan, C Bunn, M Reyes, D Gonzáles, C Sánchez** (2017). Impacto del cambio climático sobre la cadena de valor del café en el Perú. Lima, ICRAF Oficina Regional para América Latina. Cali, CIAT Centro Internacional de Agricultura Tropical.

**Robiglio V, M Reyes, E Castro** (2015) Diagnóstico de los productores familiares en la Amazonia Peruana. Lima, ICRAF Oficina Regional para América Latina. Por encargo de GGGI & DIE.

**Suber M y V Robiglio** (2016) Café Perú: Primera estimación de línea de base de emisiones de gases de efecto invernadero del sector. Reporte CCAFS. Lima. Programa de investigación de CGIAR en Cambio Climático, Agricultura y Seguridad Alimentaria.

**Vargas P** (2009) El cambio climático y sus efectos en el Perú. Serie de Documentos de trabajo, julio 2009. Lima, Banco Central de Reserva del Perú (BCRP).

## CAPÍTULO 02

**Bunn C y F Castro** (2016) Identificando riesgos de cambio climático sobre la producción de café en el Perú. Reporte preliminary. Cali. CIAT.

**GORECAJ** (2011) Zonificación ecológica y económica como base para el ordenamiento territorial. Gobierno Regional de Cajamarca.

**INEI** (2012) Resultados definitivos. IV Censo Nacional Agropecuario 2012. Lima. Instituto Nacional de Estadística e Informática; Ministerio de Agricultura y Riego. (Disponible en: <http://proyectos.inei.gob.pe/web/DocumentosPublicos/ResultadosFinales IVCENAGRO.pdf>)

**MINAM** (2015) Reporte de la pérdida de los bosques húmedos amazónicos al 2011-2013. Lima. Ministerio del Ambiente - Programa Nacional de Conservación de Bosques para la Mitigación al Cambio Climático; Ministerio de Agricultura.

**Robiglio V, M Baca, J Donovan, C Bunn, M Reyes, D Gonzáles, C Sánchez** (2017). Impacto del cambio climático sobre la cadena de valor del café en el Perú. Lima, ICRAF Oficina Regional para América Latina. Cali, CIAT Centro Internacional de Agricultura Tropical.

## CAPÍTULO 03

**Arcila PJ, VF Farfán, A Moreno, L Salazar y E Hincapié** (2007) Sistemas de producción de café en Colombia. Chinchiná, Cenicafe, 2007.

**Avelino J y G Rivas** (2013) "La roya anaranjada del cafeto" en Hal archives-ouvertes [en línea], (disponible en <http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01071036>).

**BID y CEPAL** (2014) La economía del cambio climático en el Perú. Ludeña CE, L Sánchez-Aragón, C de Miguel, K Martínez y M Pereira (editores). Lima. Monografía BID No. 222 y CEPAL LC/W.640.

**Coste R** (1969) El Café. Colección Agricultura Tropical. Primera edición. Barcelona, Madrid, España. Editorial Blume.

**DaMatta FM (a)**. 2004. "Ecophysiological constraints on the production of shaded and unshaded coffee: a review" en *Field Crops Research* [en línea]. Vol 86, Tomo 2, marzo de 2004, pp. 99-114 (disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378429003001977>).

**DaMatta FM (b)**. 2004. "Exploring drought tolerance in coffee: a physiological approach with some insights for plant breeding" en *Brazilian Journal of Plant Physiology* [en línea].

**Vol 16(1)**, 2004, pp. 1-6 (disponible en [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1677-04202004000100001](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1677-04202004000100001)).

**DaMatta, FM, J Ramalho** (2006) "Impacts of drought and temperature stress on coffee physiology and production: a review" en *Brazilian Journal of Plant Physiology* [en línea]. Vol 18(1), 2006, pp. 55-81 (disponible en [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1677-04202006000100006](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1677-04202006000100006)).

**MARÍN G** (2012) Producción de cafés especiales. Manual técnico. Lima, Equipo técnico del proyecto Fondoempleo, Programa Selva Central – DESCO.

**SENAMHI** (2013)

**SENAMHI** (2016) Ciclos horarios de precipitación en el Perú utilizando información satelital. Lima, Perú. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. Ministerio del Ambiente. Sierra C y C Rojas (s/f) La materia orgánica y su efecto como enmienda y mejorador de la productividad de los cultivos. La Serena, Chile. INIA.

**Tucker C, H Eakin, E Castellanos** (2010) "Perceptions of risk and adaptation: Coffee producers, market shocks, and extreme weather in Central America and Mexico" en *Global Environmental Change* [en línea]. Vol 20, pp. 23–32.

**USDA** (2012) "PSD Online - Home." Production, Supply and Distribution Online. Disponible en <http://www.fas.usda.gov/psdonline/> [Diciembre 21, 2012].

**Valencia AG** (s/f) Fisiología, nutrición y fertilización del cafeto. International Plant Nutrition Institute. Informe de consultoría, (disponible en [http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed-5f091b1b852579000057902e/0ae8c9d4887c66dd05257a6a00759a32/\\$FILE/Fisiologiacafeto.pdf](http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed-5f091b1b852579000057902e/0ae8c9d4887c66dd05257a6a00759a32/$FILE/Fisiologiacafeto.pdf))

**Wintgens JN** (2004) Coffee: Growing, Processing, Sustainable Production. A Guidebook for Growers, Processors, Traders, and Researchers. Weinheim, Alemania. Wiley-VCH Verlag.

Páginas web visitadas

[http://www.inia.org.uy/disciplinas/agroclima/le/cc\\_tempe.htm](http://www.inia.org.uy/disciplinas/agroclima/le/cc_tempe.htm)

[http://www.pcm.gob.pe/wp-content/uploads/2014/05/FRIAJES\\_RESUMEN\\_A4\\_final.pdf](http://www.pcm.gob.pe/wp-content/uploads/2014/05/FRIAJES_RESUMEN_A4_final.pdf)

[http://minagri.gob.pe/portal/download/pdf/herramientas/organizaciones/dgpa/documentos/estudio\\_cacao/4\\_3\\_1amazonas\\_informefinal.pdf](http://minagri.gob.pe/portal/download/pdf/herramientas/organizaciones/dgpa/documentos/estudio_cacao/4_3_1amazonas_informefinal.pdf)

<http://www.senamhi.gob.pe/>

<http://siar.regionsanmartin.gob.pe/indicadores/index.php?accion=verElemento&idElementoInformacion=634&verPor=fuente&idTipoElemento=2&idTipoFuente=&idfuenteinformacion=139>

## CAPÍTULO 04

**Cabrera N, S Galluser, B Kroll, E Varese, F Zurita** (2017) CAFÉ 2.0. Manual de Caficultura Climáticamente Inteligente. Lima. Solidaridad, Norad.

**CENICAFE** (2013) Manual del Cafetero Colombiano. Investigación y tecnología para la sostenibilidad de la caficultura. Tomo II. Colombia. Centro Nacional de Investigaciones de Café - CENICAFÉ.

**Domínguez, VA** (1997) Tratado de fertilización. 3era edición. Madrid, España. Ediciones Mundi Prensa.

**Farfán, F.** (2012). Árboles con potencial para ser incorporados en sistemas agroforestales con café. CENICAFE. Manizales, Colombia. 87 p.

**FHIA** (2004) Guía Práctica. Producción de café con sombra de maderables. La Lima, Cortes, Honduras. Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA).

**INIA**, 2009

**Leakey RRB** (1996) Definition of agroforestry revisited. Nairobi, Kenya. International Centre for Research in Agroforestry (ICRAF).

**Llerena C, Z Cruz-Burga, É Durt, J Marcelo-Peña, K Martínez y J Ocaña** (2010) Gestión ambiental de un ecosistema frágil. Los bosques nublados de San Ignacio, Cajamarca, cuenca del río Chinchipe. Lima, Soluciones Prácticas.

**MARENA** (2005) Establecimiento y manejo de sistemas de café ecoforestal. Managua, Nicaragua, Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales. Programa Socioambiental y Desarrollo forestal.

**MINAGRI** (2007) Manual de supervisión de obras para la instalación de sistemas de riego tecnificado. Lima, Ministerio de Agricultura. Programa Subsectorial de Irrigaciones – PSI. (Disponible en [http://www.psi.gob.pe/wp-content/uploads/2016/03/biblioteca\\_manuales\\_manual\\_de\\_supervision\\_sistemas\\_de\\_riego\\_tecnificado.pdf](http://www.psi.gob.pe/wp-content/uploads/2016/03/biblioteca_manuales_manual_de_supervision_sistemas_de_riego_tecnificado.pdf)).

**Perfecto I, J Vandermeer, A Mas, L Soto Pinto** (2005) "Biodiversity, yield, and shade coffee certification" en *Ecological Economics* [en línea]. Vol 54, febrero 2005, pp. 435-446 (disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S092180090400401X>).

**Robiglio V, M Reyes, E Castro** (2015) Diagnóstico de los productores familiares en la Amazonia Peruana. Lima, ICRAF Oficina Regional para América Latina. Por encargo de GGGI & DIE.

**Soluciones Prácticas**, 2015. Fichas fondo empleo. Lima, Perú.

**Sulica J** (2009) Manejo Integrado del cultivo del café. Lima, Perú. INIA.

**Tirabanti J** (2011) Manejo agroforestal multiestrato para el cultivo de café. Una propuesta para ecosistemas frágiles. Moyobamba. Soluciones Prácticas.

## CAPÍTULO 05

**Robiglio V, M Baca, J Donovan, C Bunn, M Reyes, D Gonzáles, C Sánchez** (2017). Impacto del cambio climático sobre la cadena de valor del café en el Perú. Lima, ICRAF Oficina Regional para América Latina. Cali, CIAT Centro Internacional de Agricultura Tropical.

## | INDICE GRÁFICOS

## TABLAS, GRÁFICOS Y MAPAS POR CAPÍTULO

### CAPÍTULO 1

Gráfico 1.1 Efecto invernadero y emisión de GEI

Gráfico 1.2 Los bosques como sumideros y reservorios

Gráfico 1.3 Objetivos de la ASAC

### CAPÍTULO 2

Gráfico 2.1 Mapa de la región del estudio: San Martín, Cajamarca y Amazonas

Tabla 2.1 Cobertura forestal, usos de la tierra y productores en Amazonas, Cajamarca y San Martín

Tabla 2.2 Zonas altitudinales en las que se ubican las áreas de producción de café

Gráfico 2.2 Mapa de gradiente de impacto por región al año 2030.

Gráfico 2.3 Mapa de condiciones climáticas vs. categoría de usos de la tierra

Gráfico 2.4 Mapa de áreas según los grupos climáticos para producción de café en el año 2030

Gráfico 2.5 Comparación entre: a) Mapa de bosque y pérdida de bosques; b) Cambio en las condiciones climáticas, y c) Superficie total (verde) de café a nivel de distrito

### CAPÍTULO 3

Tabla 3.1 Características del suelo y topografía que limitan el cultivo de café

Tabla 3.2 Temperatura y precipitación mínima y máxima que afectan el cultivo del café

Gráfico 3.1 Ciclo fenológico del cultivo de café

Gráfico 3.2 Precipitaciones promedio de la selva norte

Gráfico 3.3 Temperaturas promedio de la selva nororiental

Tabla 3.3 Impactos de los eventos climáticos

Tabla 3.4 Fenómenos climáticos

Tabla 3.5 Fenómenos por zonas. Colores en relación a la intensidad

### CAPÍTULO 4

Tabla 4.1 Matriz de prácticas generales y tecnologías CSAC vs. impactos

Tabla 4.2 Prácticas de manejo del cultivo de café

Tabla 4.3 Consideraciones para el diagnóstico y planificación

Tabla 4.4 Variedades tradicionales de café en el Perú y sus principales características

Gráfico 4.1 Agregar un título a este gráfico

Tabla 4.5 Híbridos provenientes del cruce de Timor con Caturra y principales características

Gráfico 4.2 Beneficios de agroforestería en las parcelas, las fincas y en el paisaje

Gráfico 4.3 Arreglos espaciales

Gráfico 4.4 Tipologías de sistemas de producción

Tabla 4.6 ¿Cuándo se recomienda un alto o un bajo nivel de sombra?

Tabla 4.7 ¿Cuáles son las mejores especies?

Gráfico 4.5 Barreras vivas

Gráfico 4.6 Linderos

Gráfico 4.7 Siembra en contra de la pendiente

Gráfico 4.8 Desmalezado alto

Gráfico 4.9 Coberturas vivas de suelos

Gráfico 4.10 Barreras muertas

Gráfico 4.11 Coberturas muertas

Gráfico 4.12 Terrazas

Gráfico 4.13 Micro-zonificación

Gráfico 4.14 Drenaje e infiltración

Gráfico 4.15 Riego por aspersión

Gráfico 4.16 Fertirriego

Gráfico 4.17 Cosecha selectiva

Gráfico 4.18 Secadores solares

Gráfico 4.19 Tratamientos aguas mieles

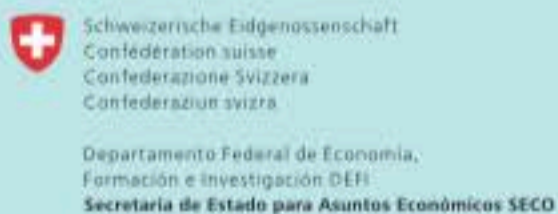
### CAPÍTULO 5

Gráfico 5.1 Enfoque de capacidades

Gráfico 5.2 Esquema de marco de implementación de prácticas CSAC

Esta publicación es el resultado del trabajo y la participación de las investigadoras del Centro Internacional de Investigación Agroforestal (ICRAF), con el apoyo de la Cámara Peruana del Café y Cacao.

CON EL APOYO DE:



COORDINA:



EN COLABORACIÓN CON:

